



25 a 28 de outubro de 2011  
Windsor Barra da Tijuca Hotel - Rio de Janeiro

**II SIBE**  
**Simpósio Internacional de**  
**Barragens de Enrocamento**

27 e 28 de outubro de 2011  
Windsor Barra da Tijuca Hotel - Rio de Janeiro



**ÁRVORE DE EVENTOS COMO**  
**FERRAMENTA DE QUANTIFICAÇÃO DE**  
**RISCO**

ARARIPE, Maria Tertuliana Maia  
Engenheira Civil - Unifor

MALVEIRA, Vanda Tereza Costa  
Professora, DSc.-Unifor; Engenheira Civil – DNOCS

# OBJETIVO GERAL

Construção de Árvore de Eventos  
para Análise Quantitativa de Risco  
de uma barragem.

# CONSTRUÇÃO DE ÁRVORE DE EVENTOS

× MATERIAIS – Banco de Dados COGERH

× MÉTODO – Avaliação Quantitativa de Risco

# BARRAGENS CLASSIFICADAS COM RISCO DE PERIGO MÁXIMO – 2009 (17)

Barragem	Bacia	Município	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Altura (m)	Extensão (m)	Idade (anos)
Broco	Alto Jaguaribe	Tauá	17,5	-	-	-
Caracas	Curu	Canindé	9,63	17	636	24
Cipoada	Banabuiú	Morada Nova	<b>86,09</b>	20,7	<b>1130</b>	18
Desterro	Curu	Caridade do Araripe	5,01	7,73	550	54
Do Coronel	Alto Jaguaribe	Norte	1,77	16,4	0	<b>64</b>
Itaúna	Coreaú	Chaval	77,5	<b>32,5</b>	0	9
Jatobá	Banabuiú	Milhã	1,07	13,2	378	13
Jerimum	Curu	Irauçuba	20,5	23,2	385	14
Martinópolis	Coreaú	Martinópolis	23,2	11	240	26
Pau Preto	Alto Jaguaribe	Potengi	1,81	-	-	50
Poço Verde	Litoral	Itapipoca	13,65	-	-	55
Quandu	Litoral	Itapipoca	4	19,5	195	20
Souza	Curu	Canindé	30,84	19,9	660	11
Trapiá I	Curu	Caridade	2,01	13,5	29,5	25
Trapiá III	Coreaú	Coreaú	5,51	0	0	49
Valério	Alto Jaguaribe	Altaneira	2,02	19,9	180	14
Vieirão	Banabuiú	Boa Viagem	20,96	22,5	340	22

# ANOMALIAS SELECIONADAS

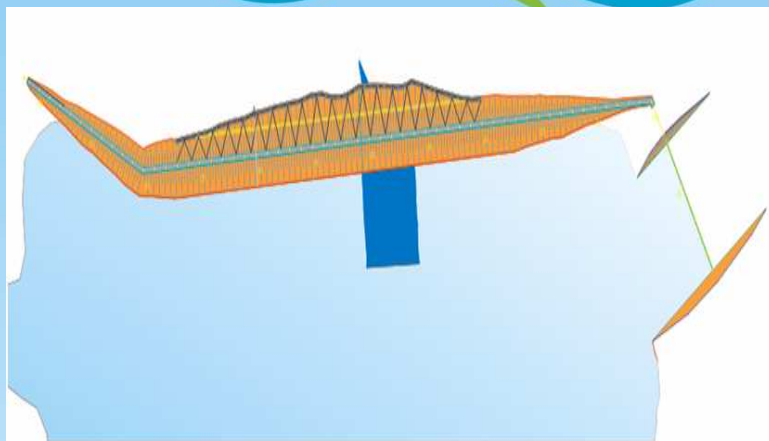
- ✘ Barragem: Talude de jusante;
- ✘ Vertedouro: Canal de restituição

# ELIMINAÇÃO DE CASOS DE MENOR GRAVIDADE

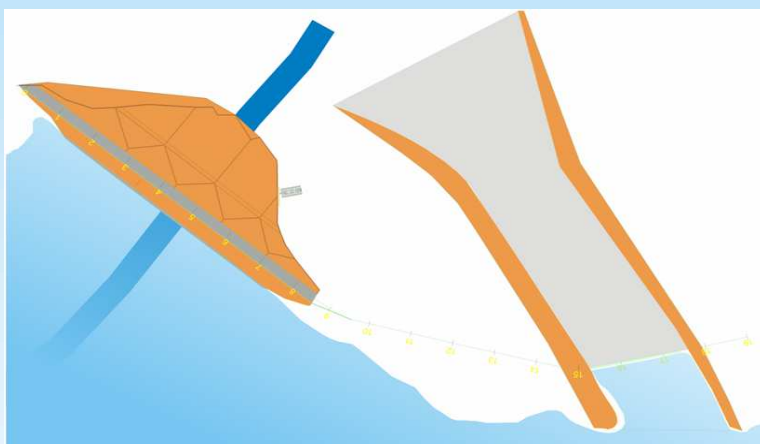
- ✘ Anomalias apresentadas pela primeira vez anomalia classificadas como de pequena magnitude.
- ✘ Anomalias estabilizadas.
- ✘ Anomalias do tipo “árvores e arbustos no talude de jusante”

# BARRAGENS SELECIONADAS PARA A CONSTRUÇÃO DAS ÁRVORES DE EVENTOS (06)

Barragem	Talude de jusante	Situação da anomalia	Magnitude
Cipoada	Afundamentos e buracos	AUMENTOU	GRANDE
Desterro	Afundamentos e buracos	AUMENTOU	GRANDE
Quandu	Erosões	AUMENTOU	GRANDE
Barragem	Vertedouro: canais de aproximação e restituição.	Situação	Magnitude
Jerimum	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)	AUMENTOU	GRANDE
Martinópole	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)	AUMENTOU	GRANDE
Vieirão	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)	AUMENTOU	GRANDE

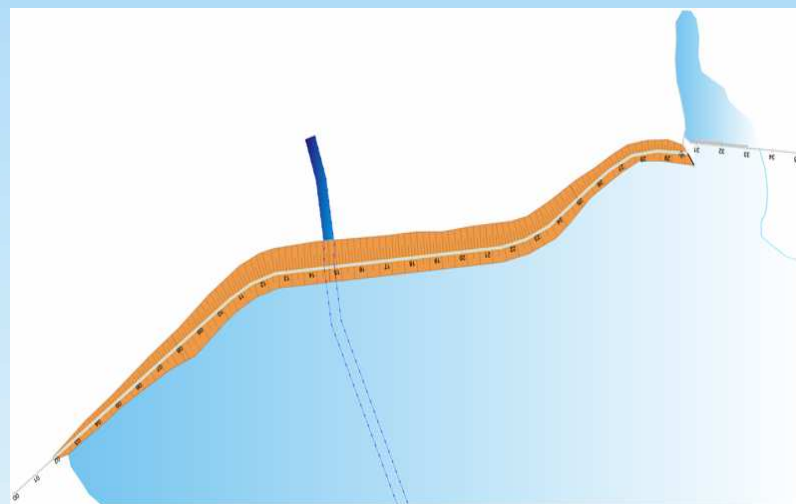


a) Cipoada



c) Quandu

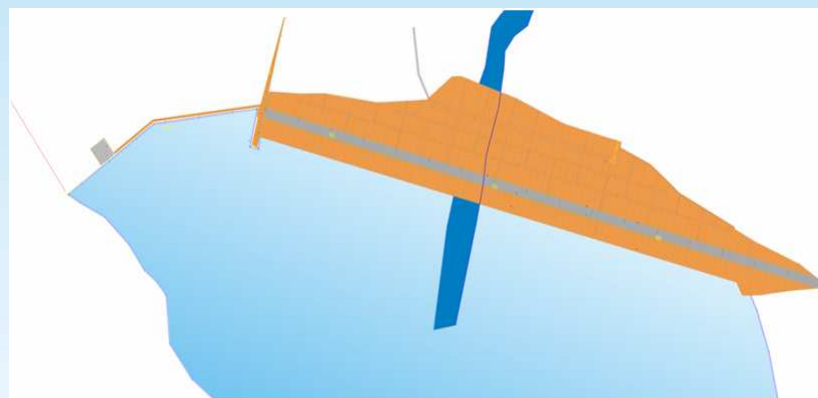
## Barragens com anomalias no talude de jusante



b) Desterro

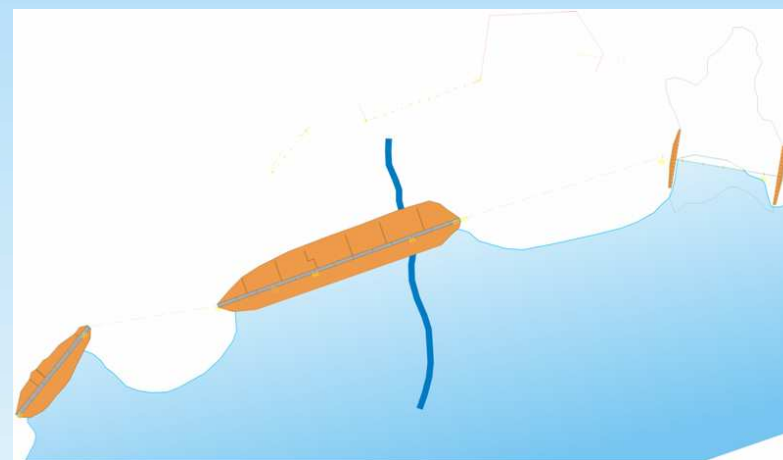


a) Jerimum



c) Vieirão

## Barragens com anomalias no vertedouro



b) Martinópole

# CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

- ✘ Foi considerado um risco aceitável se a avaliação resultar num valor menor que  $10^{-4}$  e, não aceitável ou de alto risco se o valor estiver acima de  $10^{-4}$ .

# CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- ✘ Condição final de forma comparativa:
- ✘ a idade;
- ✘ a altura máxima;
- ✘ e a capacidade de armazenamento das barragens.

Barragem	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Altura (m)	Ano de Construção	Idade (anos)
Cipoada	<b>86,09</b>	20,7	1992	18
Desterro	5,01	7,73	1956	54
Quandu	4,00	19,5	1990	20

# CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

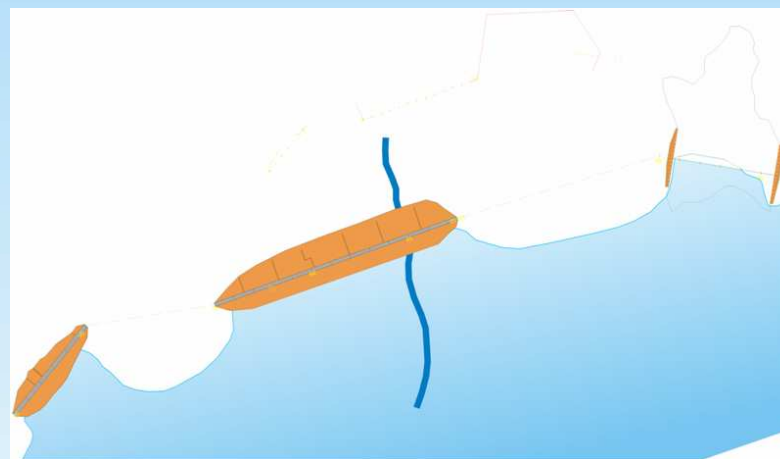
- × Proximidade do vertedouro com a barragem.

Barragem	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Altura (m)	Ano de Construção	Idade (anos)
Jerimum	20,5	23,2	1996	14
Martinópole	23,2	11	1984	26
Vieirão	20,96	22,5	1988	22

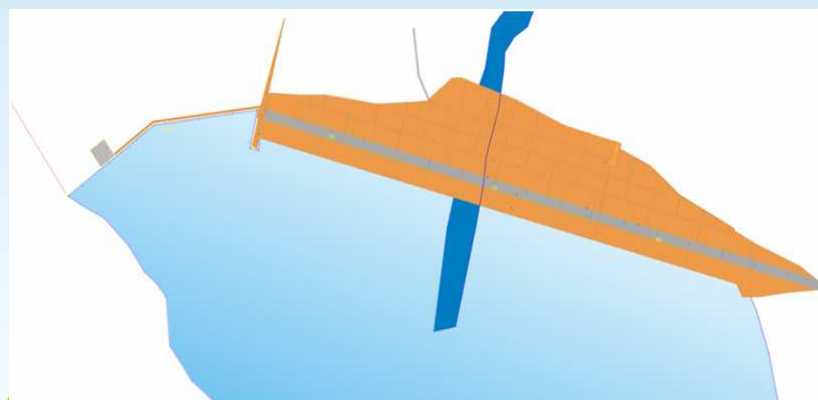


a) Jerimum

## Barragens com anomalias no vertedouro



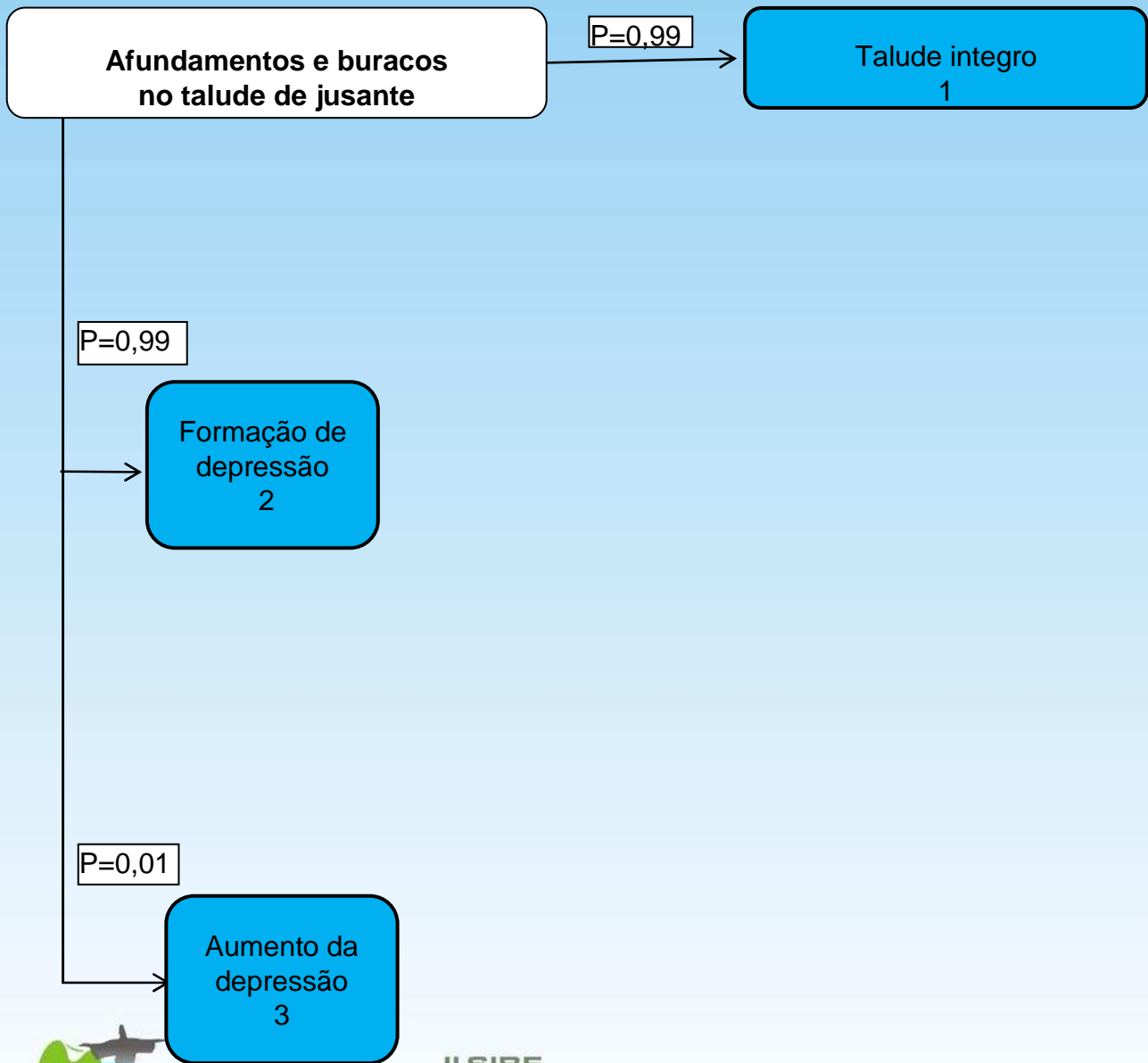
b) Martinópolis

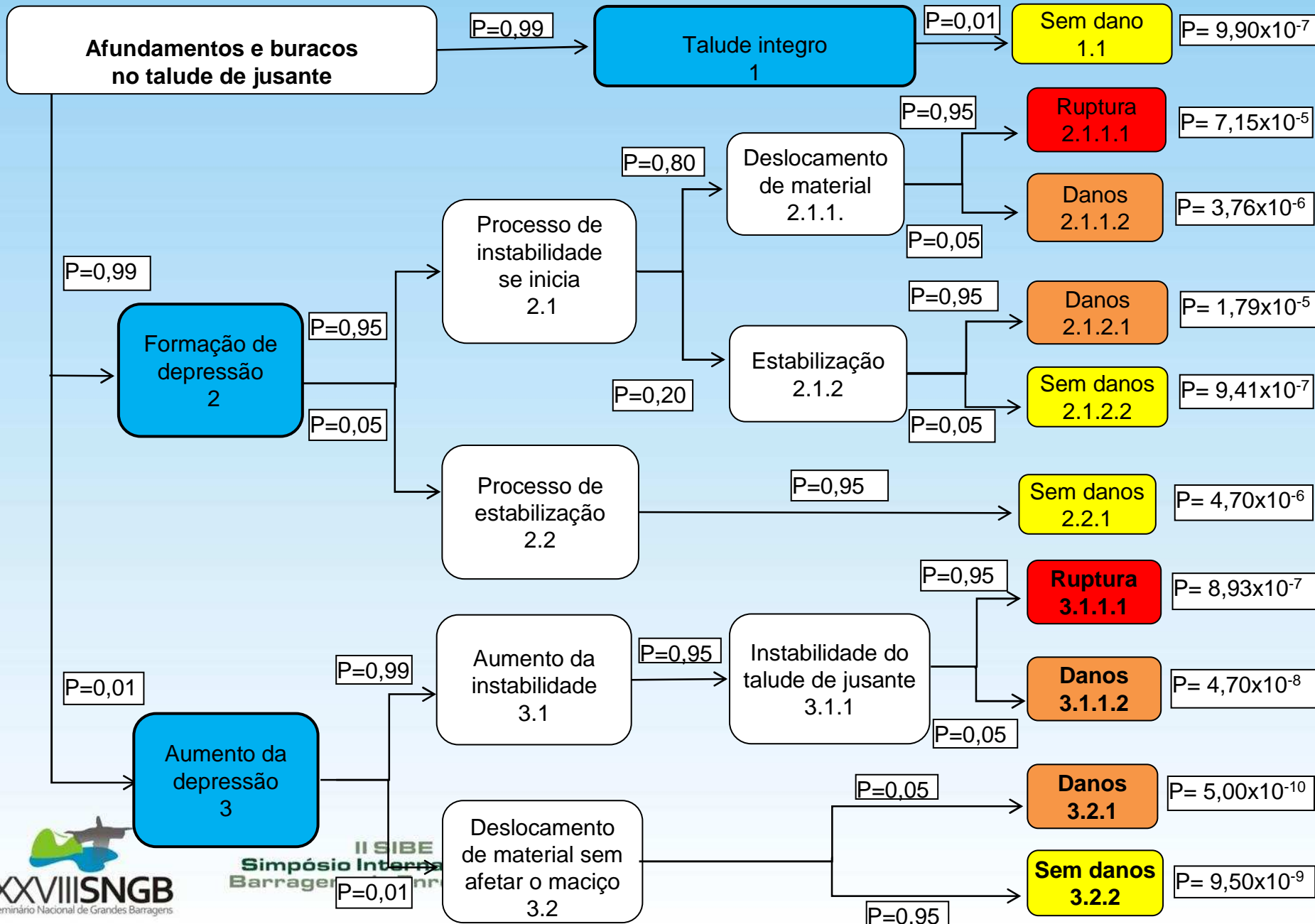


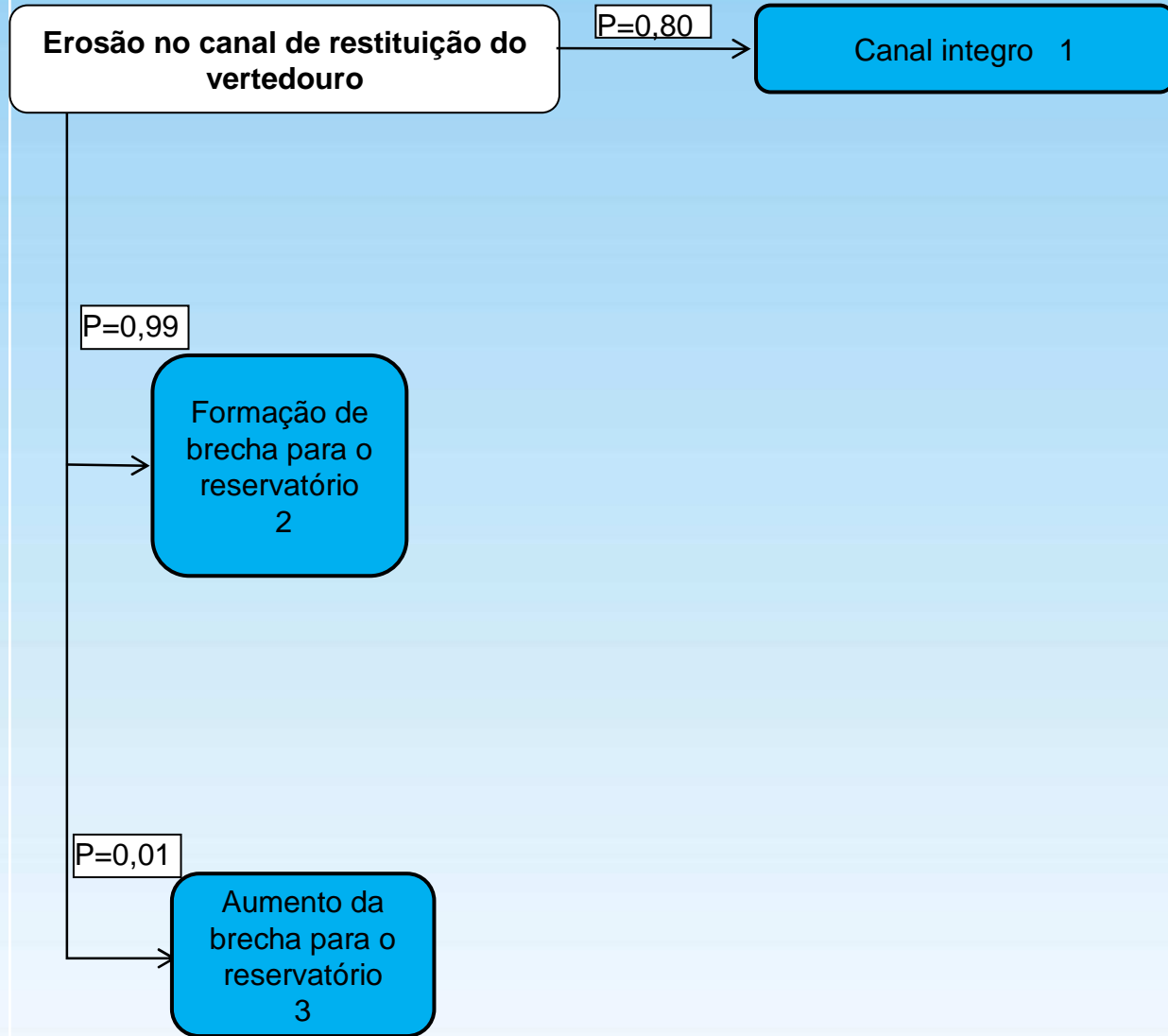
# CRITÉRIO DE PESO

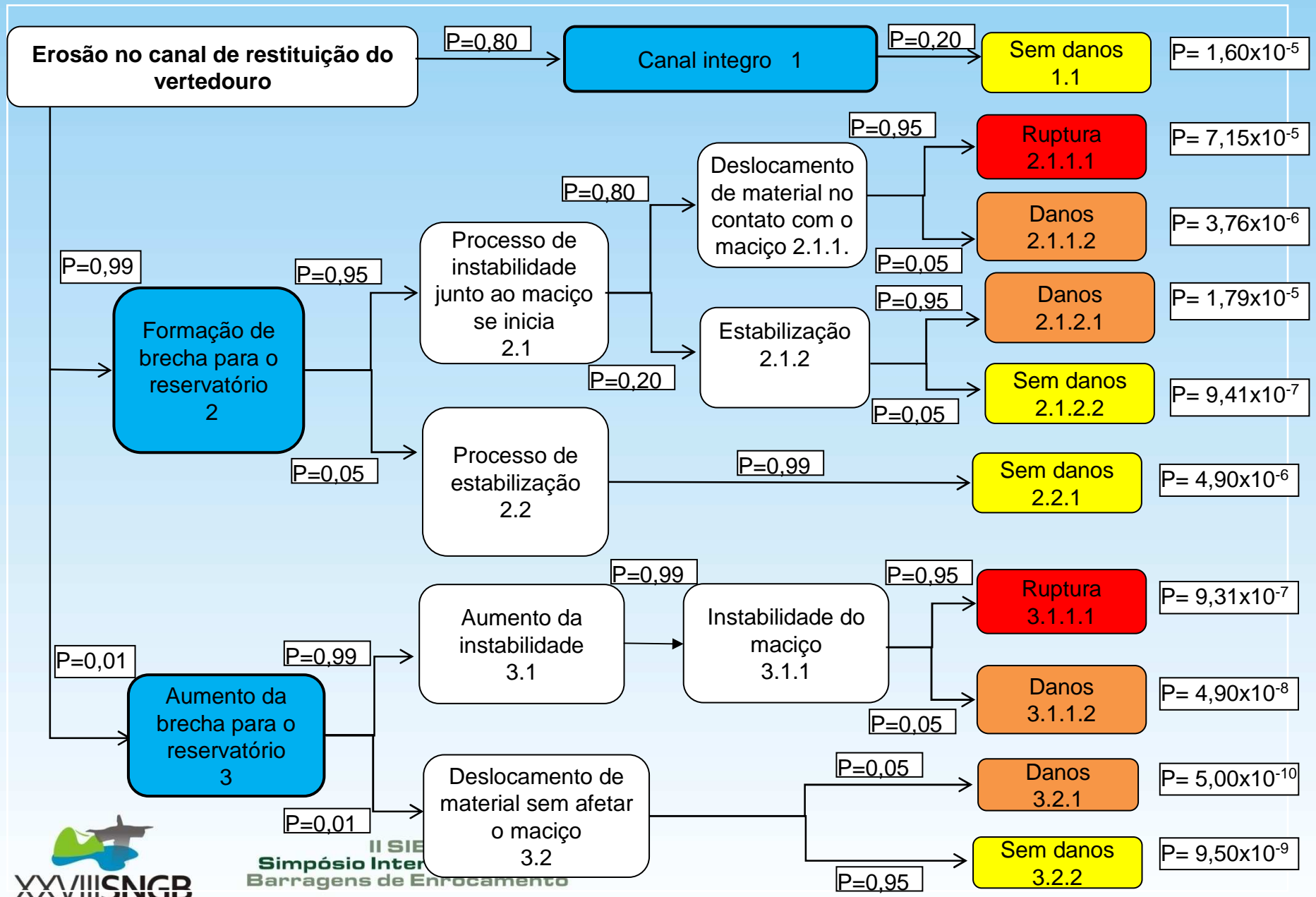
- ✘ Probabilidade adotada para a quantificação da possibilidade da ocorrência dos eventos.

Classificação qualitativa (descrição)	Probabilidade	Situação
O evento é certo, salvo aconteça algo muito raro	0,99	1
O evento é praticamente certo	0,95	2
O evento é muito provável	0,80	3
O evento tem boas chances de ocorrer	0,65	4
O evento tem boas chances de não ocorrer	0,35	5
É muito provável que o evento não ocorra	0,20	6
O evento dificilmente ocorrerá	0,05	7
O evento não vai ocorrer, mas continua existindo a possibilidade física	0,01	8









# RESULTADOS E CONCLUSÕES

BARRAGEM	RISCO	CLASSIFICAÇÃO
CIPOADA	$7,15 \times 10^{-5}$	1
VIEIRÃO	$7,15 \times 10^{-5}$	1
DESTERRO	$6,86 \times 10^{-5}$	2
MARTINÓPOLE	$6,86 \times 10^{-5}$	2
JERIMUM	$5,78 \times 10^{-5}$	3
QUANDÚ	$5,78 \times 10^{-5}$	3

# RESULTADOS E CONCLUSÕES

- ✘ A ferramenta da Árvore de Eventos conduz a resultados quantitativos, filtrando as subjetividades inseridas na classificação de grau de perigo das anomalias. Verificou-se, neste trabalho, que estruturas apresentadas com um risco de perigo máximo, classificado por critérios subjetivos, **estão em condições diagnosticadas como um risco aceitável.**