

## Barragem de terra – Análise de fluxo transitório

Programa: MEF – Percolação

Arquivo: Demo\_manual\_33.gmk

### Introdução

Este exemplo mostra como trabalhar o programa GEO5 MEF – Percolação para analisar a percolação transitória (ao longo do tempo) através de uma barragem de terra homogénea. A geometria e os parâmetros materiais são os mesmos que os utilizados no Manual de Engenharia No. 32. Neste caso, no entanto, vamos observar a evolução da distribuição da pressão nos poros, velocidades do fluxo de água e fluxos totais nas fronteiras do modelo, para instantes específicos.

### Definição da tarefa

Considere uma barragem de terra conforme descrita no Manual de Engenharia No. 32. Determine a localização e forma do nível freático para os seguintes instantes: 1 hora, 1 dia, 7 dias, 3 meses, e 1 ano após uma subida repentina do nível de água na albufera, de 2 m para 9 m. Determine o tempo necessário para alcançar o estado de fluxo constante.

### Análise – introdução de dados

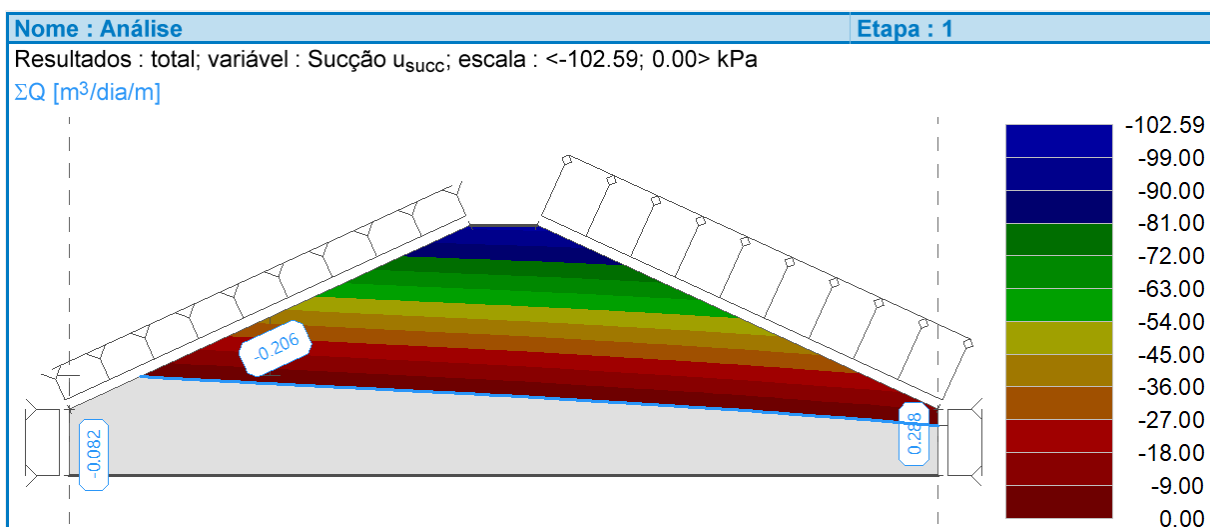
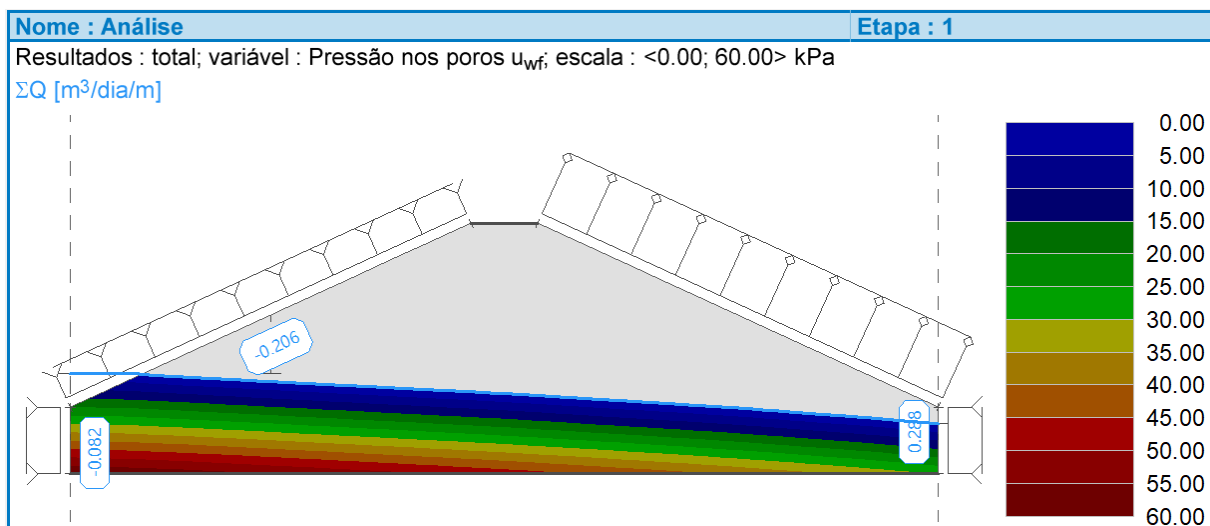
Para definir a geometria e os parâmetros materiais, vamos seguir os mesmos passos que para o exemplo Demo\_manual\_32.gmk e escolher a opção *Fluxo de água transitório* em Topo->Configurações. Também vamos selecionar a opção *Permitir a introdução de água na 1ª etapa através da análise de percolação constante*.

## Etapa No. 1 – nível de água inicial a 2 m acima do fundo da albufera

Ao contrário do que se verifica em análises de fluxo constante, estamos interessados em conhecer a evolução de certas variáveis ao longo do tempo, dado um certo estado inicial. Este estado deve ser definido antes de executar a análise de fluxo transitório. A opção *Permitir a introdução de água na 1ª etapa através da análise de percolação constante* permite observar a distribuição da pressão nos poros inicial, obtida através da análise de fluxo constante na 1ª etapa, tanto abaixo (pressão nos poros) como acima (sucção) do nível freático.

### Condições de fronteira na etapa 1 – análise de fluxo constante

As condições de fronteira e os resultados obtidos para a 1ª etapa são iguais aos da 1ª etapa do exemplo Demo\_manual\_32.gmk. As distribuições iniciais da pressão nos poros e sucção são visíveis nas duas imagens seguintes.



*Distribuição da pressão nos poros e sucção (pressão nos poros acima do nível freático) na etapa 1 – estado constante inicial*

## Etapa No. 2 – subida do nível de água para 9 m acima do fundo da albufeira

Na 2ª etapa, vamos considerar uma subida repentina do nível de água na albufeira até aos 9 m. Os tipos das condições de fronteira permanecem inalterados. Apenas é necessário ajustar o nível de água nas linhas correspondentes da face de montante da barragem, de 2 m para 9 m.

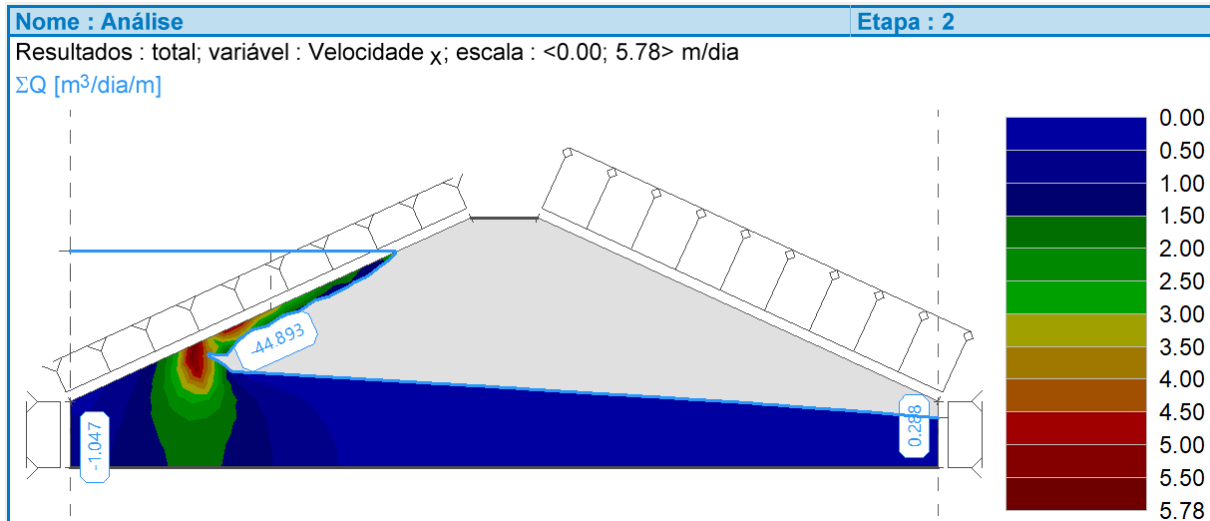
### Definição do intervalo de tempo

Antes de executar a análise de fluxo transitório é necessário definir o *Tempo de duração da etapa* e a forma de definição dos tipos de condições de fronteira que devem ser introduzidas na análise. Para esta análise, definimos o *Intervalo de tempo inicial*  $t = 1$  hora = 0.04167 dias (ver Análises->Configurações). As condições de fronteira são *introduzidas no início da etapa*.

*Nota: O programa GEO5 MEF – Percolação permite definir as condições de fronteira no início da etapa, ou que estas evoluam linearmente durante a etapa. Neste exemplo, adotámos a primeira opção, que corresponde a um aumento repentino do nível de água no reservatório.*

## Resultados – etapa No. 2

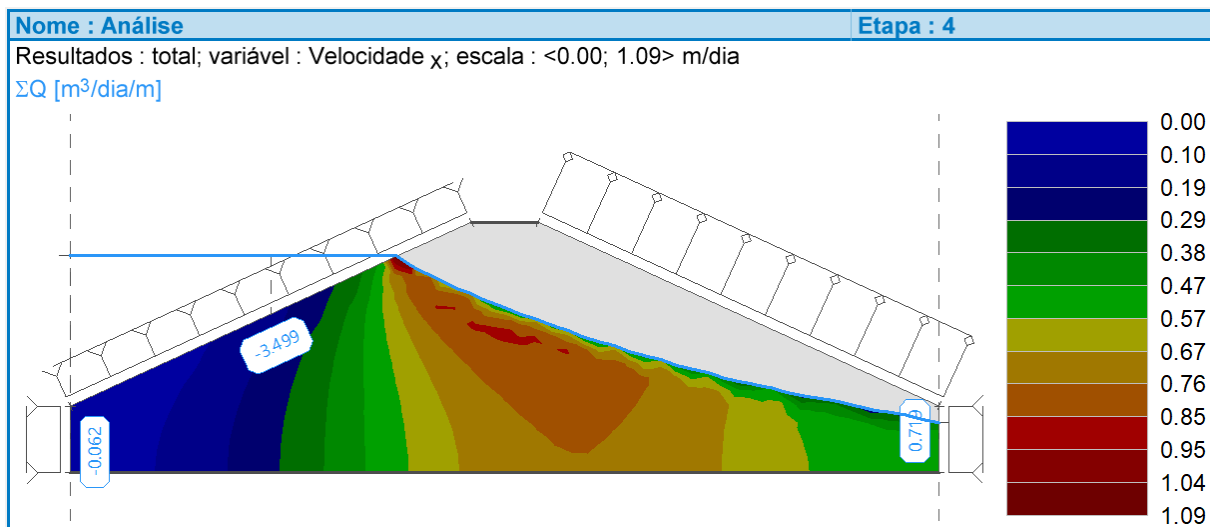
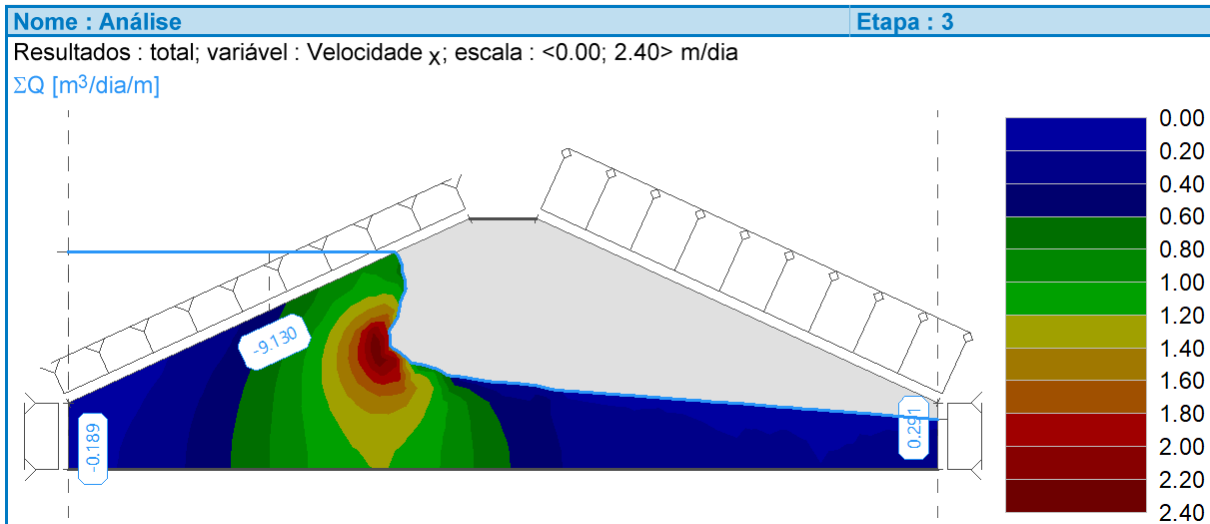
A partir da imagem seguinte, é possível verificar que durante este reduzido intervalo de tempo de análise, o estado de fluxo constante não foi atingido. A altura de água, definida pelo nível freático, apenas subiu 1 m. A diferença entre o caudal afluente ( $1.05 + 44.89 \text{ m}^3/\text{dia}/\text{m}$ ) e escoado ( $0.29 \text{ m}^3/\text{dia}/\text{m}$ ) mostra uma taxa de infiltração elevada.

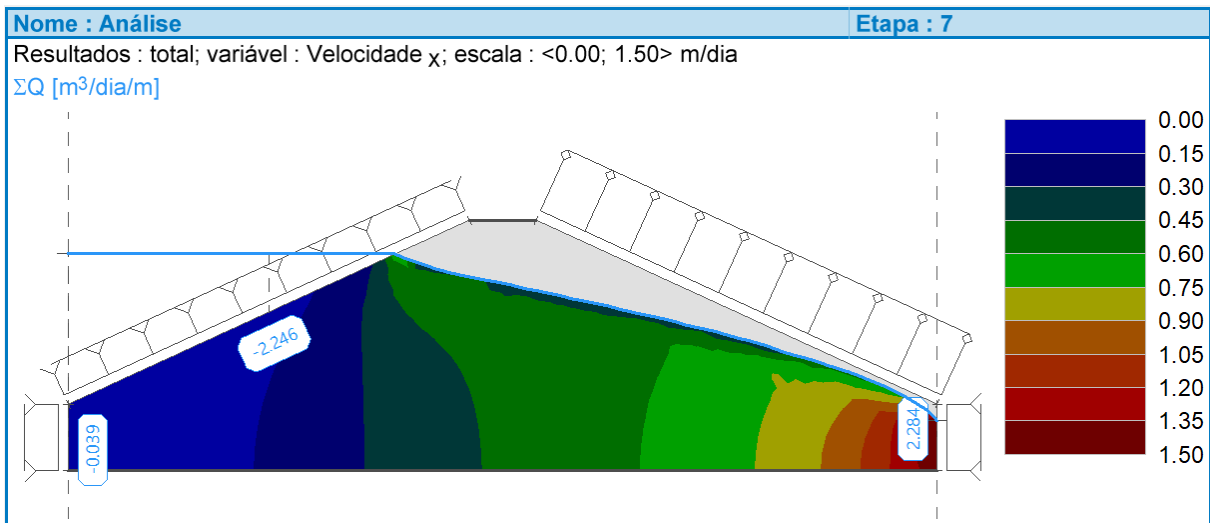
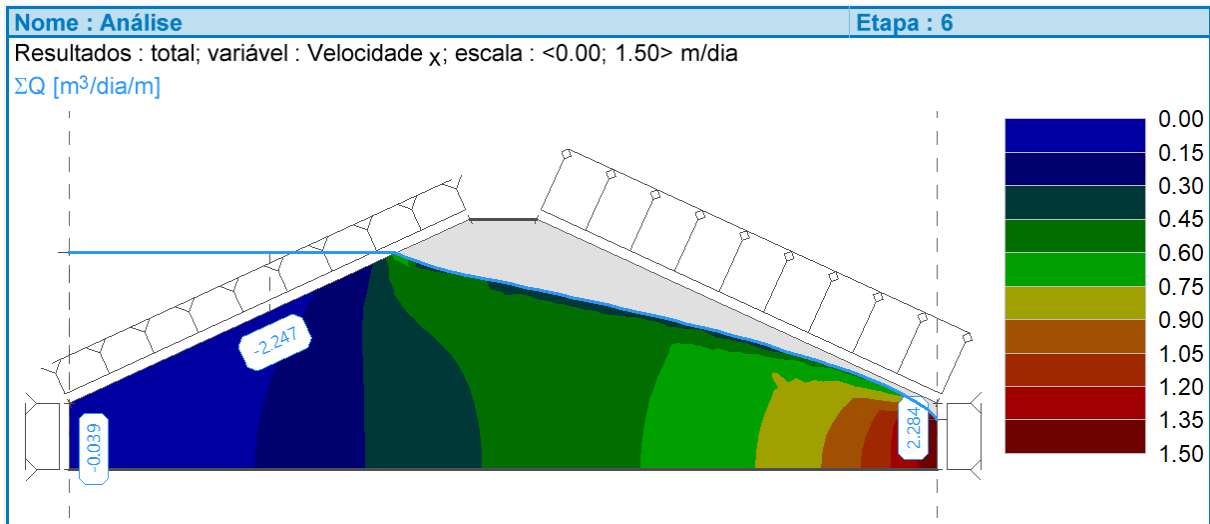
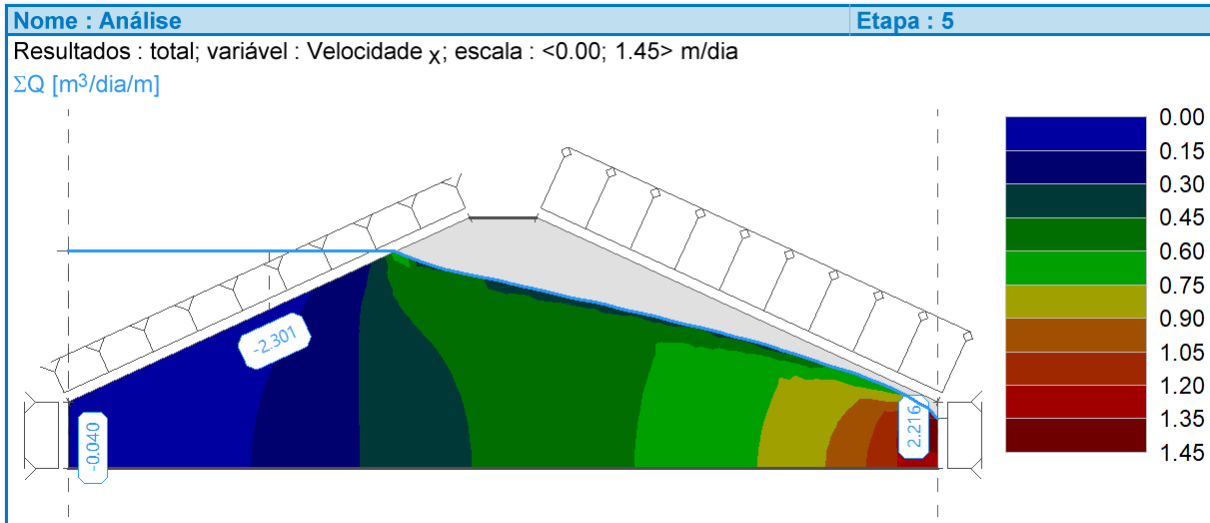


*Distribuição da componente horizontal da velocidade após 1h da subida repentina do nível de água no reservatório*

## Etapas seguintes

Nas etapas seguintes, vamos manter as condições de fronteira inalteradas. Para as etapas 3 – 7, pretendemos obter os resultados relativos a 1 dia, 7 dias, 28 dias, 90 dias e 365 dias. O instante de tempo no final de cada etapa corresponde ao somatório de todos os intervalos de tempo atribuídos a todas as etapas anteriores. A duração da 3ª etapa é definida como 0.9583 dias, da 4ª etapa como 6 dias, da 5ª como 21 dias e da 6ª como 62 dias. A última etapa dura 275 dias. A variação do nível freático, no final de cada etapa, é apresentada pelas imagens seguintes.





*Forma do nível freático e distribuição das velocidades nas etapas 3 – 7*

Como é possível observar, não se verifica uma evolução considerável no nível freático, durante as três últimas etapas e a sua posição e forma corresponde, praticamente, às condições de estado constante. Isto também pode ser comprovado através da quantidade de água que entra e sai do corpo da barragem. A tabela seguinte mostra que durante as etapas iniciais a infiltração de água é relativamente rápida e que o equilíbrio entre o caudal afluído e escoado (condições de estado constante) é verificado dentro do intervalo de 28 a 90 dias após o início da subida do nível de água na albufeira.

#### Quantidade de caudal afluído e escoado para diferentes durações da infiltração

Tempo	Afluência [m <sup>3</sup> /dia/m]	Escoamento [m <sup>3</sup> /dia/m]	Diferença [m <sup>3</sup> /dia/m]
1 hora	45.94	0.288	45.652
1 dia	9.319	0.291	9.028
7 dias	3.561	0.719	2.842
28 dias	2.341	2.216	0.125
90 dias	2.286	2.284	0.002
365 dias	2.285	2.284	0.001

*Nota: Os resultados correspondentes às últimas duas etapas podem ser assumidos como representativos das condições de estado constante, uma vez que são idênticos aos resultados obtidos no manual de engenharia No. 32. Aqui, o fluxo total afluído é igual a 2.284 m<sup>3</sup>/dia/m e é exatamente igual ao fluxo total escoado.*

## Conclusão

As condições de fluxo constante são atingidas 90 dias após o início da infiltração. De um ponto de vista prático, estas condições são alcançadas após 28 dias, dado que as variações verificadas posteriormente na posição e forma do nível freático são residuais.