

A Figura 1 apresenta um exemplo de desenho de projeto de uma barragem real: Água Vermelha, no Rio Grande, em São Paulo, na divisa com Minas Gerais.

As decisões tomadas nos exercícios aplicam-se tanto àquela barragem quanto à barragem da Figura 2, uma seção transversal muito simplificada para efeito das análises numéricas.

- 1) Determinação do fator de segurança para a seção de barragem apresentada na Figura 1, na etapa **final de construção**.
 - a. Qual dos taludes?
 - b. Por que escolheu esse talude?
 - c. No final de construção, o solo compactado do corpo da barragem encontra-se saturado ou não saturado? Por que?
 - d. Quais as pressões neutras de **regime permanente** e como levá-las em conta na análise de estabilidade?
 - e. Há sobrepressões neutras, poropressões de regime transiente? Por que?
 - f. Qual o efeito das sobrepressões neutras na estabilidade?
 - g. Como levar em conta as sobrepressões neutras no cálculo do fator de segurança?
 - h. Como analisar, afinal, a segurança de final de construção?
- 2) Quais as outras situações para as quais deve ser verificada a segurança contra a instabilidade dos taludes de barragens?
- 3) Considere a condição de **operação** da barragem da Figura 1, com nível d'água máximo no reservatório.
 - a. Qual o talude mais crítico nessa situação?
 - b. Por que esse talude?
 - c. Quais as pressões neutras de regime permanente e como levá-las em conta na análise de estabilidade?
 - d. Há sobrepressões neutras, poropressões de regime transiente? Por que?
 - e. Qual o efeito das sobrepressões neutras na estabilidade?
 - f. Como levar em conta as sobrepressões neutras no cálculo do fator de segurança?
- 4) Considere agora a condição de **operação** da barragem da Figura 2.
 - a. Resolva numericamente o problema de fluxo em condição de operação.
 - b. Considerando um processo de ruptura lento, de longo prazo, determine numericamente o valor do fator de segurança do talude mais crítico.
 - c. Determine numericamente o valor do fator de segurança do outro talude.
- 5) Considere a condição de **rebaixamento rápido** do nível d'água do reservatório da Figura 1.
 - a. Qual o talude mais crítico nessa situação?
 - b. Por que esse talude?
 - c. Quais as pressões neutras de regime permanente e como levá-las em conta na análise de estabilidade?
 - d. Há sobrepressões neutras, poropressões de regime transiente? Por que?
 - e. Qual o efeito das sobrepressões neutras na estabilidade?
 - f. Como levar em conta as sobrepressões neutras no cálculo do fator de segurança?

- 6) Considere agora a condição de rebaixamento rápido da barragem da Figura 2 (que está projetada com 1V:2H em ambos os taludes).
- Resolva numericamente o problema de fluxo em condição de rebaixamento rápido.
 - Considerando um processo de ruptura com condições limitadas de drenagem de sobrepressões neutras, determine numericamente o valor do fator de segurança do talude mais crítico.
- 7) Você acaba de discutir o efeito das sobrepressões neutras nas análises de estabilidade dos taludes da barragem da figura 1, em três situações críticas para a segurança da barragem.
- Uma alternativa para as análises é fazer uma previsão das sobrepressões neutras e utilizar os parâmetros efetivos (c' e ϕ') de resistência dos materiais envolvidos. Você saberia prever as sobrepressões neutras?
 - Existe uma outra alternativa? Qual? Quais as suas vantagens e desvantagens?
 - As diferentes alternativas acima implicam diferentes parâmetros de resistência?
 - As diferentes alternativas acima implicam diferentes ensaios de laboratório para determinação dos parâmetros de resistência?

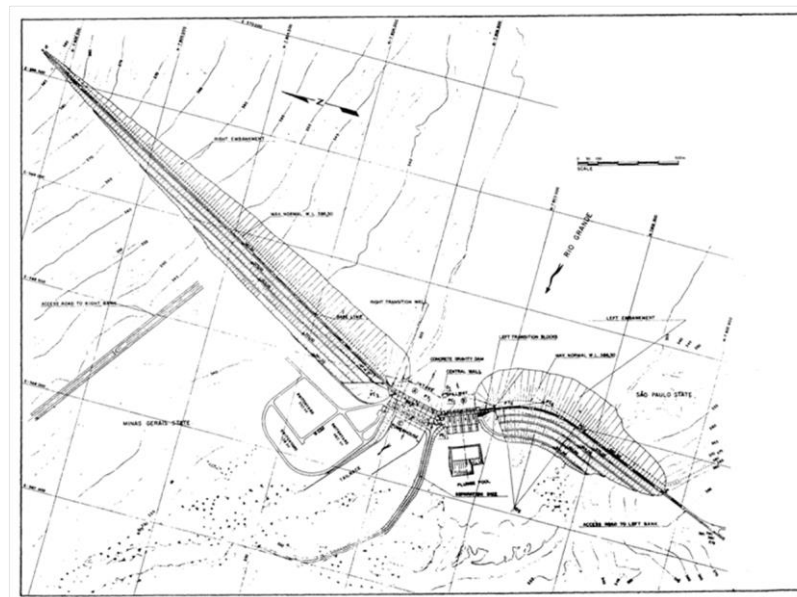
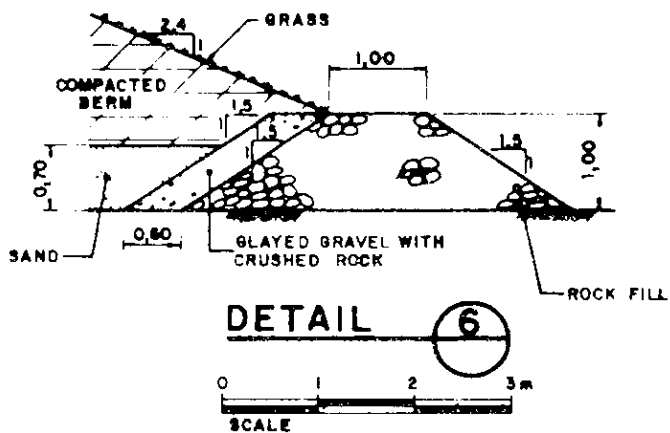
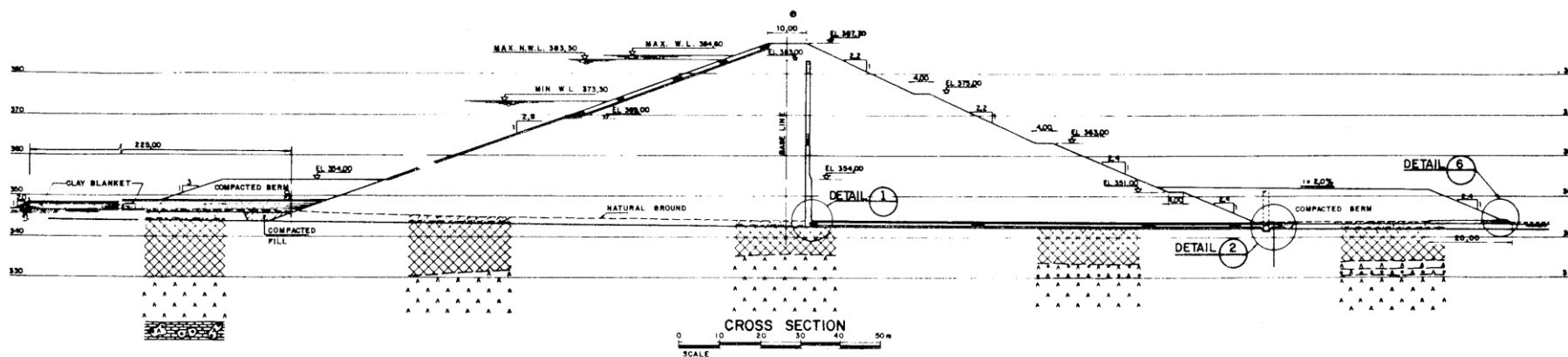


Figura 1 – Barragem de Água Vermelha – Rio Grande – SP: seção transversal, detalhe e layout

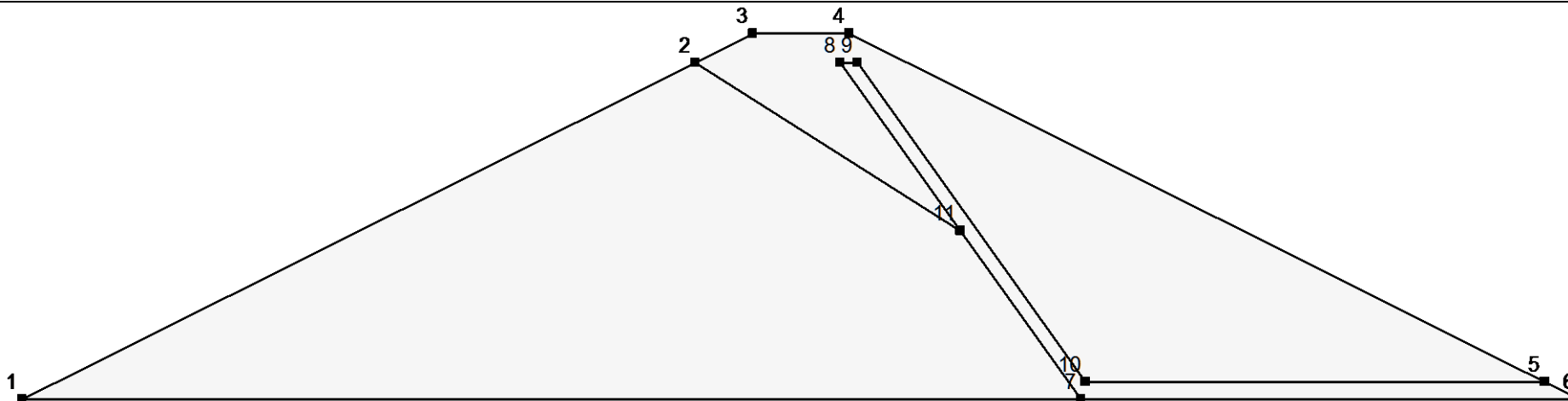


Figura 2 – Barragem simplificada para as análises numéricas.

NA no reservatório na cota do ponto 2.

Freática aproximada: linha 2-11.

Propriedades dos materiais

Material	Aterro compactado saturado	Aterro compactado não saturado	Filtro-dreno
Saturado/não saturado	Só saturado	Saturado/não saturado	Saturado/não saturado
Anisotrópico/isotrópico	Isotrópico	Isotrópico	Isotrópico
Condutividade hidráulica maior	$k_x = 1E-5$ m/s	Função do grau de saturação (da ordem de $1E-7$ m/s)	Função do grau de saturação (da ordem de $1E-2$ m/s)
Peso específico	18 kN/m ³	18 kN/m ³	19 kN/m ³
Modelo de resistência	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Intercepto de coesão (efetivo)	$c'=30$ kPa	$c'=30$ kPa	$c'=15$ kPa
Ângulo de atrito (efetivo)	$\phi'=25^\circ$	$\phi'=25^\circ$	$\phi'=32^\circ$
Intercepto de coesão (total)	$c=32$ kPa		
Ângulo de atrito (total)	$\phi'=22^\circ$		
Ângulo ϕ^b (crescimento do intercepto de coesão com a sucção)		?	?