



COBA, S.A.
COBA, LTDA.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

WORKSHOP

**CLASSIFICAÇÃO DE RISCO:
CASOS DE APLICAÇÃO**

BRASÍLIA, 16-18 JULHO DE 2013



1



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Índice

- > *Formulário para obtenção dos dados para classificação*
 - *objetivos*
 - *organização*
 - *pré-visualização*

- > *Classificação de risco: casos de aplicação*
 - *estado de conservação*

- > *Plano de Segurança*

Formulário de classificação

- **Objetivo**
 - Orientar/auxiliar o agente de classificação
 - dispor de questionário estruturado e completo para obtenção de informação sobre as barragens que oriente o agente de classificação
 - tipos de informação
 - Indispensável para realizar a classificação (obrigatórios)
 - Complementar (informativa, que ajuda a caracterizar o barramento)
- **Características**
 - Interface web para recolha de dados
 - Integrável com o SNISB
 - Validação de dados obrigatórios



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Classificação (anexo da Lei 143/2012)

| Confiabilidade das estruturas extravasoras (g) | Confiabilidade das estruturas de adução (h) | Percolação (i) | Deformações e recalques (j) | Deterioração dos taludes / parâmetros (k) | Eclusa (*) (l) |
|---|---|--|--|--|---|
| Estruturas civis e hidroelétricas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0) | Estruturas civis e dispositivos hidroelétricos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0) | Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0) | Inexistente (0) | Inexistente (0) | Não possui eclusa (0) |
| Estruturas civis e hidroelétricas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4) | Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4) | Umidade ou surgência nas áreas de jusante, parâmetros, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3) | Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1) | Falhas na proteção dos taludes e parâmetros, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1) | Estruturas civis e hidroelétricos bem mantidas e funcionando (1) |
| Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente. (7) | Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6) | Umidade ou surgência nas áreas de jusante, parâmetros, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5) | Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5) | Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5) | Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2) |
| Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10) | - | Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8) | Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (8) | Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7) | Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4) |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

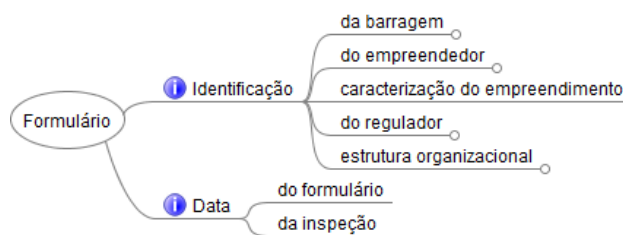
Organização do formulário



- formulário reproduz a estrutura lógica do legislador e do Anexo
- é exaustivo: contém “todas” as hipóteses que conduzem à classificação em cada descritor (coluna) do Anexo

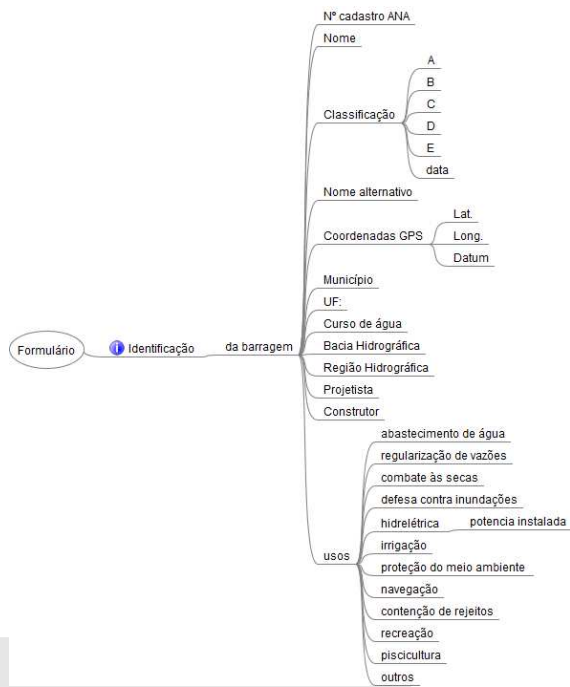
Elementos informativos

Características gerais



Elementos informativos

da barragem



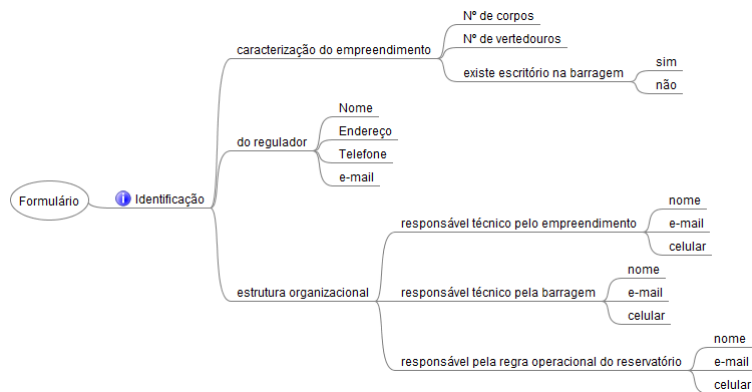
Elementos informativos

do empreendedor

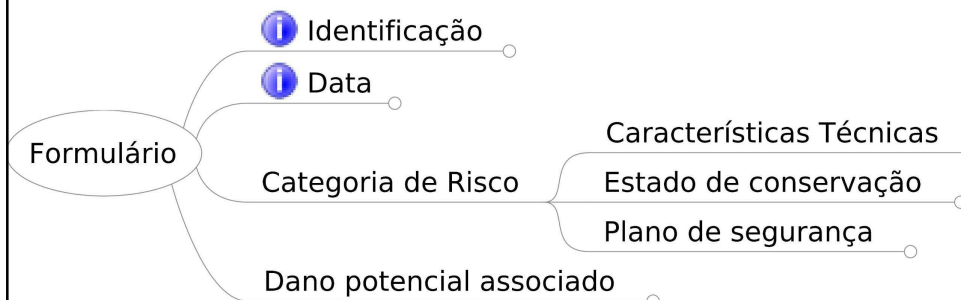


Elementos informativos

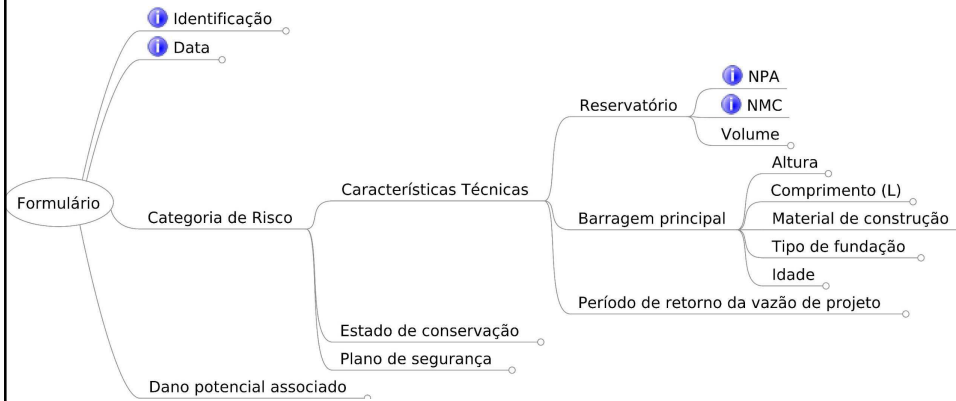
outros elementos



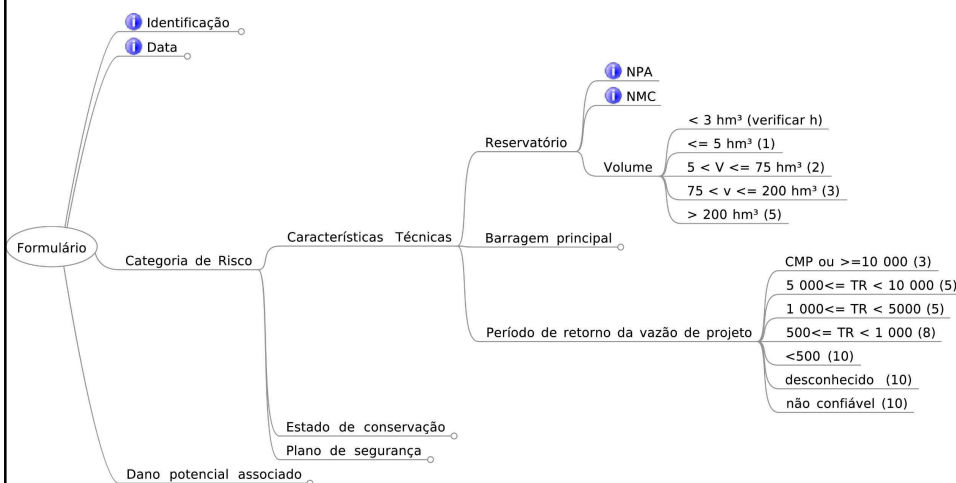
Categoria de risco



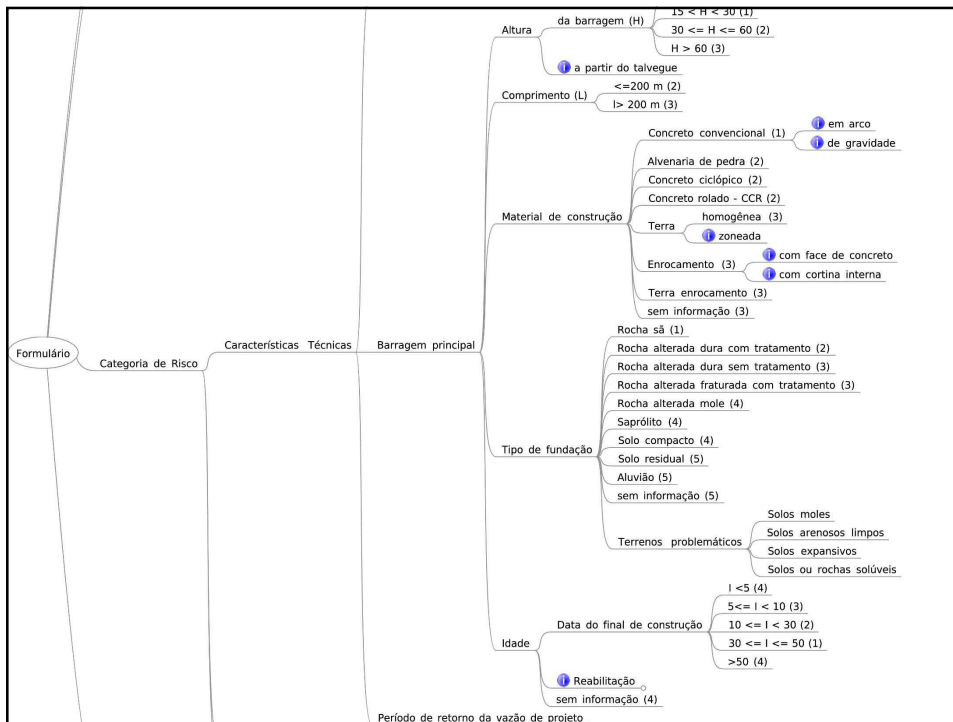
Características técnicas



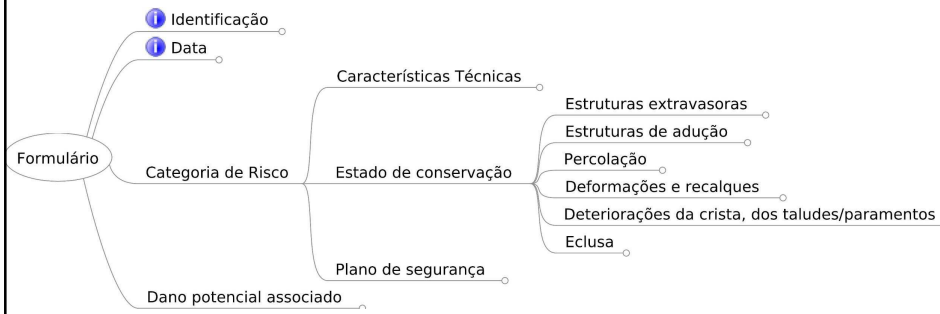
Características técnicas



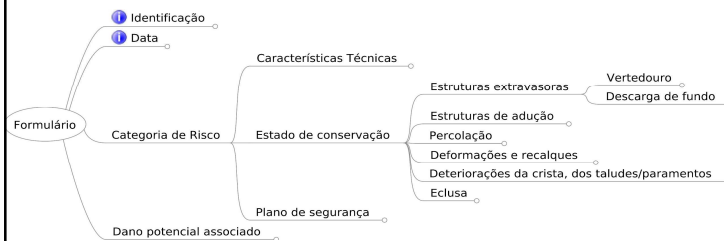
Características técnicas (barragem principal)



Estado de conservação

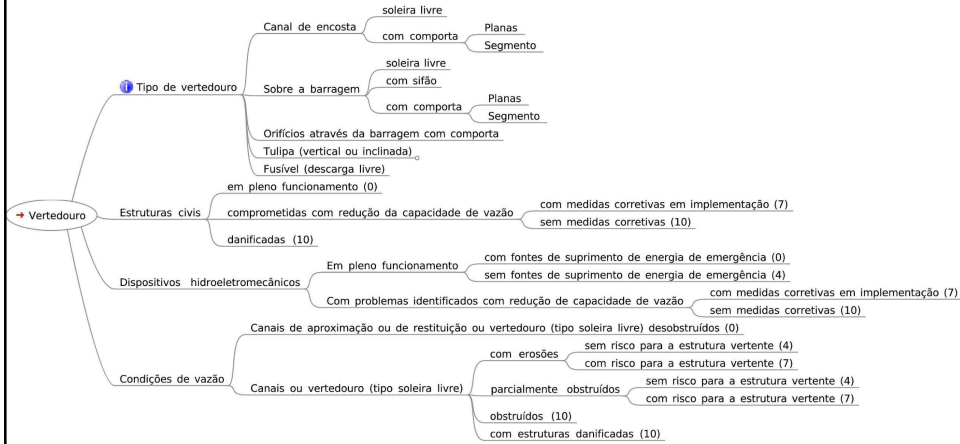


Estruturas extravasoras

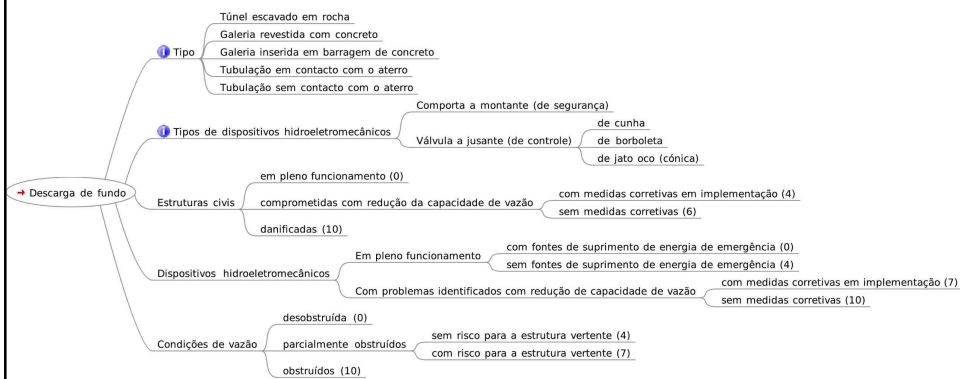


| Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (3) |
|--|
| Estruturas civis e hidroelétricas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (6) |
| Estruturas civis e hidroelétricas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente (4) |
| Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente (7) |
| Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas identificadas (10) |

Vertedouro



Descarga de fundo





Soleira livre em concreto. Canal escavado em solo natural e em rocha. Rachaduras na soleira de concreto. Vegetação de médio porte no canal de restituição

Passadiço sobre o vertedouro assente em pilares esbeltos (um em posição inclinada). Muro vertedouro em alvenaria de pedra

Ponderação - 4 -

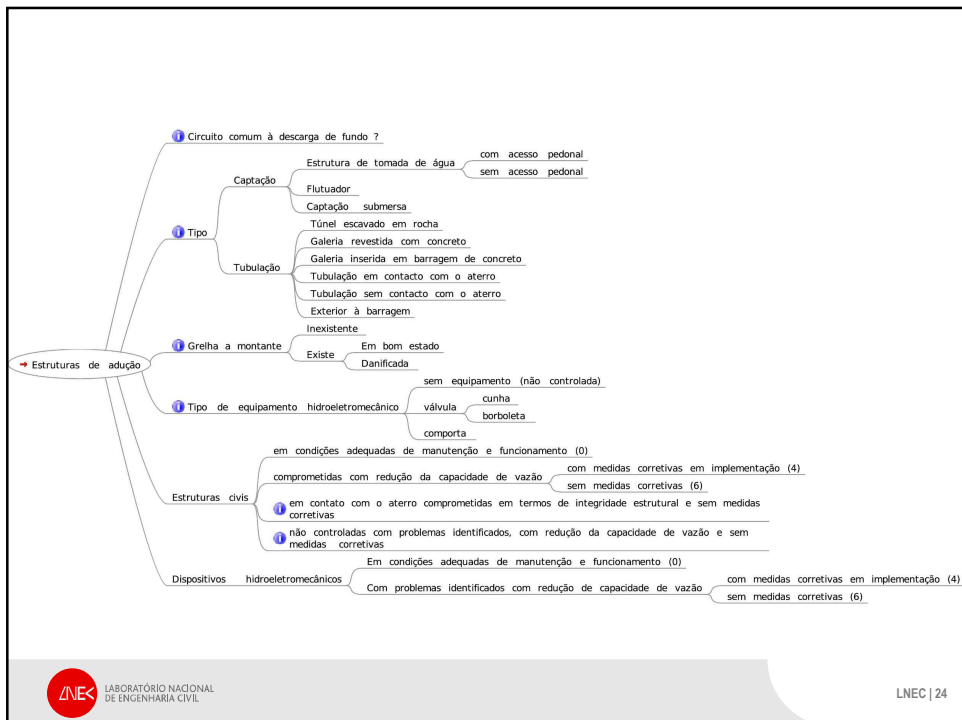
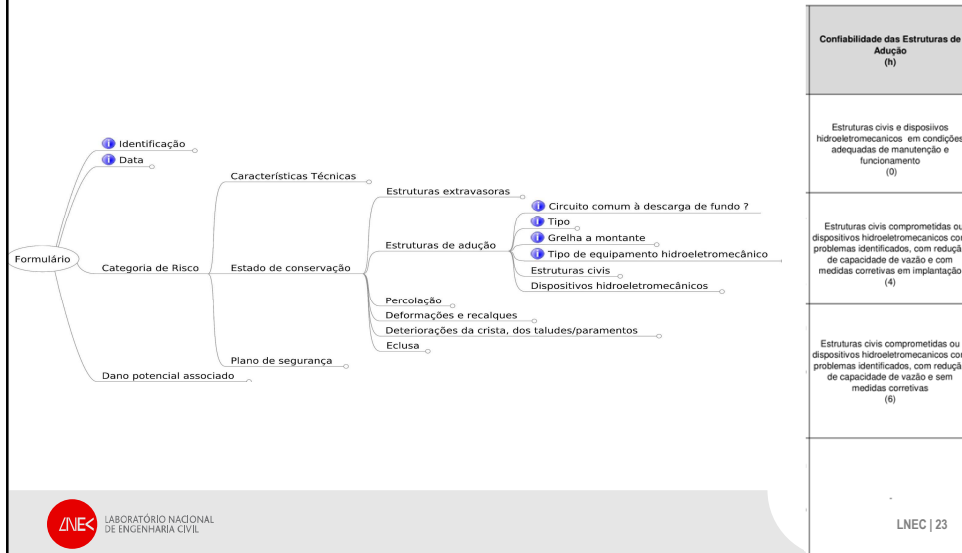


Soleira livre. Canal escavado Grande erosão a jusante do vertedouro principal no canal de restituição. Erosão no canal de aproximação e no sangradouro. Trinca nos muro lateral e descalçamento da laje da estrutura de concreto do canal de restituição. Histórico de arrombamento anterior

Ponderação - 10 -



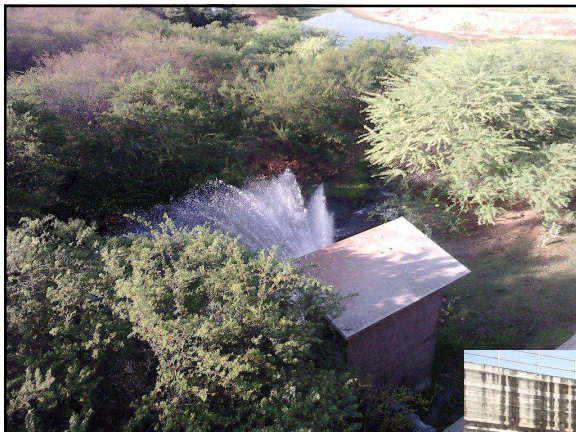
Estruturas de adução





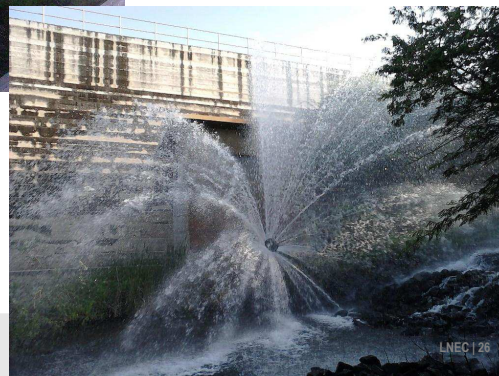
Direta, torre de comando, comporta plana, tubulação envelopada e registro a jusante
Possui regra de operação para a tomada d'água (conforme necessidade de atendimento a jusante); Sem estrutura de acesso e controle da tomada de água

Ponderação - 6 -



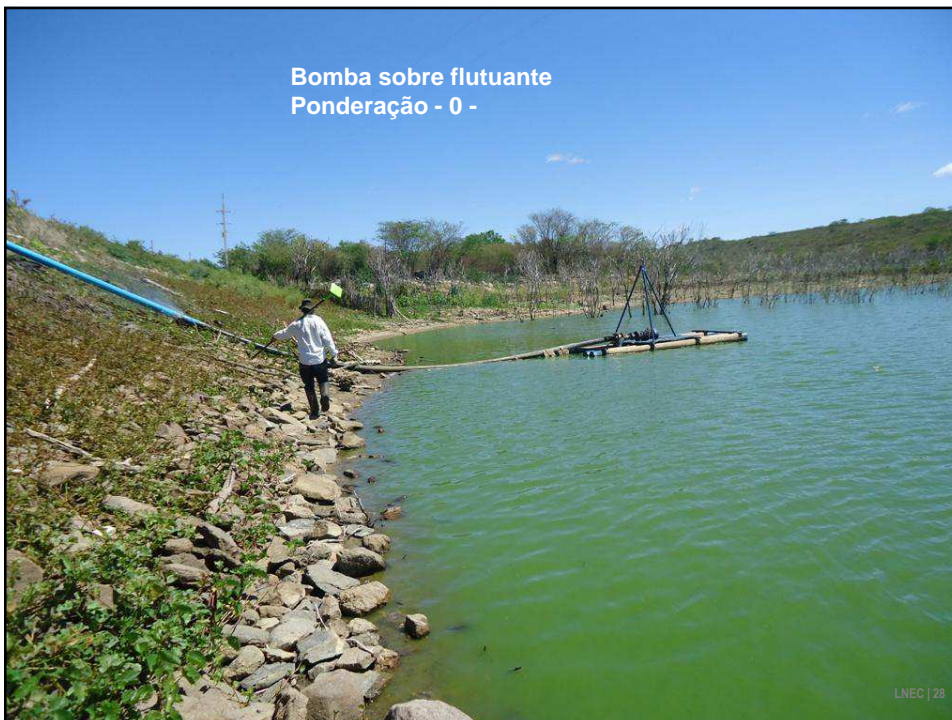
Tubo de vazão sanitária com válvula dispersora aberta.

Ponderação - 6 -

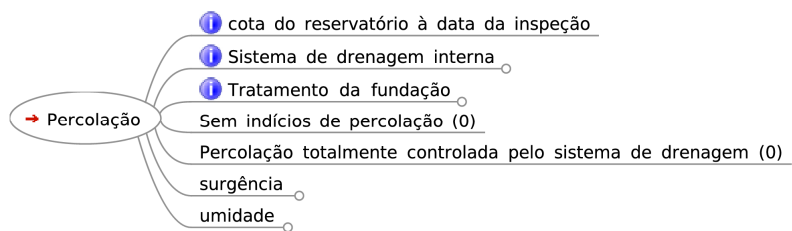


LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

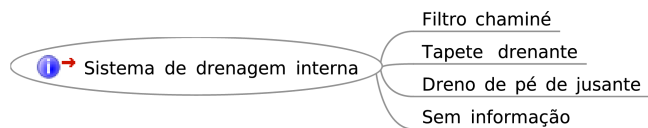
LNEC | 26



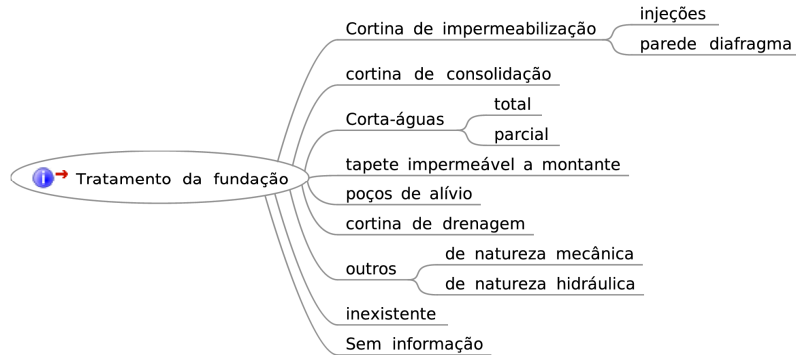
EC - Percolação



EC - P- Sistema de drenagem interna (i)



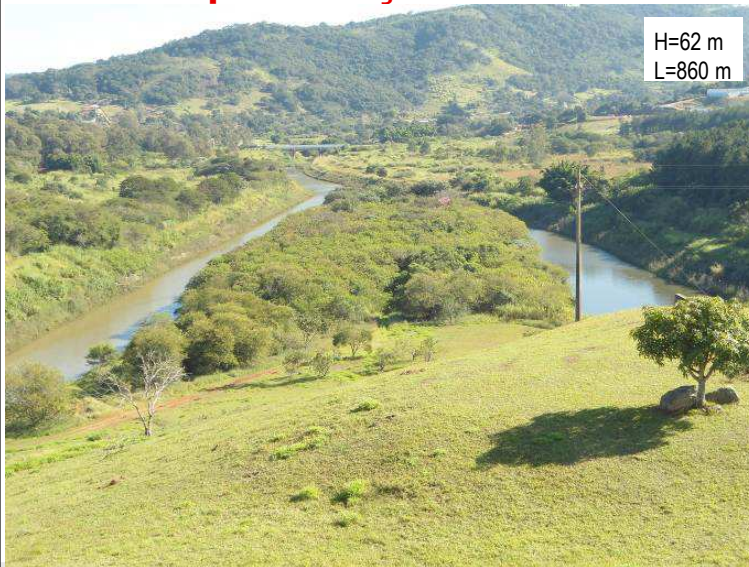
EC - P- Tratamento de fundação (i)



EC - P- ponderação (0, 3, 5 ou 8)



EC - P- ponderação 0



H=62 m
L=860 m



Percolação
(1)

Percolação totalmente controlada
pelo sistema de drenagem
(0)

EC - P- ponderação 0



51,75

680,58



Percolação
(1)

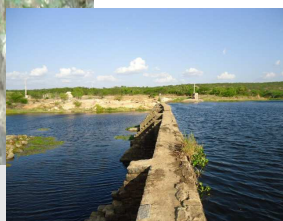
Percolação totalmente controlada
pelo sistema de drenagem
(0)

EC - P- ponderação 3

Surgências ocorrendo em vários pontos no pé da estrutura do vertedouro.

4,14

137,71



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Percolação
(1)

Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas
(3)

EC - P- ponderação 3

Sinais de zonas úmidas a jusante da barragem.

22,33

310,47



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Percolação
(1)

Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas
(3)

EC - P- ponderação 3

Zona úmida no pé do talude de jusante, no fundo do talvegue.

5,8

279,48



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Percolação
(1)

Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitorizadas
(2)

EC - P- ponderação 5

Surgência e zona alagada a jusante

7,47

266,67



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Percolação
(1)

Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico
(2)

EC - P- ponderação 8

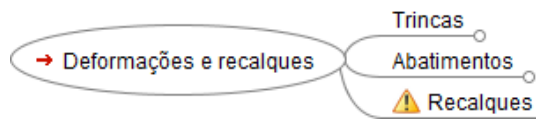


Percolação
(0)

Surgência nas áreas de jazante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente
(8)



EC - D e R- ponderação (0, 1, 5 ou 8)



Deformações e recalques
(0)

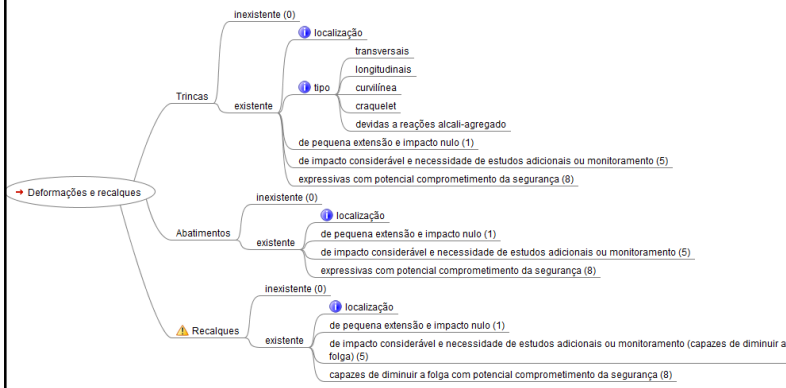
Inexistente
(0)

Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo
(1)

Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento
(5)

Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança
(8)

EC - D e R- ponderação (0, 1, 5 ou 8)



| |
|--|
| Deformações e recalques (0) |
| Inexistente (0) |
| Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1) |
| Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5) |
| Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (8) |

EC - D e R- ponderação 0

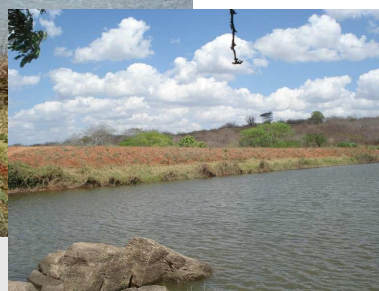


| |
|-----------------------------|
| Deformações e recalques (0) |
| Inexistente (0) |

EC - D e R- ponderação 0

8,21

146,04



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deformações e recalques
(0)

Inexistente
(0)

EC - D e R- ponderação 1

Crista da barragem de fechamento esquerda não regular.

7,07

605,53



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deformações e recalques
(0)

Existência de trincas e abatimentos
de pequena extensão e impacto nulo
(1)

EC - D e R- ponderação 1

Ondulações e depressões na crista devido ao trafego de veículos

9,08

672,14



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deformações e recalques
(1)

Existência de trincas e abatimentos
de pequena extensão e impacto nulo
(1)

EC - D e R- ponderação 5



Existência de trincas e fissuras em toda a extensão da crista. Burado
na crista com 0,5 m de profundidade

14,9

742,03



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Deformações e recalques
(1)

Existência de trincas e abatimentos
de impacto considerável gerando
necessidade de estudos adicionais
ou monitoramento
(5)

EC - D e R- ponderação 5



| | |
|----------------------|------|
| Ondulação da crista. | 7,41 |
| | 280 |



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Deformações e recalques
(1)

Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento
(5)

EC - D e R- ponderação 8



| | |
|--|-----|
| Erosão na crista, ondulação e afundamento. | 4,8 |
| | 604 |



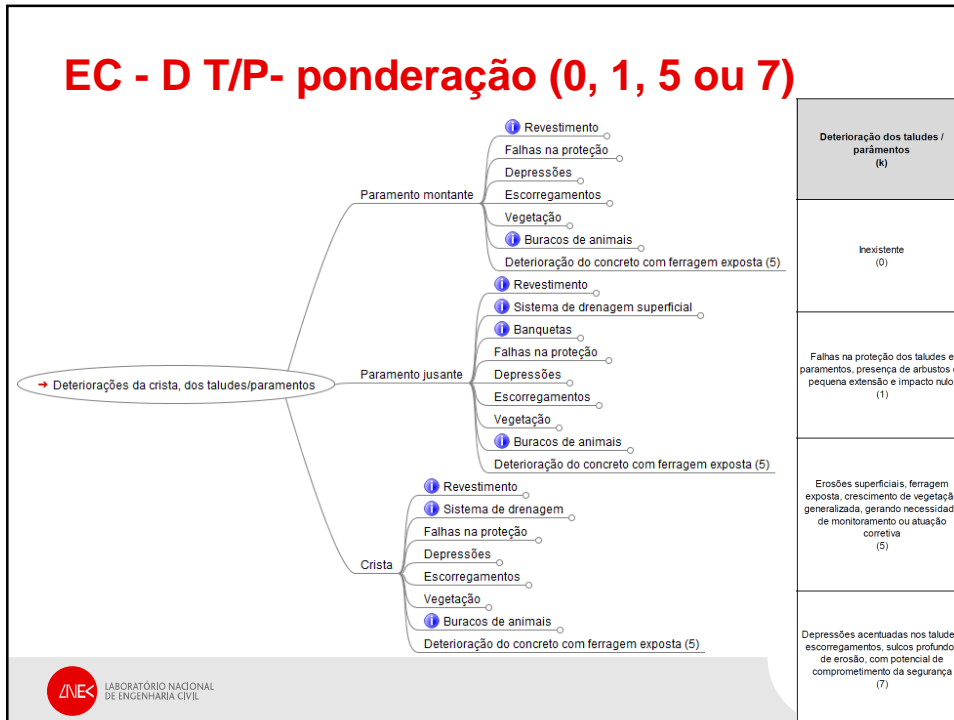
LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



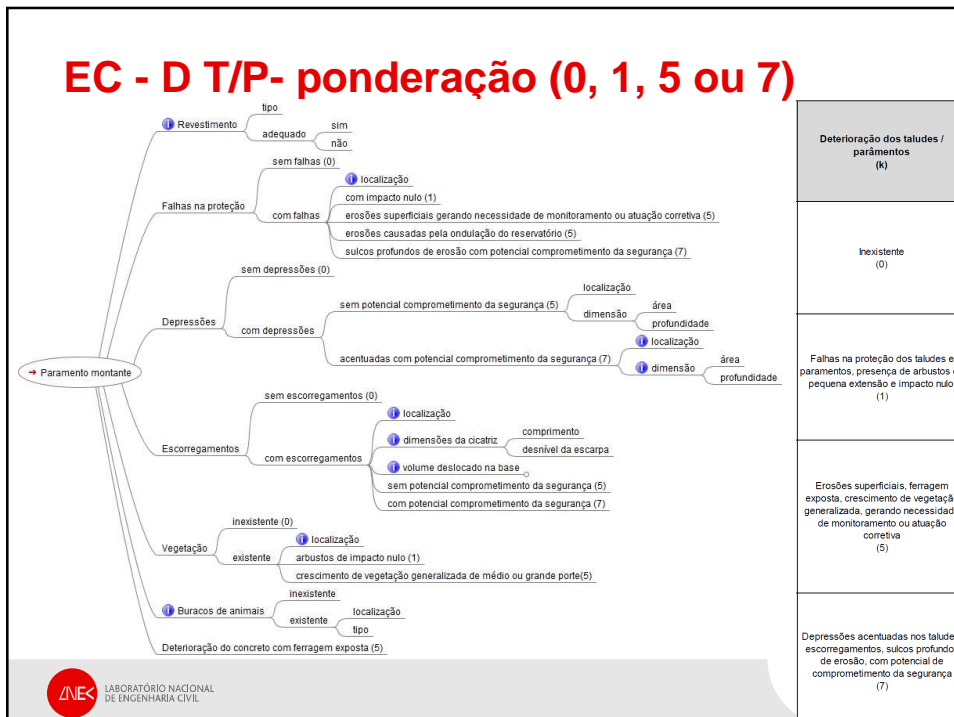
Deformações e recalques
(1)

Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança
(8)

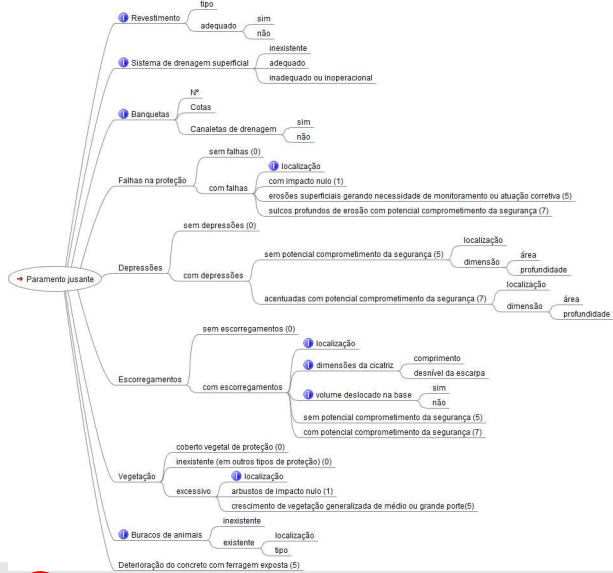
EC - D T/P- ponderação (0, 1, 5 ou 7)



EC - D T/P- ponderação (0, 1, 5 ou 7)

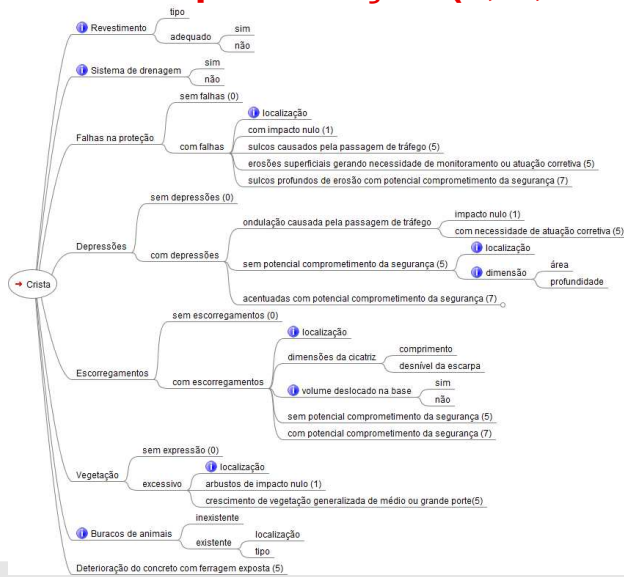


EC - D T/P- ponderação (0, 1, 5 ou 7)



| |
|--|
| Deterioração dos taludes / parâmetros (K) |
| Inexistente (0) |
| Falhas na proteção dos taludes e parâmetros, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1) |
| Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5) |
| Depressões acentuadas nos taludes, escoregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7) |

EC - D T/P- ponderação (0, 1, 5 ou 7)

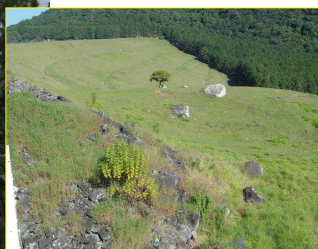


| |
|--|
| Deterioração dos taludes / parâmetros (K) |
| Inexistente (0) |
| Falhas na proteção dos taludes e parâmetros, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1) |
| Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5) |
| Depressões acentuadas nos taludes, escoregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7) |

EC - D T/P- ponderação 0

51,75

680,58



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deterioração dos taludes /
parâmetros
(K)

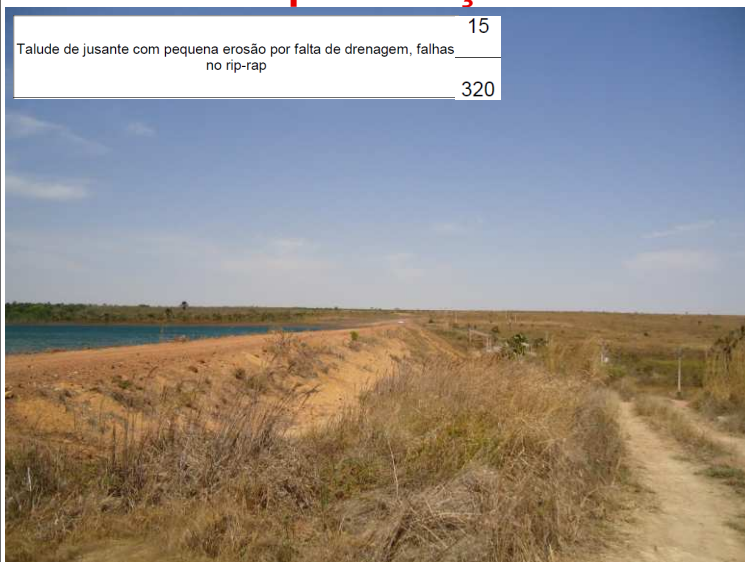
Inexistente
(0)

EC - D T/P- ponderação 1

15

Talude de jusante com pequena erosão por falta de drenagem, falhas
no rip-rap

320



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deterioração dos taludes /
parâmetros
(K)

Falhas na proteção dos taludes e
parâmetros, presença de arbustos de
pequena extensão e impacto nulo.
(1)

EC - D T/P- ponderação 1

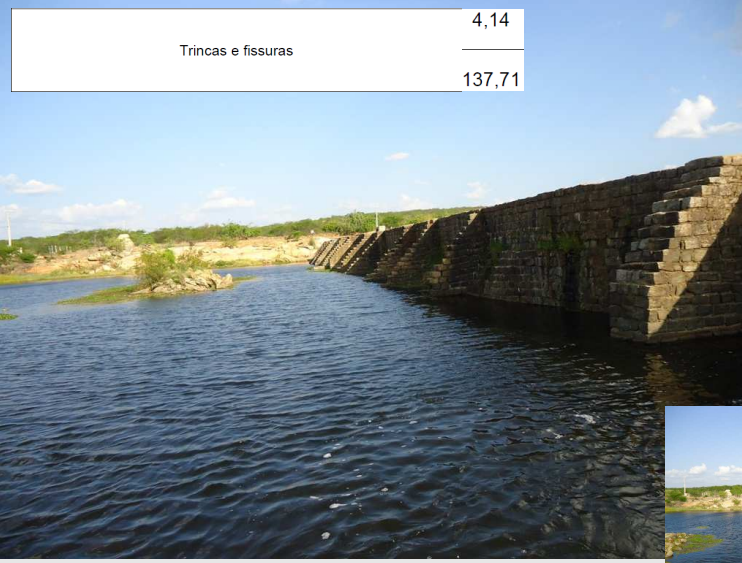


| | |
|---|-----|
| Talude de jusante com pequena erosão por falta de drenagem, falhas no rip-rap | 15 |
| | 320 |

Deterioração dos taludes / parâmetros (k)

Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)

EC - D T/P- ponderação 1



| | |
|--------------------|--------|
| | 4,14 |
| Trincas e fissuras | |
| | 137,71 |

Deterioração dos taludes / parâmetros (k)

Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)



EC - D T/P- ponderação 5

Talude de montante sem rip-rap e talude de jusante erodido por falta de canaleta de drenagem e coberto de vegetação de pequeno porte.

3,39

978,01



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Deterioração dos taludes /
parâmetros
(k)

Erosões superficiais, ferragem
exposta, crescimento de vegetação
generalizada, gerando necessidade
de monitoramento ou atuação
corretiva
(5)

EC - D T/P- ponderação 5

Vegetação cresce sem controle sobre o rip-rap e o talude de jusante.
Canaletas de drenagem obstruídas.

20,5

180



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Deterioração dos taludes /
parâmetros
(k)

Erosões superficiais, ferragem
exposta, crescimento de vegetação
generalizada, gerando necessidade
de monitoramento ou atuação
corretiva
(5)

EC - D T/P- ponderação 5

Sem proteção de rip-rap e do talude de jusante, sem drenagem superficial. Erosões no talude de montante

4,39

433



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deterioração dos taludes /
parâmetros
(k)

Erosões superficiais, ferragem
exposta, crescimento de vegetação
generalizada, gerando necessidade
de monitoramento ou atuação
corretiva
(5)

EC - D T/P- ponderação 7

Vegetação de pequeno porte na crista. Buraco na bermã, com cerca de 3 metros de profundidade, com saída em um ponto mais baixo do talude. Intenso processo de ravinamento no talude de jusante.

36

489,87



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Deterioração dos taludes /
parâmetros
(k)

Depressões acentuadas nos taludes,
escoorregamentos, sulcos profundos
de erosão, com potencial de
comprometimento da segurança
(7)

EC - D T/P- ponderação 7

Sem rip rap, erosão no talude montante com formação de escarpas devido a falta de rip rap, grande quantidade de buracos de roedores

4,8

604

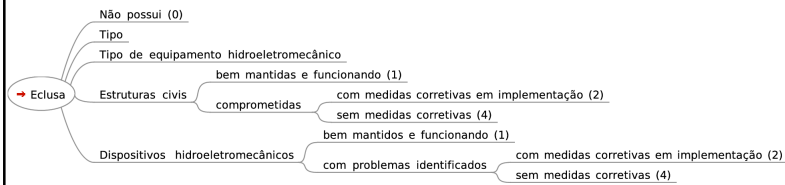


LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Deterioração dos taludes / parâmetros (K)

Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7)

EC - E- ponderação (0, 1, 2 ou 4)



Eclusa (*)

(0)

Não possui eclusa

(0)

Estruturas civis e hidroeletromecânicas bem mantidas e funcionando

(1)

Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implementação

(2)

Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e sem medidas corretivas

(4)



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Plano de segurança

