

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MECÂNICA DOS SOLOS

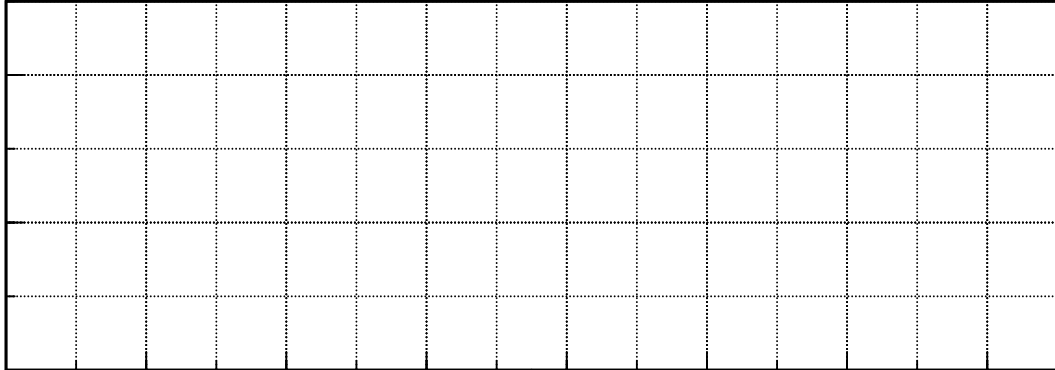
**1. Com uma areia foram realizados dois ensaios triaxiais drenados, sendo obtidos os seguintes resultados:**

Ensaio 1:  $\sigma_3 = 200\text{kPa}$ ;  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{rup.}} = 400\text{kPa}$

Ensaio 2:  $\sigma_3 = 500\text{kPa}$ ;  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{rup.}} = 1000\text{kPa}$

Pede-se:

- a) Traçar a envoltória de resistência dessa areia



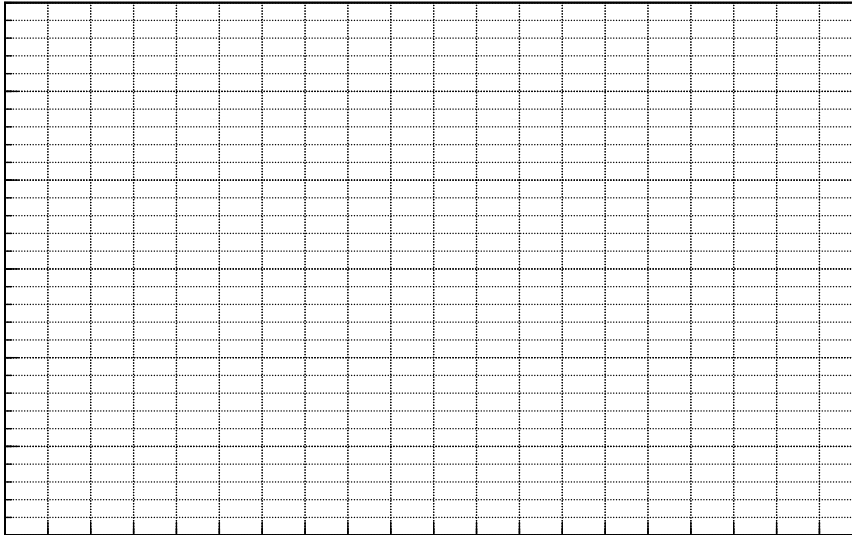
- b) Qual seria a tensão desviadora de ruptura no caso de ser feito ensaio com tensão de confinamento de 300kPa?
- c) No caso do item b, qual o ângulo que o plano de ruptura deverá fazer com o plano principal maior? Qual a tensão normal e de cisalhamento nesse plano?

**2. Realizaram-se ensaios de cisalhamento direto com três amostras de uma areia, tendo sido obtido os seguintes resultados:**

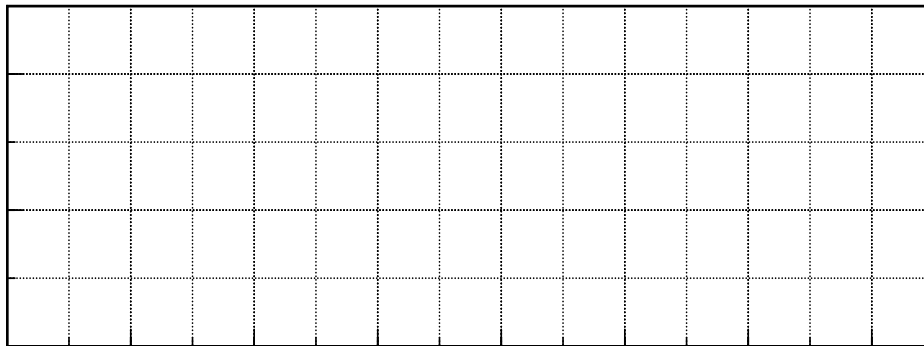
$\sigma = 100\text{kPa}$		$\sigma = 200\text{kPa}$		$\sigma = 300\text{kPa}$	
$\tau$ (kPa)	$\Delta L$ (mm)	$\tau$ (kPa)	$\Delta L$ (mm)	$\tau$ (kPa)	$\Delta L$ (mm)
40	0,5	100	0,47	150	0,40
70	0,98	160	1,20	250	0,80
90	2,00	130	3,35	245	2,00
68	3,95	110	5,50	190	4,50
57	6,50	105	8,00	160	8,50
54	11,00	102	13,00	155	12,00
50	17,80	100	19,00	150	17,00

Plotar os resultados obtidos.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MECÂNICA DOS SOLOS



Determinar o valor de  $\tau_{\max}$  e  $\tau_{\text{res}}$  para cada ensaio, e o ângulo de atrito interno do solo ( $\phi$  e  $\phi'_{\text{res}}$ ).



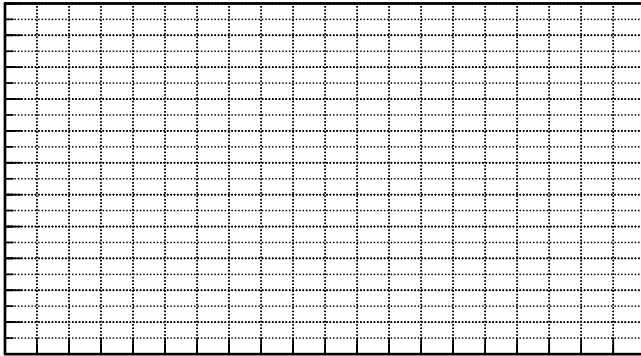
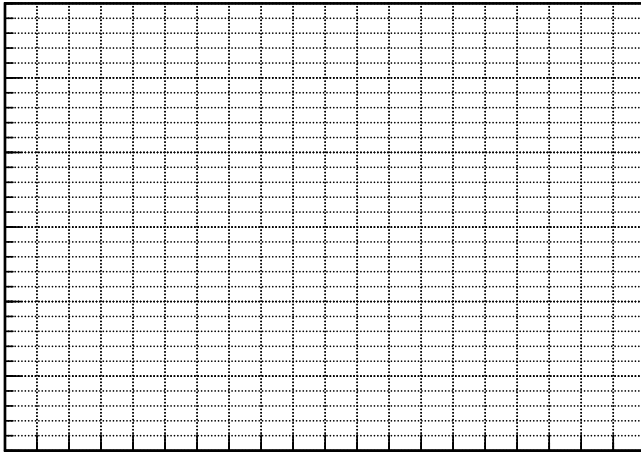
**3. Com uma determinada amostra de areia, foram moldados três corpos de prova para ensaios de compressão triaxial, cada corpo de prova tendo um índice de vazios diferente. Os três corpos de prova foram saturados e ensaiados com drenagem, sob a mesma tensão confinante de 100kPa, medindo-se a variação de volume durante o carregamento axial. Os resultados obtidos foram:**

Ensaio 1 - e = 1,3			Ensaio 2 - e = 0,95			Ensaio 3 - e = 0,65		
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	$\Delta V/V$ (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	$\Delta V/V$ (%)
14	0,5	-0,30	32	0,5	-0,15	75	0,5	-0,10
28	1,0	-0,45	50	1,0	-0,25	130	1,0	-0,08
52	2,0	-0,75	88	2,0	-0,40	208	2,0	0,43
80	4,0	-1,25	130	4,0	-0,55	245	4,0	2,15
120	8,0	-1,75	163	8,0	-0,70	230	8,0	4,05
142	12,0	-1,85	170	12,0	-0,65	210	12,0	5,40
150	16,0	-2,05	165	16,0	-0,40	190	16,0	6,50

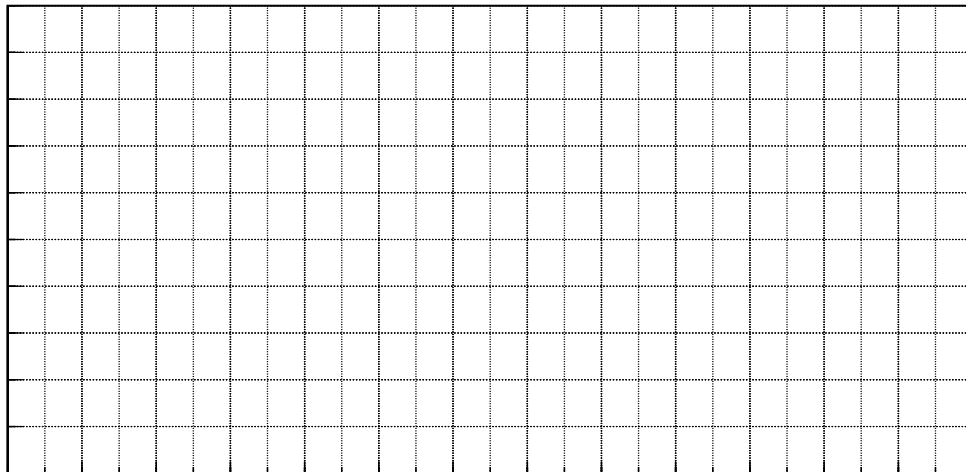
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MECÂNICA DOS SOLOS

150	20,0	-2,05	163	20,0	-0,15	180	20,0	7,10
-----	------	-------	-----	------	-------	-----	------	------

Plotar os resultados obtidos.



Determinar o índice de vazios crítico.



4. Três corpos de prova de uma argila saturada e previamente amolgada sob condições de umidade próxima ao limite de liquidez foram submetidos a ensaios triaxiais adensados-drenados (ensaios CD). Os resultados estão na tabela abaixo e na figura 1.

$\varepsilon_a$ (%)	$\sigma_3 = 100\text{kPa}$		$\sigma_3 = 200\text{kPa}$		$\sigma_3 = 400\text{kPa}$	
	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	$\varepsilon_v$ (%)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	$\varepsilon_v$ (%)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	$\varepsilon_v$ (%)
0,5	16	0,45	32	0,45	65	0,46
1,0	30	0,75	61	0,77	120	0,78
2,0	49	1,35	98	1,45	198	1,53
5,0	80	2,80	162	3,00	327	3,20
10,0	108	3,80	215	4,00	433	4,25
15,0	119	4,00	239	4,20	480	4,45
20,0	126	4,10	252	4,35	509	4,50

- a) Obter a envoltória de resistência (em tensões efetivas) deste solo.  
b) Traçar a a curva  $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma_3$  versus  $\varepsilon_a$ .

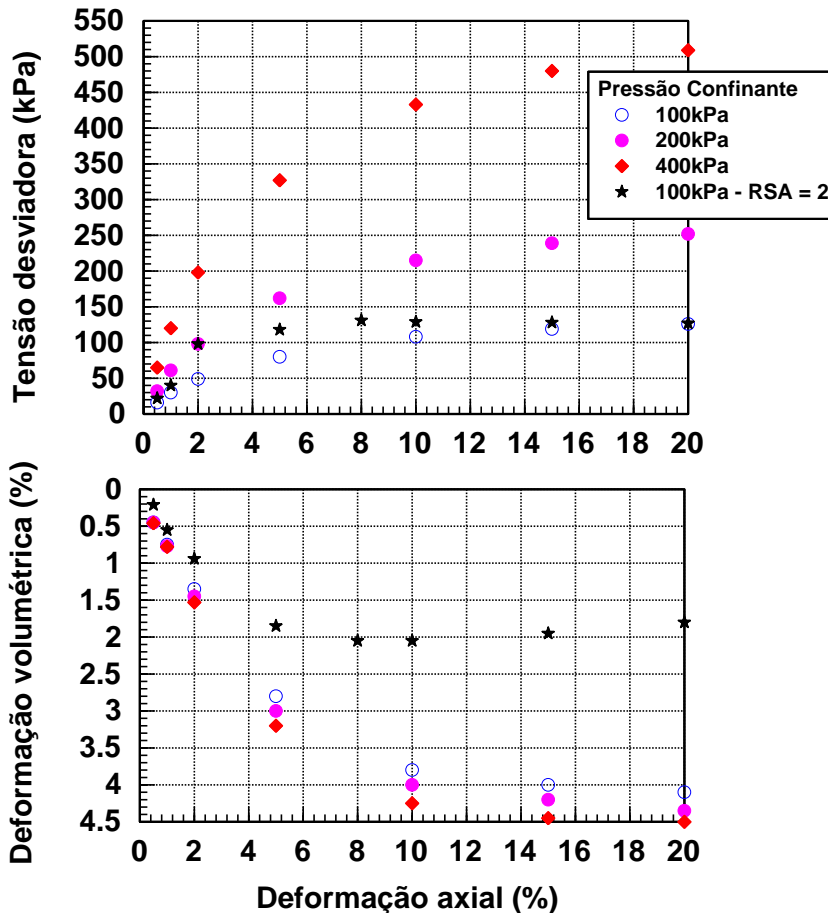
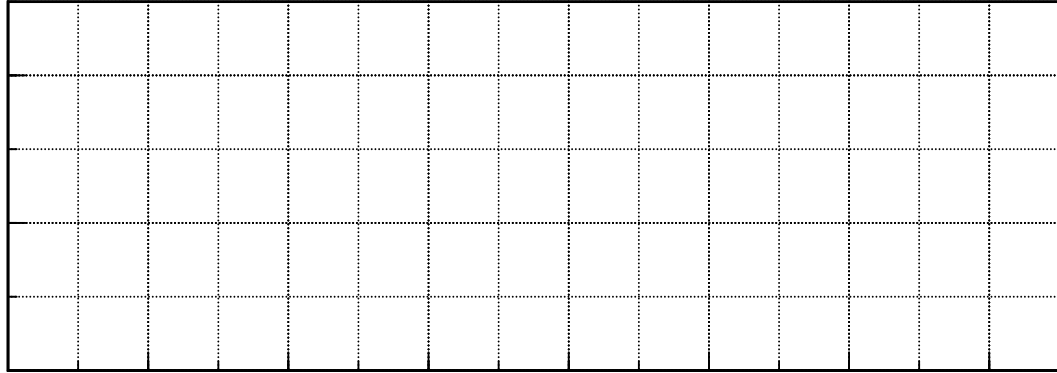


Figura 1- resultados de ensaios triaxiais drenados (CD)

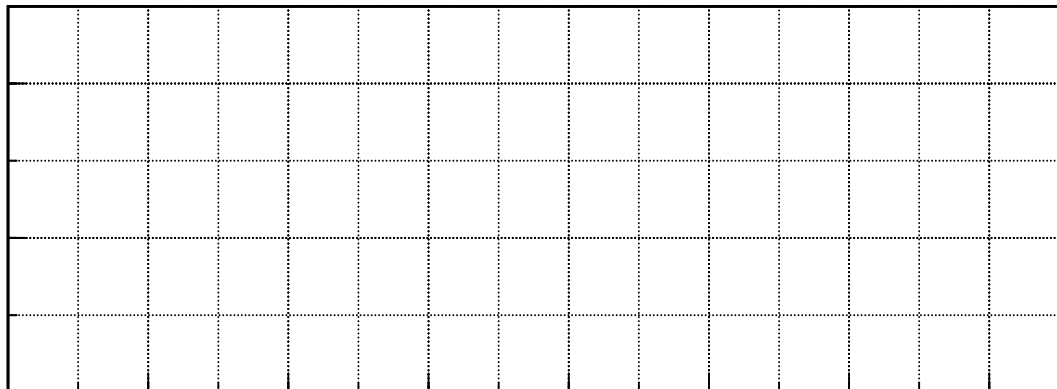


5. Um quarto corpo de prova da mesma argila, preparado da mesma forma, foi adensado na câmara triaxial sob pressão confinante de 200kPa. Reduziu-se, então, a pressão confinante para 100kPa com drenagem. Em seguida, também com drenagem aberta, aumentou-se a tensão axial até a ruptura.

Os resultados estão apresentados abaixo e na figura 1.

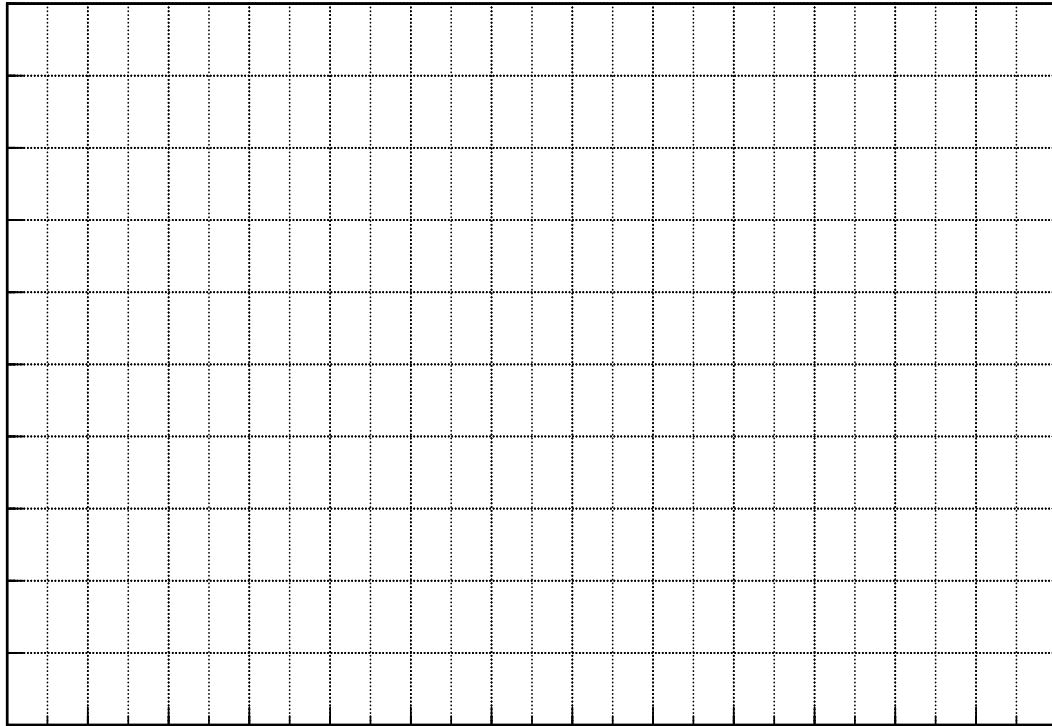
$\varepsilon_a$ (%)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	$\varepsilon_v$ (%)
0,5	22	0,21
1,0	40	0,55
2,0	98	0,94
5,0	118	1,85
8,0	131	2,05
10,0	129	2,05
15,0	128	1,95
20,0	127	1,80

- a) Desenhe o círculo de Mohr de ruptura no diagrama da questão 1a, observando a modificação da envoltória para solos sobre-adensados.  
 b) Comparar as curvas  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  versus  $\varepsilon_a$  e  $\varepsilon_v$  versus  $\varepsilon_a$  com as do exercício 1



- c) Traçar a curva  $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma_3$  versus  $\varepsilon_a$ .

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MECÂNICA DOS SOLOS

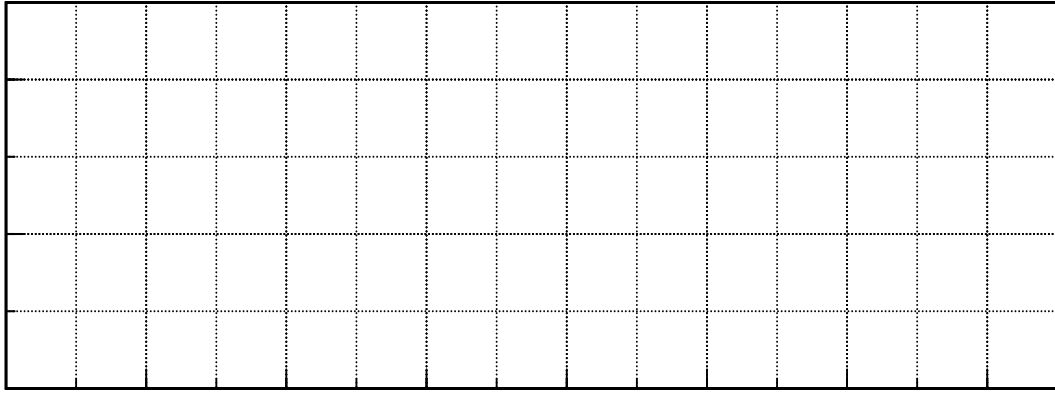


**6. Três corpos de prova da mesma argila, preparados da mesma forma, foram submetidos a ensaios triaxiais adensados não drenados com medida de pressão neutra (ensaios CU). Os resultados estão na tabela abaixo e na figura 2.**

$\varepsilon_a$ (%)	$\sigma_3 = 100\text{kPa}$		$\sigma_3 = 200\text{kPa}$		$\sigma_3 = 400\text{kPa}$	
	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	u (kPa)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	u (kPa)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	u (kPa)
0,5	25	10	50	21	99	40
1,0	35	20	69	40	139	81
2,0	42	30	85	60	168	119
5,0	53	42	105	83	211	168
10,0	57	52	113	103	228	209
15,0	58	54	115	107	232	215

a) Obter as envoltórias de resistência em termos de tensões totais e efetivas

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MECÂNICA DOS SOLOS



b) Traçar a curva  $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma_3$  versus  $\epsilon_a$ .

**7. Um corpo de prova da mesma argila, preparada da mesma forma, foi adensado na câmara triaxial sob pressão confinante de 200kPa. Reduziu-se, então, a pressão confinante para 100kPa com drenagem. Em seguida, com a drenagem fechada, aumentou-se a tensão axial até a ruptura. Os resultados estão apresentados abaixo e na figura 2.**

$\epsilon_a$ (%)	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	u (kPa)
0,5	34	5
1,0	50	9
2,0	68	14
5,0	83	22
10,0	91	27
15,0	91	28

- a) Desenhar os círculos de Mohr de ruptura (em termos de tensões totais e efetivas) no diagrama da questão 3a e observar a modificação das envoltórias para solos sobre-adensados.
- b) Comparar as curvas  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  versus  $\epsilon_a$  e u versus  $\epsilon_a$  com as do exercício 3.
- c) Traçar a curva  $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma_3$  versus  $\epsilon_a$ .

8. Compare as envoltórias de resistências obtidas nos ensaios CD e CU. Relacione as deformações volumétricas observadas nos ensaios CD às pressões neutras geradas nos ensaios CU.

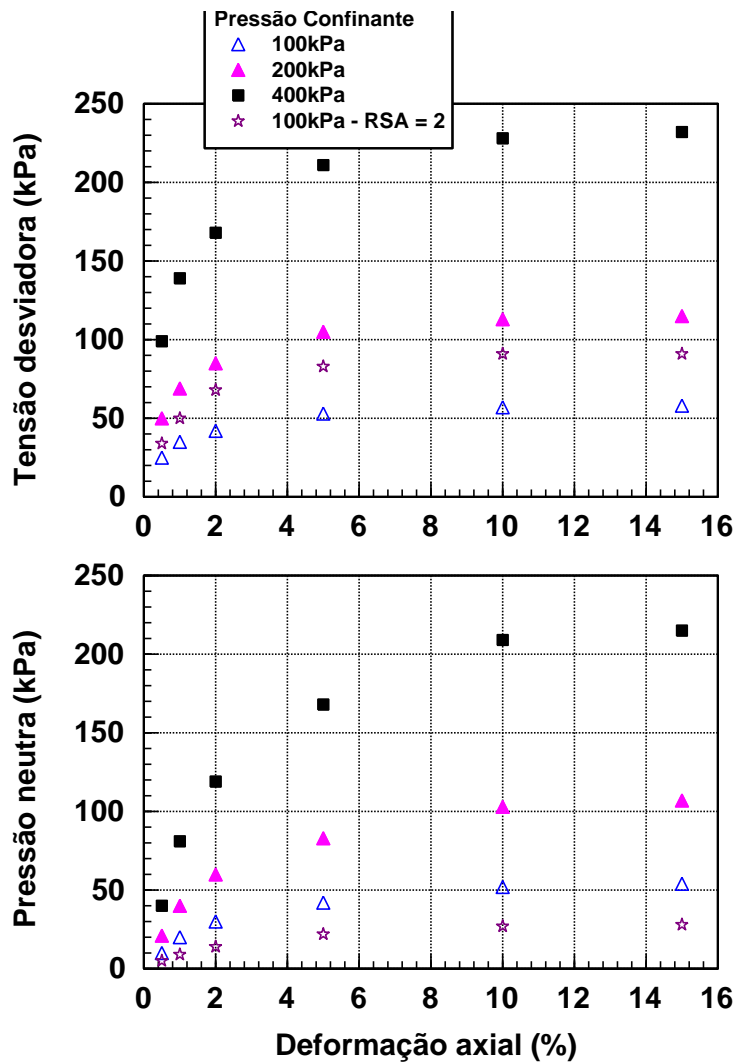


Figura 2- Resultados de ensaios triaxiais não drenados (CU).



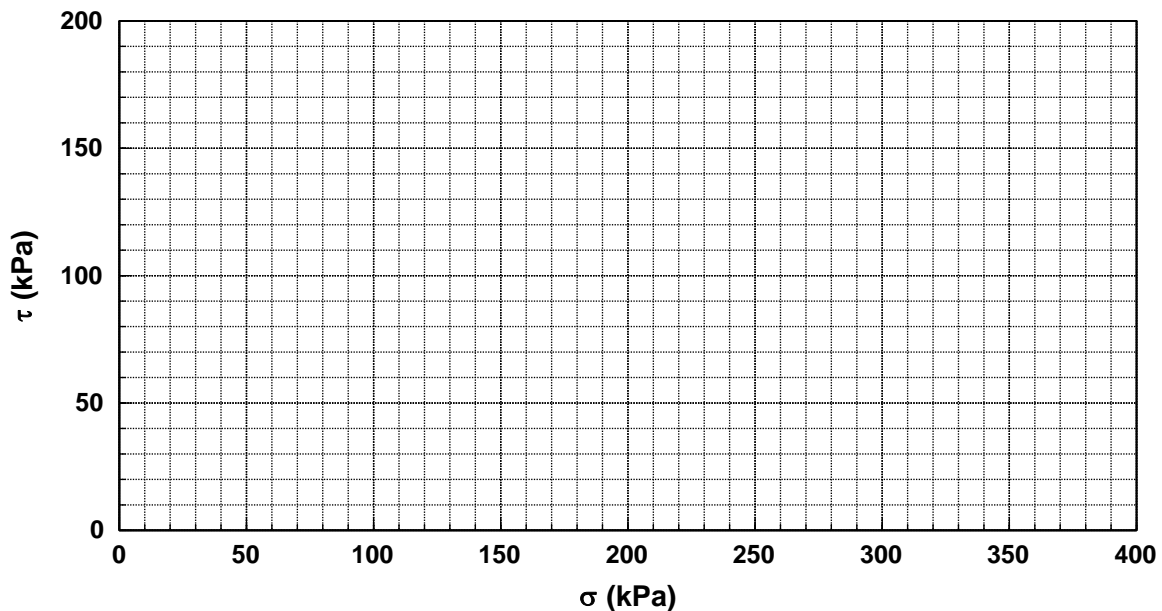
9. Uma camada de argila foi formada por sedimentação em um lago. Amostras do solo foram retiradas da profundidade de 10m. Com uma delas foi realizado um ensaio CU sob tensão confinante de 100kPa, obtendo-se tensão desviadora de 80kPa e pressão neutra de 45,4kPa na ruptura. O peso específico natural do solo é 15kN/m<sup>3</sup>.

Pede-se:

- Determinar a envoltória de resistência em tensões efetivas e o ângulo de atrito efetivo;
- estimar o coeficiente de empuxo no repouso ( $K_0$ );
- calcular a tensão normal octaédrica;
- estimar a pressão da água da amostra;
- determinar a envoltória de resistência em tensões totais de ensaios UU realizados sobre amostras desse solo retiradas de 10m de profundidade.

10. Um ensaio CU foi realizado em uma argila normalmente adensada. A pressão confinante foi de 150kPa e a tensão desviadora na ruptura foi de 180kPa.

- Plote os círculos de Mohr
- Plote a envoltória de tensão total
- Plote a envoltória de tensão efetiva assumindo que a pressão neutra na ruptura foi de 60kPa.



- 11. Uma amostra com 25mm de altura foi adensada em laboratório utilizando-se uma prensa de adensamento unidimensional. Esta amostra levou 60 minutos para atingir 90% de adensamento. Quantos dias uma camada de 3m do mesmo solo levaria para recalcar 90% do recalque total? Qual o tempo necessário para a argila atingir 50% do recalque total? Assuma que tanto acima como abaixo da camada de argila exista uma areia.**