

O nível d'água encontra-se a 10 m de profundidade num maciço de solo arenoso de superfície horizontal, peso específico natural $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$. A envoltória de resistência desse solo é dada por $s = \sigma' \text{ tg } \phi'$, seu ângulo de atrito é $\phi' = 30^\circ$ e não há evidência de pré-compressão (ou sobre-adensamento).

- 1) Recordando as aulas de PEF3305, estimar o coeficiente de **empuxo em repouso**, K_0 , e esboçar o diagrama de empuxo em repouso até a profundidade de 14 m.

Imagine uma escavação muito longa de 6 m de altura, suportada por um muro de arrimo cujas fundações estão 2 m abaixo do fundo da escavação (isto é, 8 m abaixo da superfície original do terreno).

- 2) Ainda recordando as aulas de PEF3305, utilize o processo de **Rankine** (vide, por exemplo, Braja Das, itens 13.1 a 13.9) para calcular o **empuxo ativo** sobre o muro e o **empuxo passivo** disponível à frente da ficha (os 2 m abaixo do fundo da escavação). Esboce os respectivos diagramas. Lembre-se de que o processo de **Rankine** pressupõe a **inexistência de atrito solo-muro**.

Para levar em conta o atrito solo-muro há um outro processo, denominado processo de **Coulomb**, baseado em **equilíbrio limite** (tal como os processos de análise de estabilidade de taludes): postula-se uma superfície de ruptura plana, resistência plenamente mobilizada ($F=1$) nessa superfície e no contato muro-solo, e as equações de equilíbrio permitem calcular a força de empuxo (vide, por exemplo, Braja Das, itens 13.10 a 13.15).

- 3) Recalcule o **empuxo ativo** do exercício 2 considerando um ângulo de atrito $\delta' = 20^\circ$ entre o solo e a face do muro. (Obs.: há, na literatura, tabelas que permitem calcular esse empuxo ativo a partir de um coeficiente de empuxo ativo, K_A , que é função de ϕ' e de δ'). Para $\delta' = 20^\circ$ e também para $\delta' = 0^\circ$, compare os valores de empuxo ativo obtidos pelo processo de Coulomb com aqueles do exercício 2, obtidos pelo processo de Rankine.

$\phi' (^\circ)$	$\delta' (^\circ)$					
	0	5	10	15	20	25
28	0,3610	0,3448	0,3330	0,3251	0,3203	0,3186
30	0,3333	0,3189	0,3085	0,3014	0,2973	0,2959
32	0,3073	0,2945	0,2852	0,2791	0,2755	0,2745
34	0,2827	0,2714	0,2633	0,2579	0,2549	0,2542
36	0,2596	0,2497	0,2426	0,2379	0,2354	0,2350
38	0,2379	0,2292	0,2230	0,2190	0,2169	0,2167
40	0,2174	0,2098	0,2045	0,2011	0,1994	0,1995
42	0,1982	0,1916	0,1870	0,1841	0,1828	0,1831

O processo de **Coulomb** é realista para o cálculo do **empuxo ativo**, mas a hipótese de superfície de ruptura plana foge **muito** da realidade no caso de empuxo passivo. Outros processos, sempre baseados em **equilíbrio limite**, foram propostos (vide, por exemplo, Braja Das, capítulo 14).

- 4) Recalcule também o **empuxo passivo**, para $\delta' = 0^\circ$ e para $\delta' = 20^\circ$, utilizando a tabela de K_P abaixo, proposta por Shields e Tolunay, 1973 (trata-se de um refinamento da solução mais difundida, de Caquot e Kérisel, 1948). Discuta a diferença entre os valores de empuxo passivo deste exercício e aqueles do exercício 2.

$\phi' (^\circ)$	$\delta' (^\circ)$									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
20	2,04	2,26	2,43	2,55	2,70					
25	2,46	2,77	3,03	3,23	3,39	3,63				
30	3,00	3,43	3,80	4,13	4,40	4,64	5,03			
35	3,69	4,29	4,84	5,34	5,80	6,21	6,59	7,25		
40	4,69	5,44	6,26	7,05	7,80	8,51	9,18	9,83	11,03	
45	5,83	7,06	8,30	9,55	10,80	12,04	13,26	14,46	15,60	18,01

- 5) Suponha agora que o solo tem um pequeno intercepto de coesão $c' = 10$ kPa. Qual a profundidade da **fenda de tração**? Qual a sua influência no **empuxo ativo** (tanto Rankine quanto Coulomb)?
- 6) Ainda para o caso de $c' = 10$ kPa, qual a influência no **empuxo passivo**?
- 7) Solo argiloso, $\gamma = 18$ kN/m³, solicitação não drenada, resistência (critério de Tresca) dada por $s_u = 36$ kPa. Qual a profundidade da fenda de tração? Você faria um corte vertical extenso com essa altura? Por que? Compare com a situação de aterro sobre solo mole da Coleção 2, em que a condição não drenada era a mais crítica. Explique a diferença.