Mini Curso – Segurança de Barragens

Estruturação do Plano de Segurança de Barragens (PSB)

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Wilson Sahade
Cuiabá, 24/05/2017

RESUMO

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

- **Inspeções Regulares e Especiais (Anomalias e Consequências)**
- Onde e o Que observar?
- Conteúdo do Relatório de Inspeção
- Avaliação e Diagnóstico
- Tipos mais frequentes de anomalias e suas consequências
  - Barragens de terra
  - Barragens de concreto

- **Relatório de Inspeção**
- **Revisão Periódica**

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Inspeções Regulares e Especiais

Anomalias e Consequências

Inspeções Regulares e Especiais

Documentos de Consulta e Suporte

a) Projeto da barragem;

b) Métodos construtivos e controle de qualidade;

c) Relatórios das inspeções de segurança anteriores;

d) Análise dos registros dos instrumentos instalados, quando existente;

e) Histórico de Operação e manutenção;

f) Plano de Ação e de Emergência, quando existente;

g) Eventuais reparações

Inspeções Regulares e Especiais

Anomalias-Definições

Anomalia: qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa afetar a segurança, tanto a curto como a longo prazo.

- **Magnitude**: tamanho ou amplitude da anomalia e pode ser classificada

I - Insignificante: anomalia de pequenas dimensões, sem aparente evolução;
P - Pequena: anomalia de pequena dimensão, com evolução ao longo do tempo;
M - Média: anomalia de média dimensão, sem aparente evolução;
***G - Grande: anomalia de média dimensão com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão*.**

Anomalias-Definições

-**Nível de perigo**: gradação do perigo à barragem decorrente da identificação de determinada (as) anomalia (as).

-O nível de perigo da anomalia procura quantificar o grau da vulnerabilidade da barragem que pode ser imposta pela anomalia e indicar a presteza com que ela deva ser corrigida e considera quatro categorias .

0 - Nenhum: Anomalia que não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação;
1 – Atenção: Anomalia que não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo;
2 – Alerta: Anomalia com risco para a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
3 – Emergência: Anomalia com risco de ruptura a curto prazo, exigindo ativação do PAE.

Inspeções Regulares e Especiais

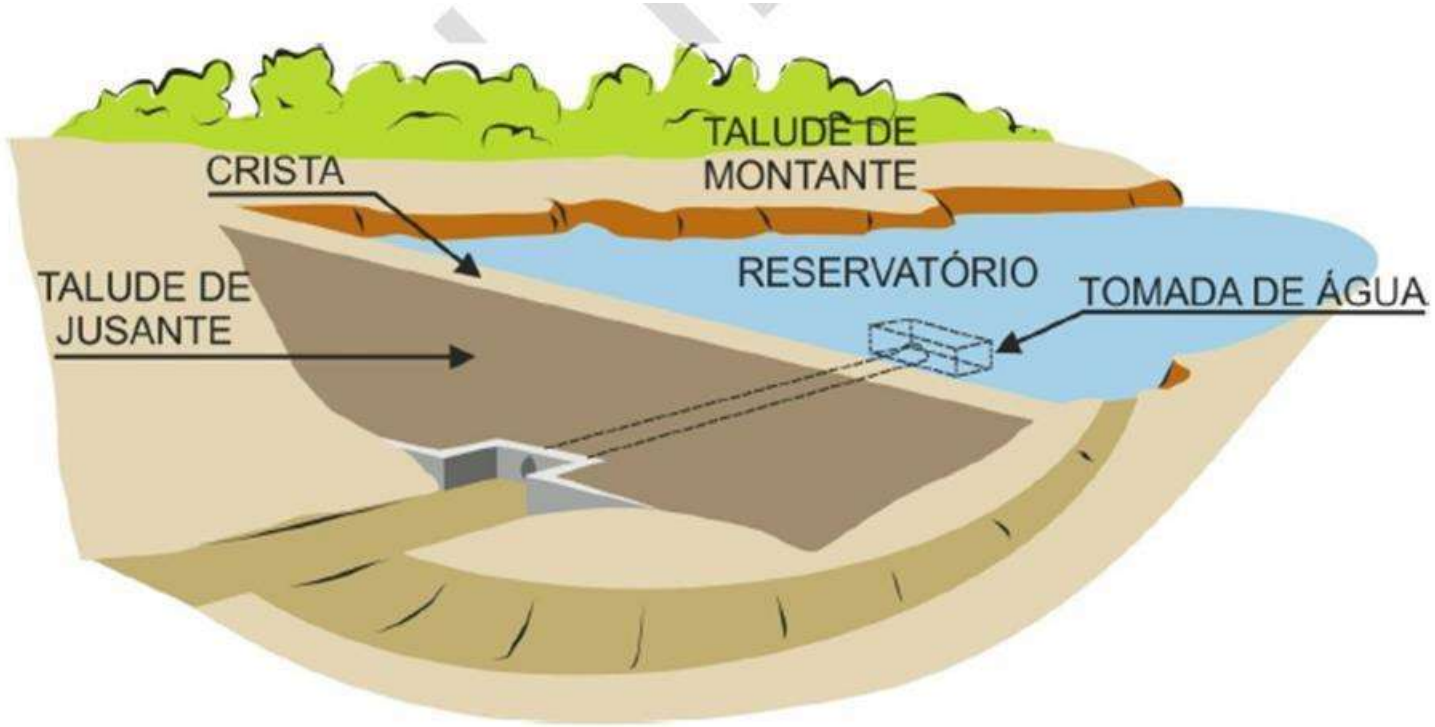
Aspectos a Observar

De posse dos recursos materiais e logísticos, o engenheiro deve percorrer a barragem e estruturas associadas, identificando e registrando as anomalias na ficha de inspeção e por fotografias.

A inspeção de campo deve contemplar todas as zonas da barragem, designadamente o talude de montante, a crista, o talude de jusante, as ombreiras e a zona do reservatório. Deve também incluir as estruturas extravasoras, nomeadamente o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo.

A inspeção de campo integra a inspeção visual da barragem e a leitura da instrumentação instalada, visando a detecção de anomalias para o preenchimento da ficha de inspeção.

Inspeções Regulares e Especiais
ONDE Observar?

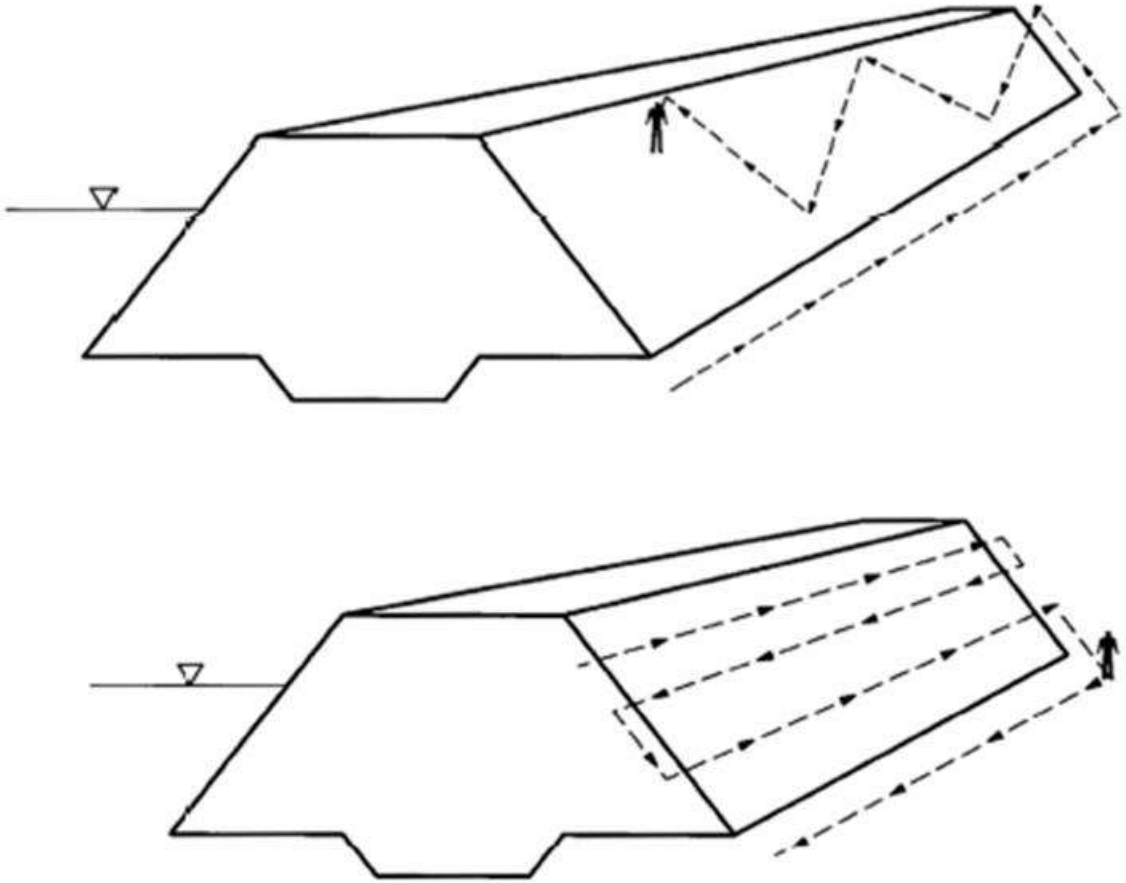


\+

- Estruturas Auxiliares (vertedouro, tomada dágua, descarga de fundo)
- Instrumentação

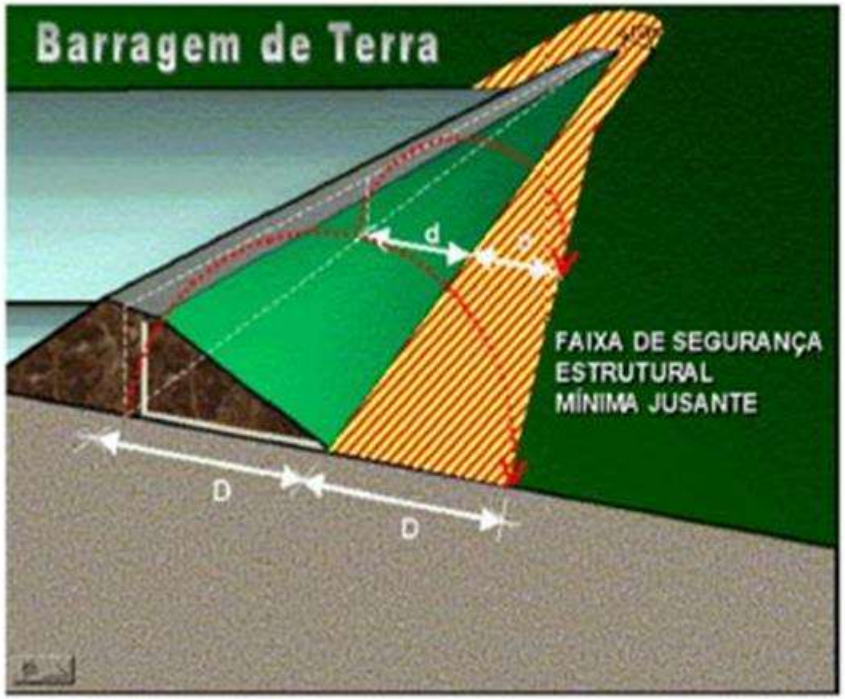
Inspeções Regulares e Especiais
ONDE Observar?

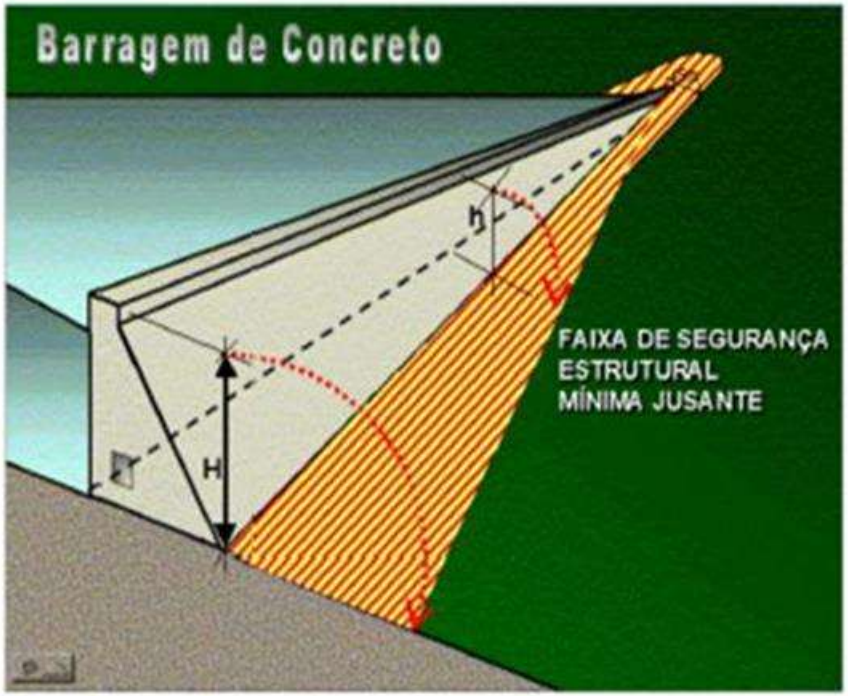
VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br



Inspeções Regulares e Especiais
ATE ONDE Observar?

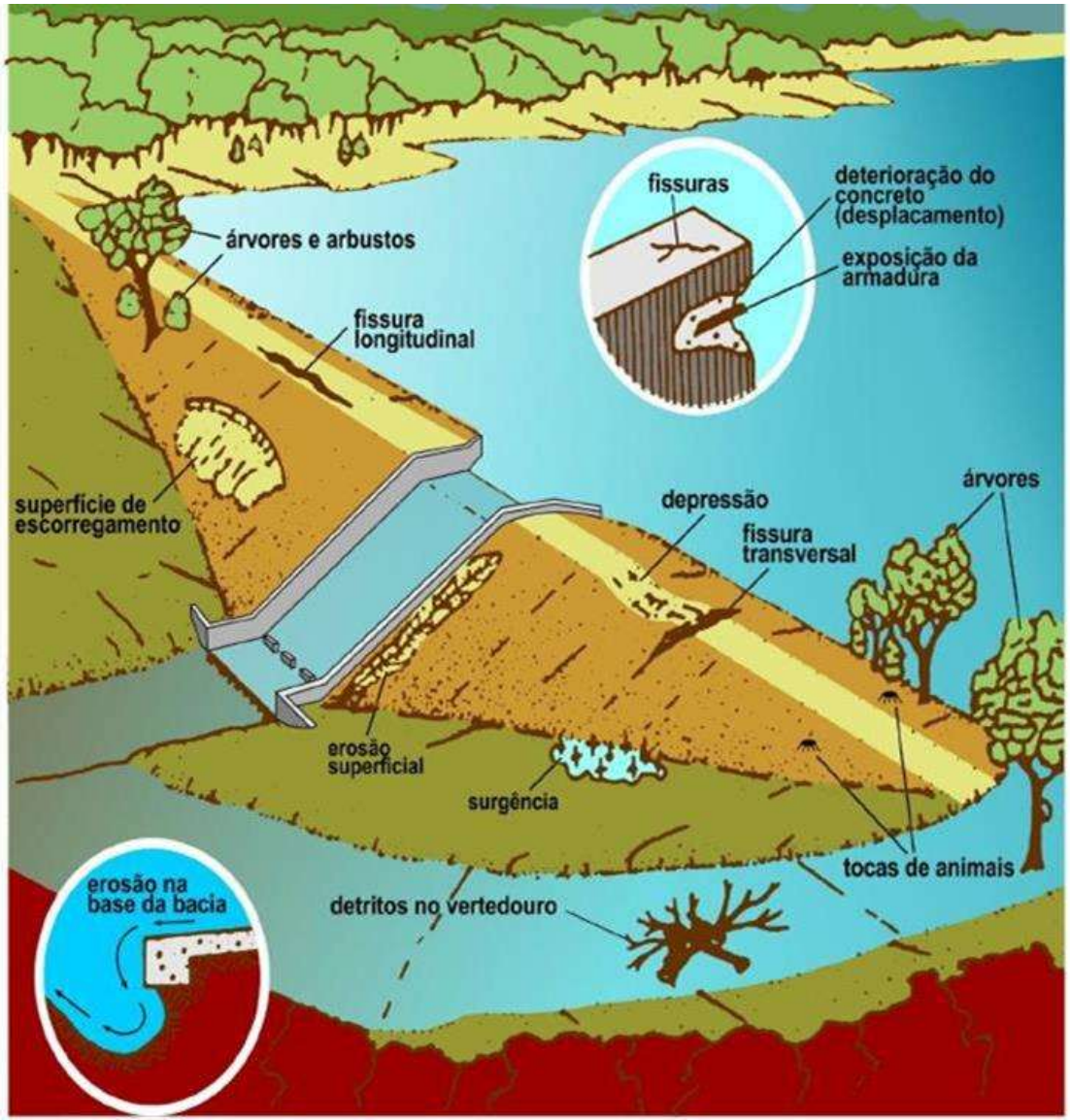
VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br





Inspeções Regulares e Especiais

O QUE Observar?



Inspeções Regulares e Especiais

O QUE Observar?

Talude de montante	• Proteção do talude: *rip-rap*, aspecto geral do material de proteção, embricamento, escorregamento, deposição de material, desagregação de blocos de rocha etc. • Erosão: sinais de erosão provocada pelo movimento da água no paramento, observar em especial a transição entre as zonas que normalmente se encontram submersas e as que se encontram acima do nível de água. • Ocorrência de fissuras no concreto, ferragem do concreto exposta. • Plinto (Barragens de Enrocamento com Face de Concreto – BEFCs): fissuração, juntas de construção. • Vegetação: analisar a existência ou ausência de arbustos ou árvores, sua dimensão e frequência (entendida como tendência em determinada zona), indagar a possibilidade de crescimento anormal em épocas secas, mapear a localização. • Fraturamento: analisar a fragmentação anormal do material de proteção (blocos) que altere sua granulometria e, portanto, seu poder protetor. • Buracos causados por animais: sua dimensão, localização e frequência.

Inspeções Regulares e Especiais

O QUE Observar?

Talude de jusante	• Sinais de movimento: procurar indicadores de deslizamentos planares ou circulares e de enrugamentos no talude. • Percolação aparente ou zonas úmidas, particularmente na parte inferior do talude: observar o aparecimento de zonas escuras (coloração característica de material umedecido, vegetação viçosa sem motivo aparente, surgências de água etc.). • Deslocamentos planares do material de enrocamento. • Crescimento de vegetação: analisar o tipo de vegetação existente (especialmente devido à profundidade de raízes), considerar em conjunto com o ponto anterior. • Estado de proteção do talude: verificar o estado da vegetação necessária para garantir a resistência à erosão. • Existência de árvores e necessidade de remoção. • Condições das bermas. • Canaletas de drenagem. • Buracos causados por animais, cupinzeiros e formigueiros.

Inspeções Regulares e Especiais

O QUE Observar?

Ombreiras As interfaces do corpo da barragem com as ombreiras, representadas esquematicamente na **Figura 4**, devem ser inspecionadas visando à detecção de:	• percolação: detectar sinais aparentes de surgências a jusante; • fissuras e juntas: distinguir fissuras longitudinais e transversais, sua abertura, afastamento e profundidade (quando possível); • deslizamentos: detectar sinais aparentes de deslizamentos recentes e causas possíveis; • vegetação; • sinais de movimento: considerar movimentos globais não inseridos nos deslizamentos.
Crista	• Fendilhamento na superfície: analisar as fissuras longitudinais e transversais, abertura, profundidade e espaçamento. • Recalques: verificar visualmente o nivelamento dos guarda-corpos, passeios e pavimento na crista. • Movimentos laterais: os melhores indicadores de movimentos são os postes de iluminação, se existirem, os guarda-corpos laterais e os meios-fios. • Estado de conservação dos guarda-corpos: os guarda-corpos registram frequentemente os movimentos sofridos, quer por deslizamento de peças simplesmente apoiadas, quer por ruptura de peças rígidas. • Sobrelevação da crista: apreciação do alteamento da crista definida no projeto para compensar recalques pós-construção. • Sistema de drenagem e drenos obstruídos. • Passeio. • Alinhamento do meio-fio, quando existir.

Inspeções Regulares e Especiais

O QUE Observar?

Galerias	• Detecção de situações anômalas, designadamente, fissuras no concreto, infiltrações, movimentos de juntas e depósito de materiais, em barragens de concreto.
Estruturas auxiliares	• Vertedouro (ou sangradouro): ferragem exposta, fissuras no concreto, erosão, depressões, vegetação nas juntas, Reação Álcali-Agregado (RAA). • Tomada de água: corrosão, fissuras, infiltrações, RAA. • Comportas: corrosão, água estagnada nos braços, crescimento de vegetação, defeitos de vedação, deficiências dos equipamentos de manobra. • Canal de aproximação e de restituição: erosão, fissuras.
Instrumentação	• Estado dos instrumentos de medida instalados na obra.
Reservatório	• Erosões, assoreamentos, escorregamento dos taludes marginais, vegetação flutuante em excesso, troncos de árvores etc.

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens de Terra

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Surgências

A **surgência** é a ocorrência de água, por percolação, na face do paramento de jusante da barragem, nas ombreiras, no pé de jusante e na faixa logo a jusante do pé da barragem.

- A percolação dessa água pode ter as seguintes consequências:

- - originar um processo de erosão interna (piping)

- - aumentar as poro pressões e saturação do maciço e da fundação, com
- consequente perda de resistência.

O contato do aterro com uma ombreira rochosa é especialmente favorável à ocorrência de erosões, razão pela qual o aterro, nessa interface, deve exibir adequadas características de plasticidade, teor em água e compactação

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens de Terra

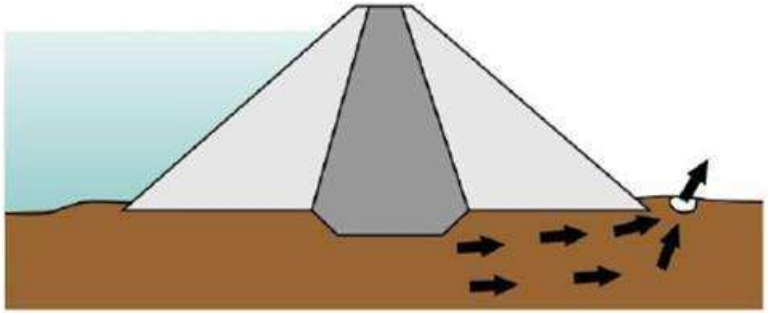
VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

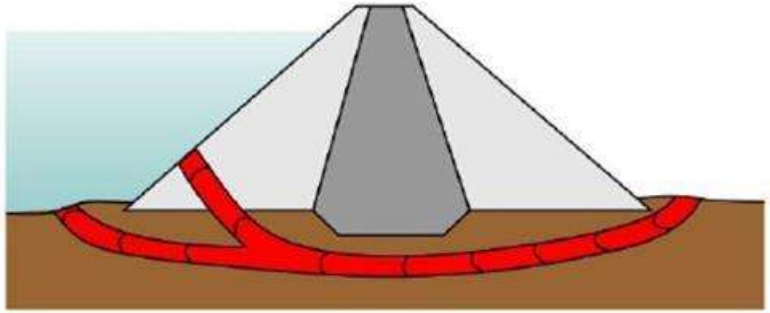
- A percolação no corpo da barragem e na sua fundação pode ser controlada pelos seguintes dispositivos: **filtros e drenos internos** (verticais ou inclinados), que interceptam e descarregam o fluxo com segurança; **tapete horizontal; e dreno de pé.**
- Os **poços de alívio**, instalados junto ao pé de jusante, objetivam aliviar as subpressões dos materiais mais permeáveis, subjacentes à camada menos permeável (argilosa). Ajudam também a controlar a direção e a quantidade de fluxo sob a barragem. Essas subpressões podem provocar erosão interna do material de fundação e instabilidade do maciço.
- Na **inspeção**, recomenda-se :localizar os pontos de surgência; medir as vazões e a turbidez da água ; esclarecer se o reservatório é a fonte da percolação, pois o aumento da vazão com o nível do reservatório estabilizado é preocupante.
- No caso de haver **saída do material**, recomenda-se: verificar a granulometria do material carreado e medir a vazão.
- Na inspeção dos **poços de alívio**, observar: a locação de cada poço em relação ao indicado no projeto ; se há fluxo de água: medir sua vazão e turbidez;

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Surgências – Barragens de Terra





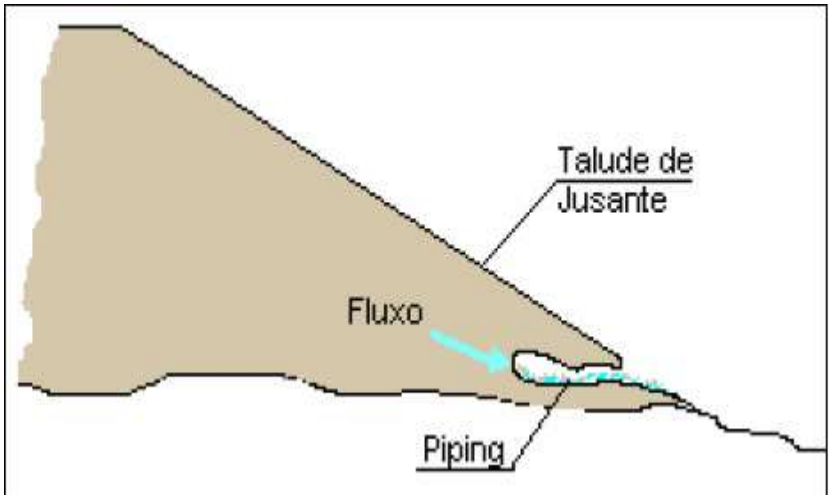
Início → **Continuação** → **Progressão** → **Rotura**

Surgências ao longo da fundação

Continuação da erosão

da erosão com tubulação

mecanismos



Anomalias e suas consequências

Fissuras longitudinais e Transversais

Barragens de Terra

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Fissuras

As longitudinais e transversais (externas e internas) são geradas por recalques diferenciais entre seções do maciço constituídos por diferentes materiais ou entre o maciço e as ombreiras podem indicar deslizamentos ou ruptura de fundação e provocar infiltrações de água do reservatório.

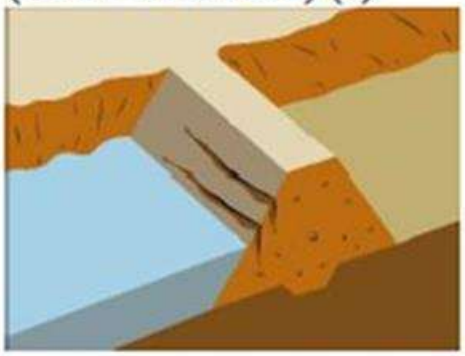
As fissuras longitudinais têm um andamento paralelo ao desenvolvimento linear da barragem, enquanto as transversais situam-se em planos que interceptam horizontal ou verticalmente o aterro.

Dimensão	Abertura (mm)	Designação
pequena	$0,2 < e \leq 1$	pequena
média	$1 < e \leq 5$	significativa (trinca)
grande	$e > 5$	pronunciada (rachadura)

Anomalias e suas consequências
Tipos mais frequentes
Barragens de Terra

FISSURAS (RACHADURAS) TRANSVERSAIS (2)

FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS) (2)



Anomalias e suas consequências
Tipos mais frequentes
Barragens de Terra

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Instabilidade de taludes

A instabilidade dos taludes está relacionada com a ocorrência de deslizamentos e deslocamentos e pode ser agrupada em duas categorias:

- ruptura superficial;
- ruptura profunda.

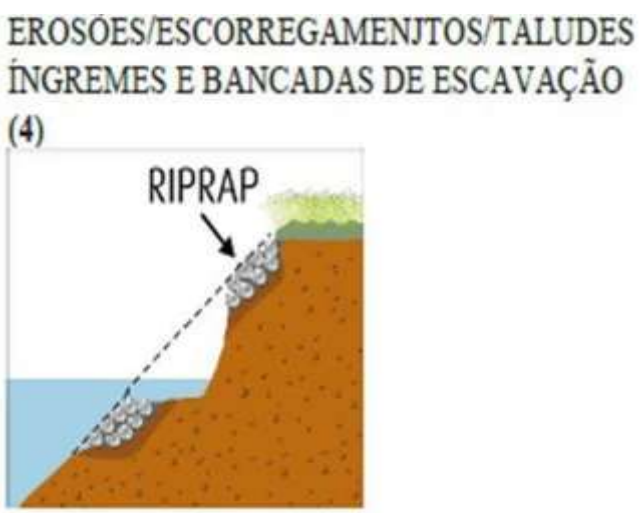
- A **ruptura superficial** pode ocorrer no talude de montante ou de jusante nas seguintes situações:

- *talude de montante: rebaixamento rápido com deslizamentos superficiais, que não causa ameaça à integridade da barragem, mas pode gerar obstrução da tomada de água e deslizamentos progressivos mais profundos;*

- *talude de jusante: deslizamentos rasos provocam aumento na declividade do talude e podem indicar perda de resistência do maciço, por saturação do talude, percolação ou fluxo superficial*.

Anomalias e suas consequências
Tipos mais frequentes
Barragens de Terra

- A **ruptura profunda** é uma séria ameaça à integridade da barragem, sendo caracterizada por:
- *talude de deslizamento íngreme bem definido;*
- *movimento rotacional e horizontal bem definido;*
- *fissuras (trincas ou rachaduras) em formato de arco.*



Anomalias e suas consequências
Tipos mais frequentes
Barragens de Terra

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Depressões

As depressões podem ser localizadas ou abrangentes e causadas por recalque no maciço ou fundação. Os recalques podem resultar na redução da borda livre e representar uma potencial situação para o transbordamento da barragem durante o período das cheias.

A ação das ondas no talude de montante pode remover, em especial, o material da camada de apoio (transição) do rip-rap ou, ainda, o próprio, se mal colocado ou de granulometria deficiente, descalçando-o e formando uma depressão quando o material recalca sobre o espaço vazio.

Podem, ainda, ser causadas por erosão regressiva ou piping, com o subsequente colapso do material sobrejacente.

As depressões podem ser de dois tipos :

- recalques localizados, que apresentam inclinações suaves em formato de bacia;
- afundamentos (sinkholes), que apresentam lados íngremes por colapso devido a um vazio no solo subjacente

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens CONCRETO

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Movimentos diferenciais entre blocos

- As deformações permanentes das barragens de concreto manifestam-se, em geral, por movimentos nas juntas. A detecção desses movimentos é particularmente importante na vizinhança de equipamentos hidromecânicos, como as comportas, cujo funcionamento pode ser posto em causa.
- O controle do funcionamento das comportas requer especial cuidado no caso de barragens afetadas por reações expansivas (RAA, entre outras), dado que as expansões que se desenvolvem no concreto podem afetar o funcionamento desses equipamentos.

Surgências

- Em algumas barragens, são instalados dispositivos de drenagem que permitem conduzir a água infiltrada no corpo das obras para galerias ou áreas a jusante, limitando a instalação de subpressões

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens CONCRETO

- No entanto, podem por vezes ocorrer percolações através do corpo da barragem, em regra pelas juntas deficientemente tratadas, como as juntas de contração, de concretagem ou de contato entre materiais diferente.
- As infiltrações a que correspondem fluxos e velocidades elevados contribuem para a deterioração do concreto, por lavagem dos materiais mais finos, e para o desenvolvimento de reações químicas que estão na origem de diversas anomalias.

Fissuras

- No caso das barragens de concreto, observam-se frequentemente fissuras de diversos tipos. As variações diárias de temperatura originam, em regra, uma fissuração superficial, que não é relevante para as condições de segurança das estruturas.

- Podem também se desenvolver fissuras associadas a deficiências do projeto ou de construção ou mesmo ao envelhecimento das estruturas, que afeta essencialmente as condições de funcionamento (nomeadamente, o funcionamento de comportas e outros equipamentos).

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens CONCRETO

- As fissuras que se desenvolvem nas barragens de concreto podem ser classificadas de forma semelhante às que se desenvolvem nas barragens de aterro, sendo frequente classificá-las em quatro tipos, sendo neste caso definidas também fissuras capilares.

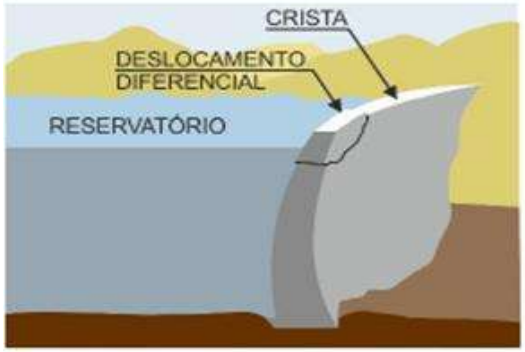
Abertura (mm)	Designação
e ≤ 0,50	Fissura
0,50 < e ≤ 1,50	Trinca
1,50 < e ≤ 5,00	Rachadura
5,00 < e ≤ 10,00	Fenda
e > 10,00	Brecha

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

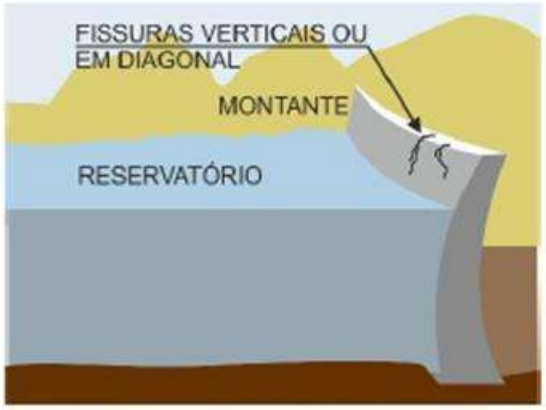
Barragens de CONCRETO

DESLOCAMENTOS DIFERENCIAIS NAS JUNTAS (4)



ABERTURA E INFILTRAÇAO DAS JUNTAS (3)

FISSURAS SUPERFICIE (1)



Barragem de Foz de Areia-Fissuras na Face de Concreto

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens CONCRETO

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Deterioração devida a expansões associadas a reações químicas – RAA

- Os processos expansivos associados a algumas reações químicas entre os elementos que constituem o concreto originam deformações e fissuras no concreto que podem afetar as condições de funcionalidade e mesmo de segurança das estruturas.

- Esses processos são, em geral, agravados pela presença da água, que, por sua vez, é facilitada pela abertura das fissuras.

- **Reação Álcalis Agregados (RAA)** é uma reação química que ocorre entre íons alcalinos presentes no concreto e alguns minerais reativos.

- A reação gera produtos expansivos (gel) capazes de microfissurar o concreto, causando a perda de elasticidade, resistência mecânica e durabilidade (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

Anomalias e suas consequências

Tipos mais frequentes

Barragens CONCRETO

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br

Reações Álcalis e Agregados-RAA

Inspeções Regulares e especiais

Relatório de Inspeção

- Tipo e descrição das **anomalias** ,que inclui data da detecção, magnitude, nível de perigo, localização ou estrutura afetada e causas prováveis;
- comparativo com inspeção de segurança regular anterior;
- classificação do **nível de segurança** da barragem :normal , atenção , alerta e emergência
- indicação de **medidas necessárias** à garantia da segurança da barragem.
- **fichas de inspeção** onde estarão listadas as anomalias encontradas , sua localização e situação.
- avaliação da **instrumentação** disponível na barragem;

Revisão Periodica

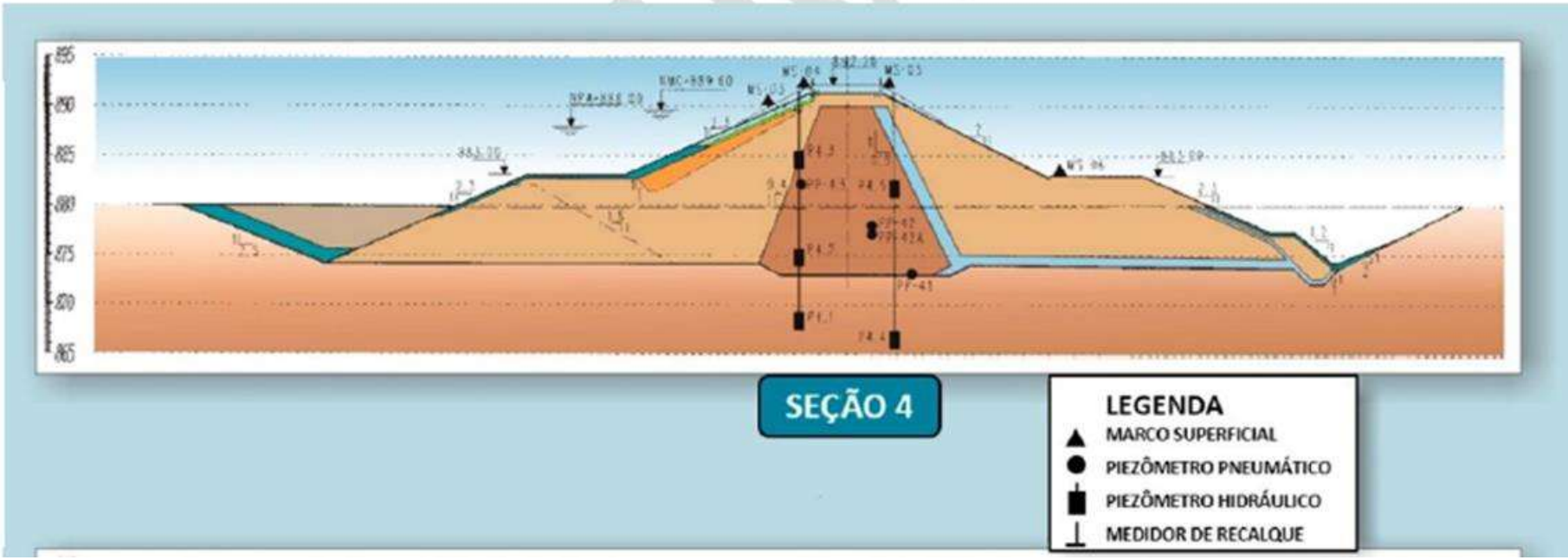
Revisão Periódica de Segurança

	Classe da Barragem		
	A	B	C
Periodicidade	5 anos	7 anos	10 anos

- A Revisão Periódica de Segurança de Barragem tem o objetivo de verificar a situação atual da barragem e estruturas associadas considerando o estado atual da arte abrangendo :

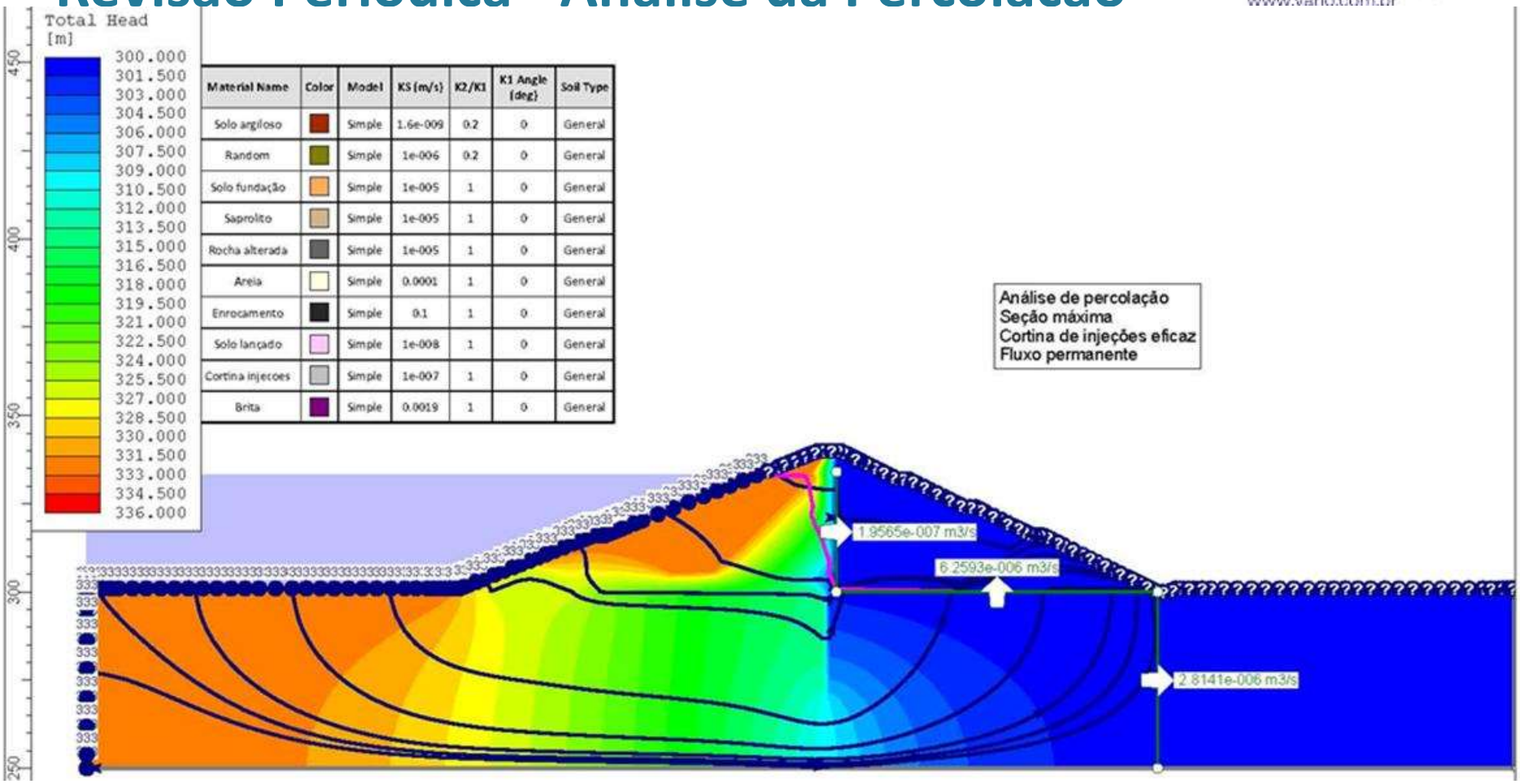
- Coleta da documentação da Barragem e Dados Basicos
- Inspeção detalhada da barragem e estruturas associadas
- Estudos Hidrológicos
- Estudos Geológico –Geotécnicos
- Estudos de Comportamento da fundação e maciço da barragem
- Avaliação da Estruturas Extravasoras e de Operação

Revisão Periódica - Instrumentação



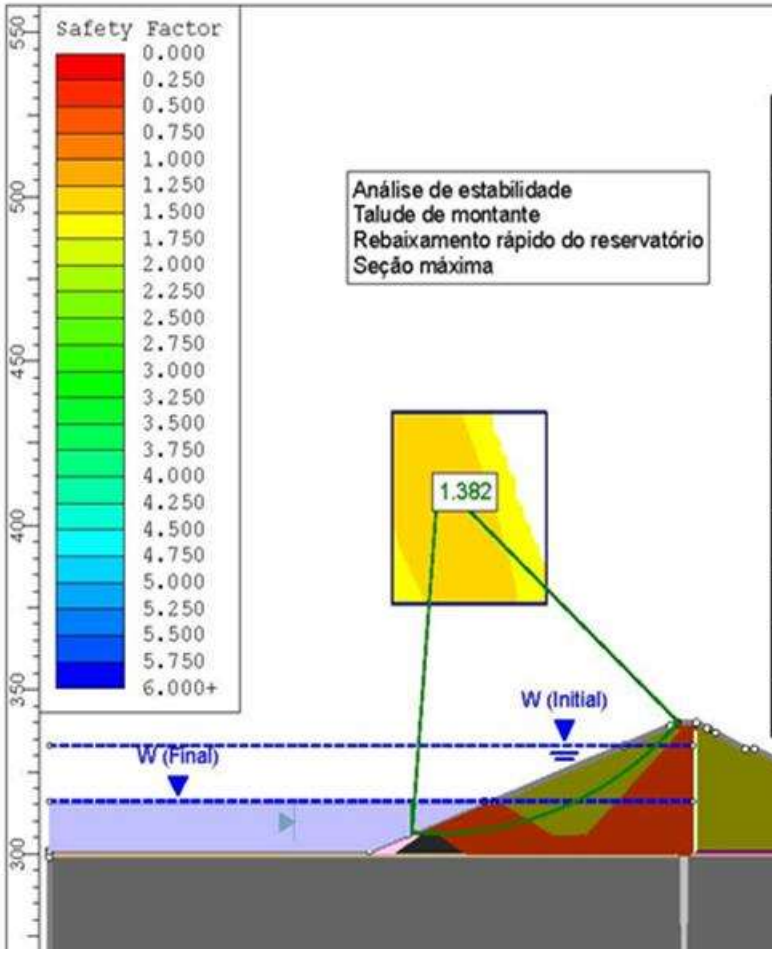
Revisão Periódica - Analise da Percolacão

VARIO ECP
Engenharia, Consultoria e Projetos
www.vario.com.br



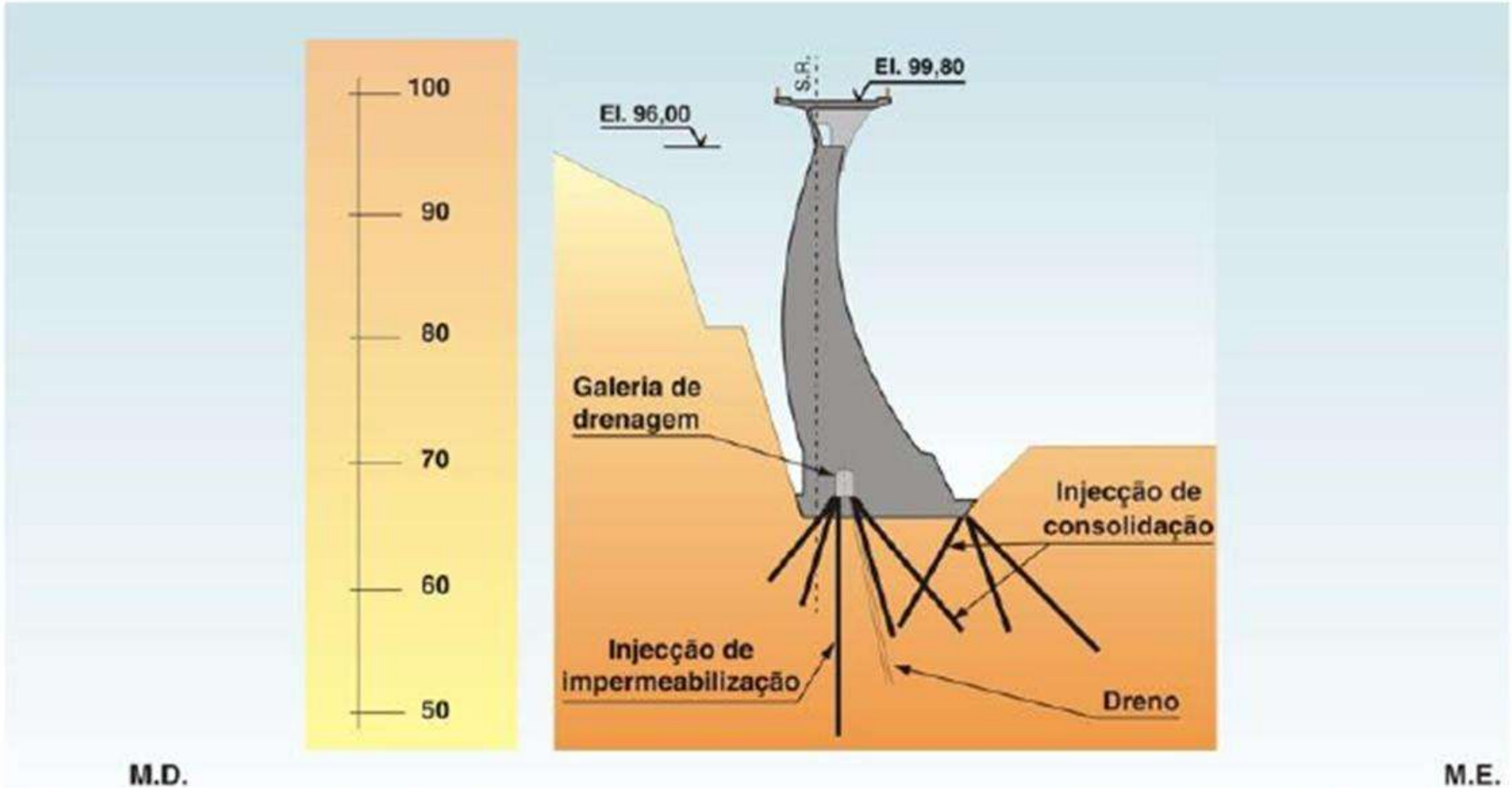
Material Name	Color	Model	KS (m/s)	K2/K1	K1 Angle (deg)	Soil Type
Solo argiloso		Simple	1.6e-009	0.2	0	General
Random		Simple	1e-006	0.2	0	General
Solo fundação		Simple	1e-005	1	0	General
Saprolito		Simple	1e-005	1	0	General
Rocha alterada		Simple	1e-005	1	0	General
Areia		Simple	0.0001	1	0	General
Enrocamento		Simple	0.1	1	0	General
Solo lançado		Simple	1e-008	1	0	General
Cortina injecoes		Simple	1e-007	1	0	General
Brita		Simple	0.0019	1	0	General

Revisão Periodica-Analise de Estabilidade

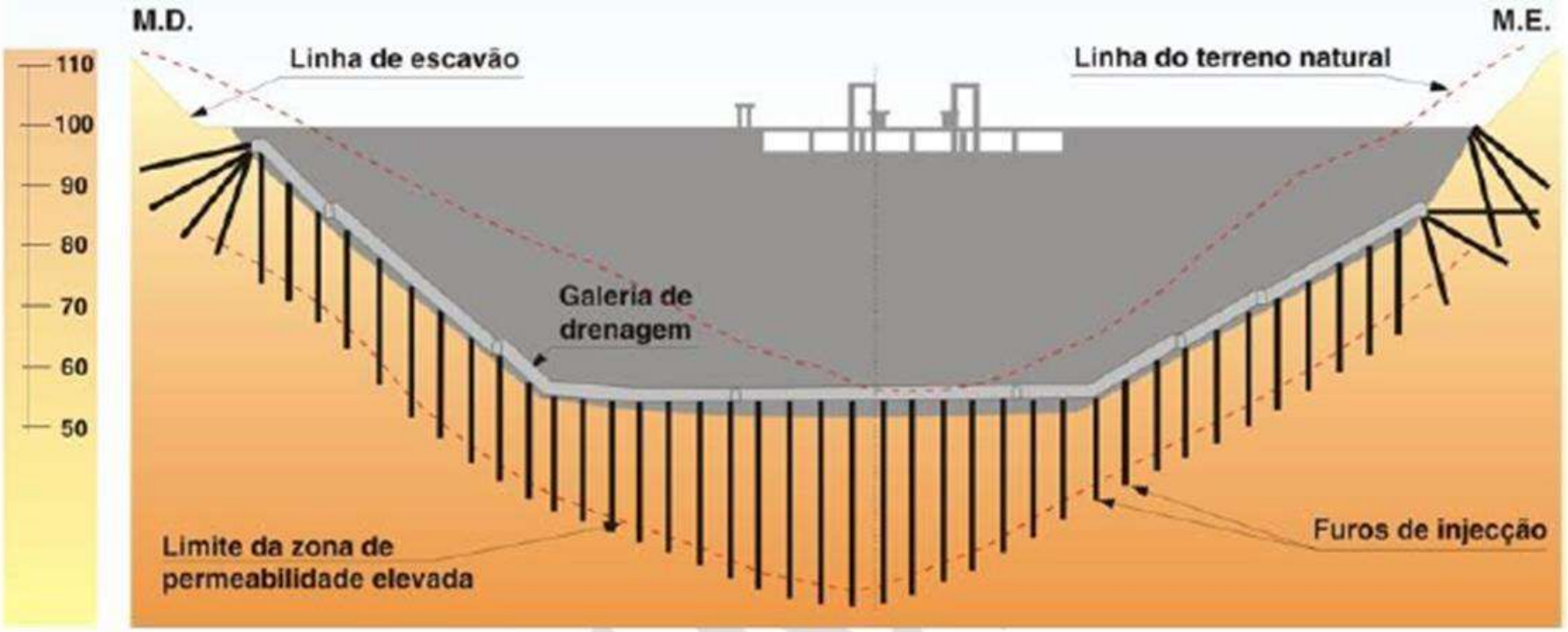


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Rapid Drawdown (RD) Undrained Strength	RD Envelope Type	Water Surface	Hu Type	Hu
Solo argiloso		19	Mohr-Coulomb	0	30	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Random		19	Mohr-Coulomb	3.8	27.7	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Solo fundação		18	Mohr-Coulomb	0	30	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Saprolito		19.5	Mohr-Coulomb	50	35	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Rocha alterada		22	Mohr-Coulomb	250	42	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Areia		20	Mohr-Coulomb	0	35	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Enrocamento		20	Mohr-Coulomb	0	35	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Solo lançado		18	Mohr-Coulomb	5	30	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Cortina injecoes		22	Mohr-Coulomb	250	42	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1
Brita		20	Mohr-Coulomb	1	35	No	Total stress R linear	Water Surface	Custom	1

Revisão Periodica-Maciço de Concreto em



Revisão Periódica- Tratamento de Fundação



CONTATO

SRTV/Sul, Quadra 701, Ed. Centro Empresarial Brasília
Bloco C, Sala 229
Brasília - DF
CEP: 70.340-907
Telefone: (61) 3327-2436

Wilson Sampaio Sahade
Celular : (61) 9 96769868
Email : wsahade@vario.com.br

Equipe Técnica

WILSON SAMPAIO SAHADE

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia –1969-CREA 3371 D e **Mestre em Ciências em Engenharia Civil – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro- -PUC-1970 a 1973 – Mecânica dos Solos, Fundações e Barragens** ; Curso de Extensão em Fundações-Escola Nacional do Rio de Janeiro – 1973.

Atuou no período 1972-1985 nas funções de engenheiro de obras, projetista de barragens, coordenador de projetos de obras hidráulicas barragens de terra e de enrocamento , aproveitamentos múltiplos de saneamento básico, irrigação, hidrelétricas, estabilização e contenções de taludes e encostas da **Geotécnica S.A** destacando-se as obras : Aproveitamento Múltiplo de Pedra do Cavalo-Abastecimento d'água, irrigação e geração de energia para a Desenvale -Bahia. Usina Hidrelétrica de São Simão-MG-GO para a CEMIG-2.650 MW.

Participou como Coordenador em mais de 20 de Projetos de Barragens tais como as Barragens de Gorutuba- CODEVASF-MG, Barragem do Cruzeiro-DNOCS, Carangueja-CASAL-AL e Iguape-BA Rio Remédios-AL, São José do Jacuipe BA, Rio Antonio- Brumado BA e Projeto Tapira - VALEP.

Atuou como **Superintendente da EPP-Energia Elétrica , Promoção e Participações(1994-2004**) do Grupo OAS criada em 1990 com o objetivo de desenvolver estudos de viabilização de projetos hidrelétricos e gerenciar a obtenção de recursos para a implantação de empreendimentos privados de geração de energia onde se destacam as Usinas Hidrelétricas de Queimado com Potencia Instalada de 105 MW para o Consorcio CEMIG-CEB e Candonga com Potencia Instalada de 140 MW para o Consorcio EPP-VALE. Exerceu a função de Presidente do Consorcio EPP-VALE na construção da Hidrelétrica de Candonga .

Participou na função de **Superintendente da Area de Energia** como representante da OAS no Conselho Supervisor das Empresas do Consorcio Construtor- CCBM da **Usina de Belo Monte** (11.000 MW) na contratação das obras, acordos consorciais e decisões estratégicas para implantação das obras (2010-2011).

FABIO DIAS

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília em 1997 com Mestrado em Projetos pela Fundação Getúlio Vargas em 2002 -CREA-9825/D-DF

Em 2002 fundou a **VARIO ECP**, empresa de Consultoria e Projetos com foco em fontes alternativas de energia. Como Diretor Presidente da VARIO ECP assessora clientes com portfólios variados, incluindo usinas térmicas em sistemas isolados, Pequenas Centrais Hidrelétricas, usinas eólicas e centrais solares fotovoltaicas, acompanhando processos de interesse junto à ANEEL e MME e identificando potencias áreas de atuação para incremento de negócios e parcerias..

Iniciou sua carreira profissional na ENERGÉTICA-TECH Consultoria Ltda., empresa de Consultoria no Setor Elétrico Brasileiro, onde atuou como Diretor Técnico em atividades de assessoramento a clientes nos processos de privatização de empresas do setor elétrico brasileiro, acompanhamento da criação da Agência Nacional de Energia Elétrica e formatação de todo o quadro institucional e regulatório do novo modelo para o Setor Elétrico Brasileiro. Também executou atividades relacionadas à eficiência energética e estudos de viabilidade para implementação de pequenas centrais hidrelétricas.

Em 2003 foi convidado a assumir a função de Diretor Executivo da Associação Brasileira dos Pequenos e Médios Produtores de Energia Elétrica – APMPE, associação de classe do setor elétrico que reunia os empreendedores em Pequenas Centrais Hidrelétricas, Centrais Térmicas a Biomassa e Centrais Eólicas, quando se envolveu nas questões técnicas e institucionais de interesses dos Associados, estabelecendo uma excelente relação com os representantes do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Energia Elétrica, Eletrobrás, permanecendo até 2010.

PAULO VILAS-BÔAS MACHADO

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia – UFBA-1976, **pós-graduação em engenharia civil, área de geotecnia, na PUC – RJ-1977** e pós-graduação em segurança de barragens pela Universidade Federal da Bahia – UFBA-2015. CREA 9550-D - 3ª Região. **Trabalhou na Geotécnica S.A(1978-1979)(1980-1986)**

Há 39 anos atuando na elaboração de estudos e projetos, nas fases de viabilidade, projetos básico e executivo, e em gerenciamento de empreendimentos especialmente *em projetos de barragens de terra, de enrocamento e de concreto, fundações, contenções de taludes e pequenas centrais hidrelétricas, supervisão e gerenciamento de obras de barragens, serviços especiais de engenharia e segurança de barragens.*

Como consultor independente participou como engenheiro de projetos e de segurança de barragens nas PCH´S Tamanduá, Pedras, Vereda, Cachoeira Grande, Juracitaba, Santa Clara, Mascote, Taquarizinho, Cachoeira da Lixa, Colinos 1 e 2 para a Renova Energia. Além disso, participou como projetista de mais de 20 barragens entre elas a barragem do Cruzeiro no rio Itapecuru –Bahia e do gerenciamento da Barragem de Pedra do Cavalo, rio Paraguaçu –Bahia com altura de 140 m .

JOSE MARIO MIRANDA

Engenheiro Civil, pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia UFBA.-1971, com curso de especialização em Hidrologia Aplicada, realizado em 1973 no **Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH da UFRGS** Consultor nas áreas de Engenharia Civil e Recursos Hídricos e Hidrologia, Diretor Técnico do NR-BA do CBDB. Trabalhou na **Geotécnica S.A (maio 1975-agosto 1989)**

Participou diretamente como Consultor e/ou Gerente de Projetos em Empresas de Consultoria mais de duzentos trabalhos, compreendendo: *estudos hidrológicos de barragens; aproveitamentos hidrelétricos; sistema de abastecimento de água; planejamento de recursos hídricos; projetos de irrigação; estudos ambientais; e sistemas de drenagens pluviais.*

Destacam-se os Estudos hidrológicos para a Renova o inventário dos aproveitamentos hidrelétricos das bacias dos rios Balsas ,Jequié , Corrente e Surpresa na Bahia,UHE Rondon para a Eletrogoes, Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental e Anteprojeto de Engenharia do Canal do Sertão Baiano, a partir do Rio São Francisco, para garantir o suprimento hídrico das bacias hidrográficas do Tatauí, Salitre, Tourão/Poção, Itapicuru e Jacuípe para a CODEVASF Balanço Hídrico das Regiões de Planejamento e Gestão da Água para a revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia para o INEMA e Estudos Hidrológicos para mais de 30(trinta) barragens no Estado da Bahia.

MICHEL SAHADE DARZÉ

Engenheiro Civil, pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia UFBA.-1985 com **Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos no Superior Técnico de Lisboa-Portugal**. Engenheiro Civil especializado em Hidráulica, Recursos Hídricos e Saneamento, com experiência em consultoria e projetos de: *sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, drenagem , barragens, irrigação, análise hidráulica de sistemas ramificados, análise de transientes hidráulicos de sistemas sob pressão.* Professor Assistente III, das disciplinas Fenômenos de Transportes e Hidráulica, do Curso de Engenharia Civil da UCSal - Universidade Católica do Salvador, desde 1993. Professor Titular das disciplinas Fenômenos de Transportes e Hidráulica do Curso de Engenharia Civil da UNIFACS, Universidade Salvador, desde 2001.**Trabalhou na Geotécnica S.A (1982-1985)**

Tem atuado como Consultor e/ou Engenheiro Especialista em Hidráulica nas áreas Recursos Hídricos e Saneamento, principalmente no estado da Bahia, destacando-se os seguintes clientes: EMBASA, Renova Energia, Hydros, Trento, Geohidro, Envgeo, Foz do Brasil, Sanear

Destacam-se os Projeto Básico das estruturas hidráulicas integrantes das PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas de Pedras, Vereda, Cachoeira Grande e Tamanduá, no Oeste do Estado da Bahia) além de estudos e projetos de diversas outras PCHs, para a Renova Energia, 2008 a 2011 e mais de 20(vinte) projetos básicos e executivas de barragens para a CERB e EMBASA.

Análises de Regimes Transitórios Hidráulicos (Golpe de Aríete) para de mais de uma centena de sistemas sob pressão, (sistemas por recalque e por gravidade) em elevatórias