

ATIVIDADE 1

**AULA I – Tensões e deformações no maciço**

Fundações são elementos estruturais que transmitem os esforços de uma estrutura para o solo. O projeto de uma fundação requer, entre outras coisas, o conhecimento dos efeitos que um determinado esforço, transmitido através de um elemento de fundação, produz no solo; esses efeitos podem ser deslocamentos e tensões, por exemplo.

Q1 – Para iniciar o estudo de fundações vamos revisar uma forma de avaliar esses efeitos com uso da Teoria da Elasticidade conforme Poulos & Davis (P&D). O problema inicial será relacionado a uma fundação rasa, tipo sapata, e devem-se avaliar as tensões verticais e deslocamentos verticais em alguns pontos do maciço abaixo da sapata; o maciço é suposto semi-infinito e a sapata é quadrada.

Dados:

- Sapata quadrada de lado  $B = 2 \text{ m}$ , suportando um pilar de seção quadrada com dimensões de  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ ;
- Força normal de  $1000 \text{ kN}$  aplicada no pilar – neste primeiro exemplo a força será assumida vertical e centrada;
- Profundidade da fundação,  $D_f$ ;
- Solo elástico com  $E = 40 \text{ MPa}$  e  $\nu = 0,5$ ;

Pedem-se os valores de  $\sigma_z$  e  $\rho_z$  nas profundidades (contadas a partir de  $D_f$ )  $z = 1,0 \text{ m}$ ;  $1,5 \text{ m}$ ;  $2,0 \text{ m}$ ;  $2,5 \text{ m}$ ;  $3,0 \text{ m}$ ;  $3,5 \text{ m}$ ;  $4,0 \text{ m}$ ;  $4,5 \text{ m}$ ;  $5,0 \text{ m}$ ;  $7,5 \text{ m}$ ;  $10,0 \text{ m}$ , considerando:

- As fórmulas de Boussinesq, com  $D_f = 0$  (P&D2);
- O item 3.4.1, com  $D_f = 0$  (P&D3);

2.1.2 BOUSSINESQ PROBLEM

Point load acting on the surface of a semi-infinite mass (Fig.2.2)

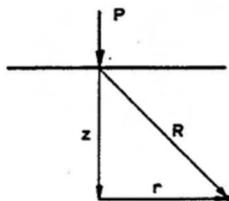


FIG. 2.2

3.4 Loading on a Rectangular Area

3.4.1 UNIFORM VERTICAL LOADING

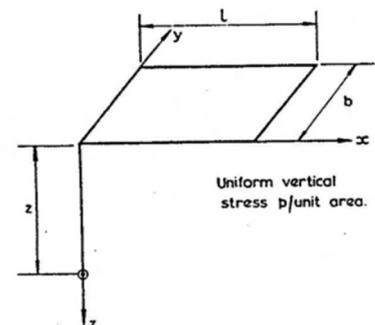
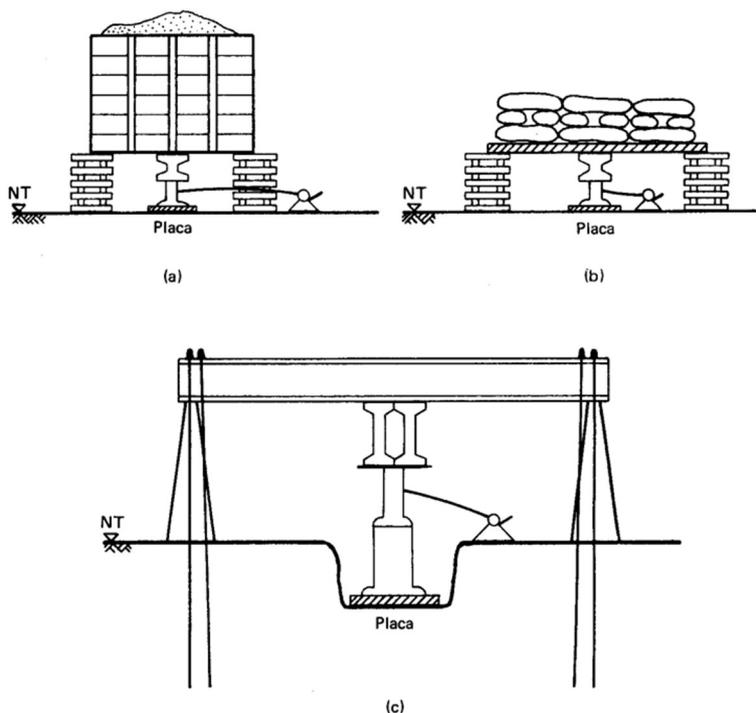


FIG. 3.29

Fazer gráficos de  $\sigma_z$  e  $\rho_z$  com a profundidade para cada uma das situações. Comentar os resultados.

Q2 – Um dos ensaios de campo usados para projetar fundações é a prova de carga sobre placa. Trata-se de uma placa circular metálica de 80 cm de diâmetro carregada por um macaco que reage contra uma viga. A reação pode ser obtida com uma cargueira ou com tirantes, conforme mostrado nas figuras abaixo.



Resultados de provas de carga estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3, abaixo

Carga (kN)	Recalque (mm)
0	0
150	2
300	5
450	8
600	11
750	13
900	16
1050	19
1200	22
1350	25
1500	28
1650	31
1800	34
1950	38
2100	41
2250	44
2400	47
2550	50
2760	55
2940	65
3120	79
3300	105
3420	140
3510	180
3540	225

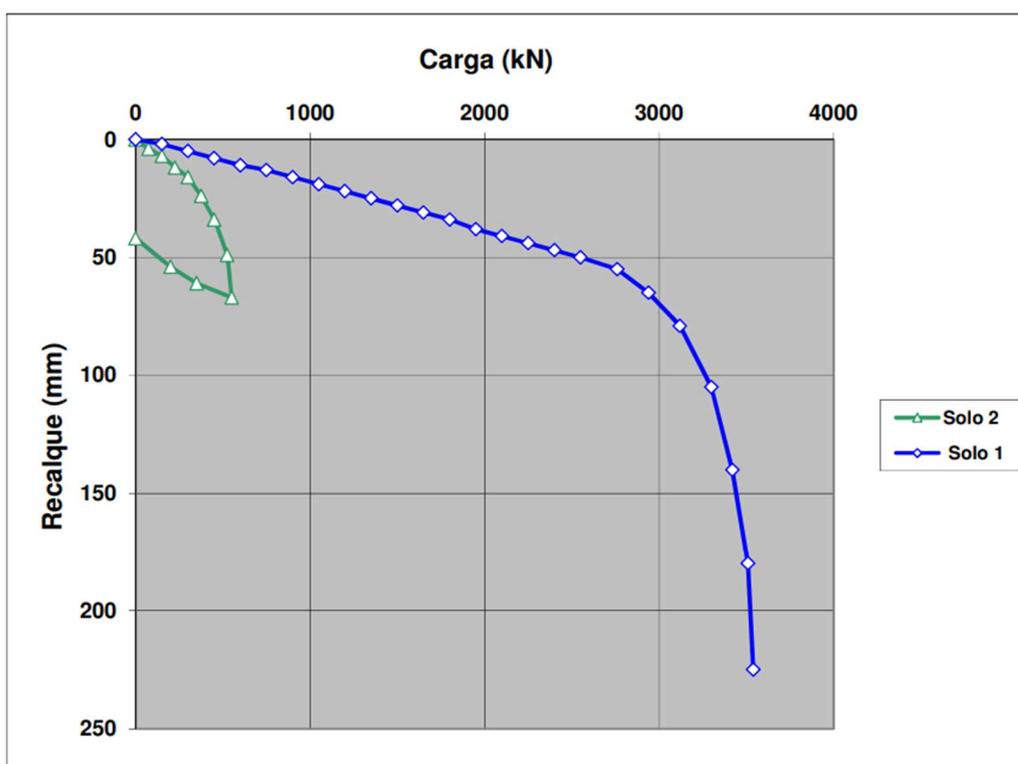


Figura 1

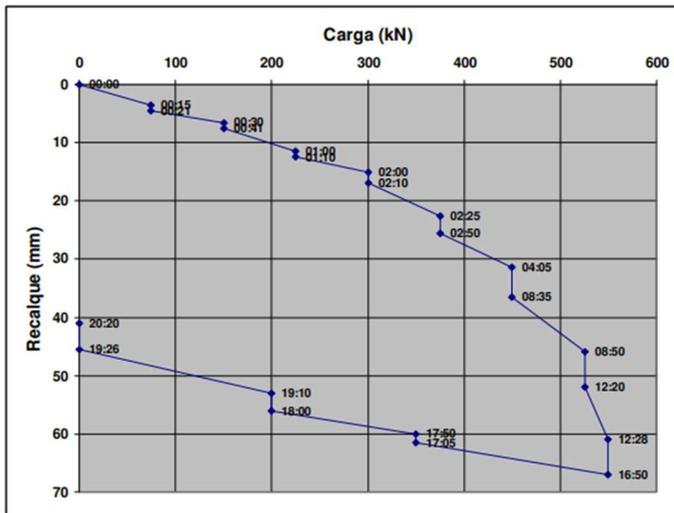


Figura 2

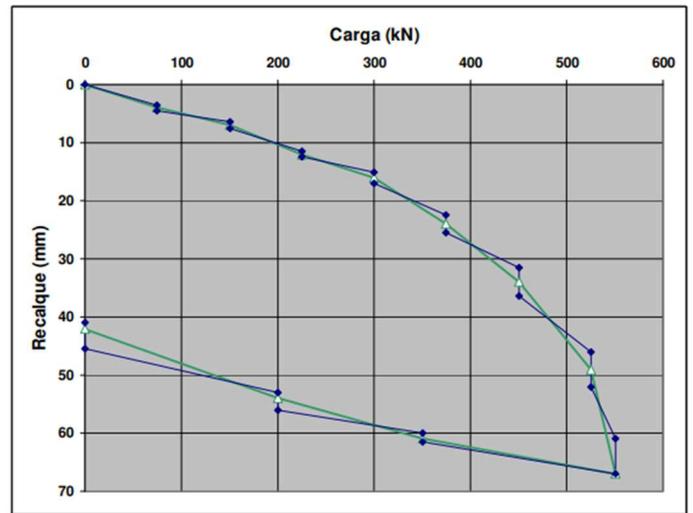


Figura 3

Além disso, são indicados nas figuras 4 e 5, os perfis de sondagem dos terrenos das provas de carga.

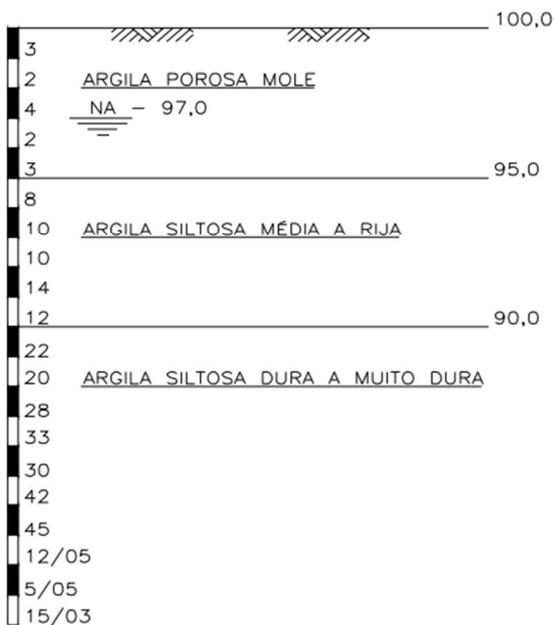


Figura 4 – Perfil de sondagem típico do terreno do solo 1 (prova de carga realizada na cota 90,0)

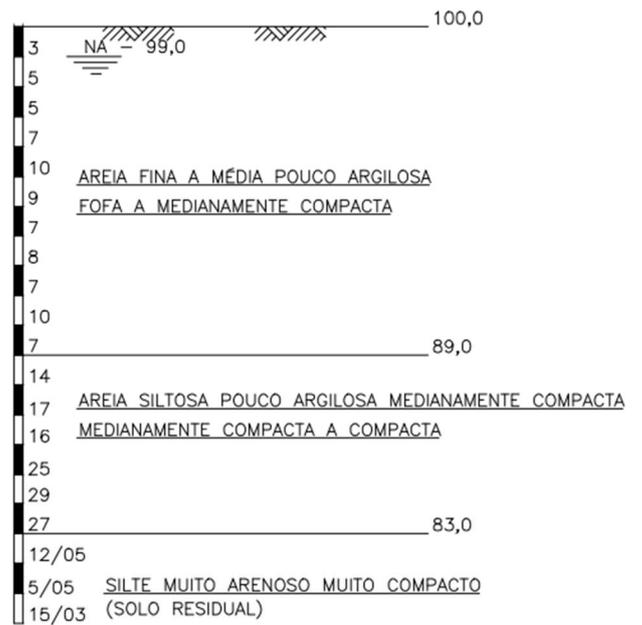


Figura 5 – Perfil de sondagem típico do terreno do solo 2 (prova de carga na cota 96,0)

Com base nas informações das figuras 1 a 5, acima, responda o que se pede:

- 1) Por que são essenciais as informações das Figuras 4 e 5 para avaliar os resultados das provas de carga?
- 2) A tabela e uma das curvas da Figura 1 apresentam o resultado de uma prova de carga levada até a ruptura, no solo 1.
  - a) Estime o recalque de uma sapata retangular de 2,0 m x 3,0 m sob carga de 4800 kN, no mesmo terreno;
  - b) Estime o módulo de Young do solo ensaiado;
  - c) A área da sapata (6 m<sup>2</sup>) lhe parece adequada, ou seria prudente aumentá-la para bem transmitir ao terreno a carga de 4800 kN?

## Aula II – Parâmetros do solo / investigações e estudos de laboratório e de campo

Para desenvolvimento das verificações analíticas de Estado Limite Último (ELU) e Estado Limite de Serviço (ELS) em um projeto de fundações é necessário estimar parâmetros de resistência e de rigidez do solo. Tais parâmetros dependem de estudos geotécnicos de campo e de laboratório.

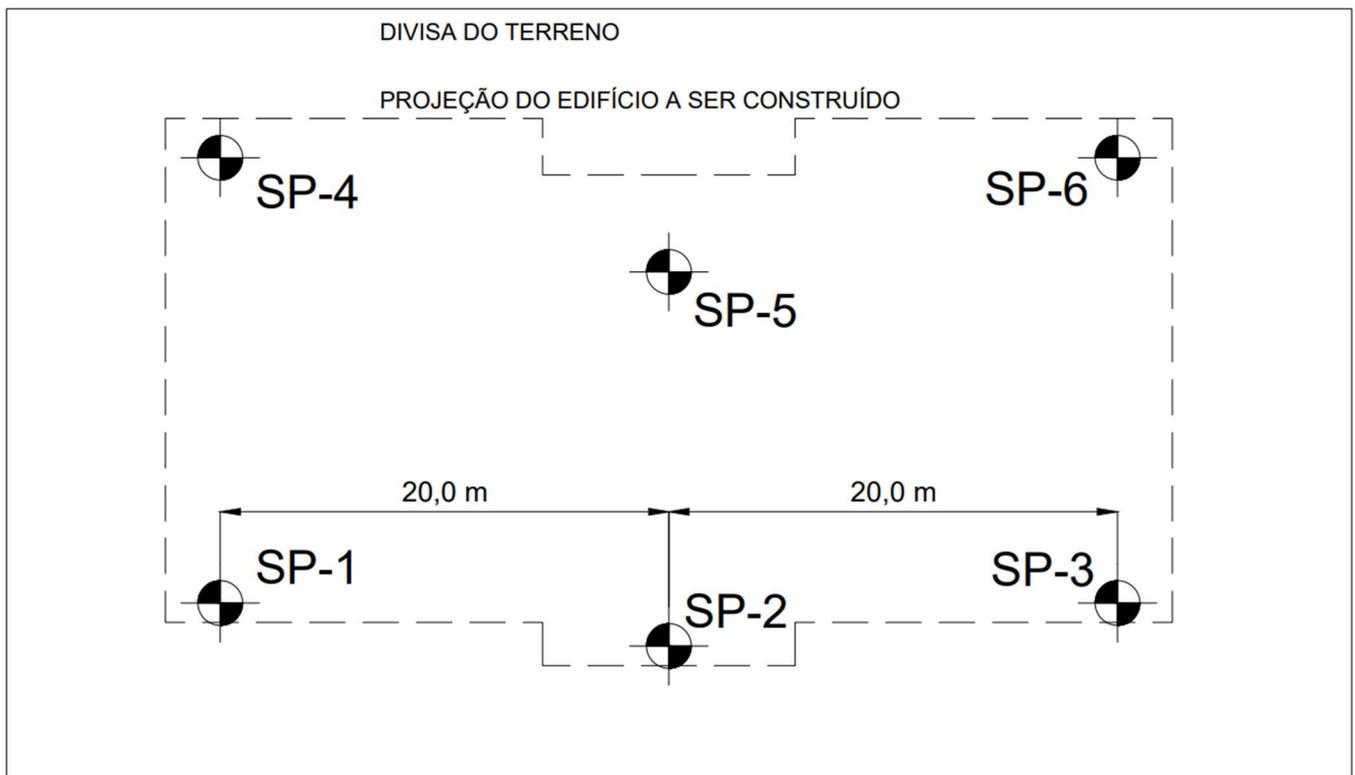
Nesta atividade serão revistos aspectos relacionados às propriedades dos solos e investigações geotécnicas. Recomenda-se a leitura dos capítulos 1 a 5 do livro Fundações – Teoria e Prática, editado pelo prof. Waldemar Hachich (EPUSP-PEF).

Q1 – É possível realizar o projeto de uma fundação apenas a partir de um desses tipos de ensaio (campo ou laboratório)? Ou esses dois tipos de ensaios se complementam? Discorra sobre as vantagens e as limitações de cada um desses dois tipos de ensaio.

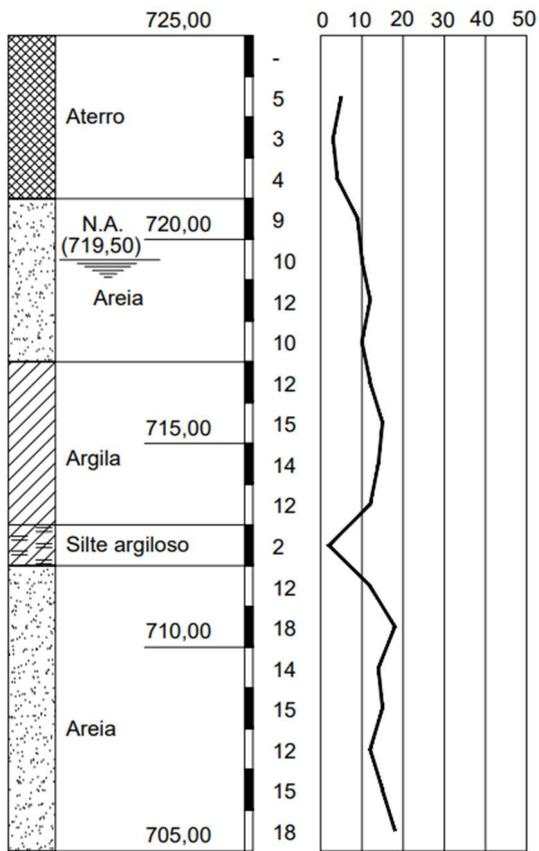
Q2 – Sobre estudos de campo, responda o que se pede:

- Quais os tipos usuais de estudos geotécnicos?
- Quais as principais características das sondagens tipo SPT? A partir de sondagens tipo SPT é possível determinar parâmetros de resistência e deformabilidade?

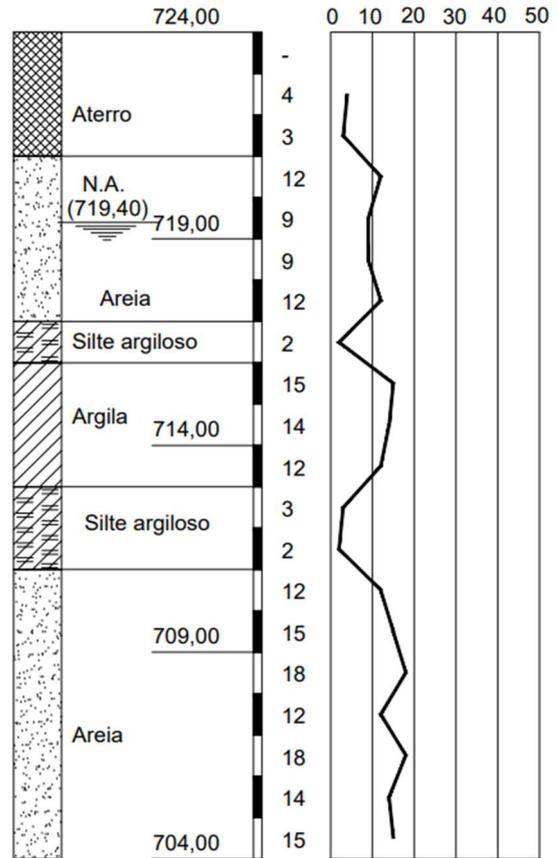
Q3 – A figura abaixo ilustra a locação e alguns perfis de sondagem de um terreno onde se planeja construir um edifício residencial com seis pavimentos e área em planta de 800 m<sup>2</sup>.



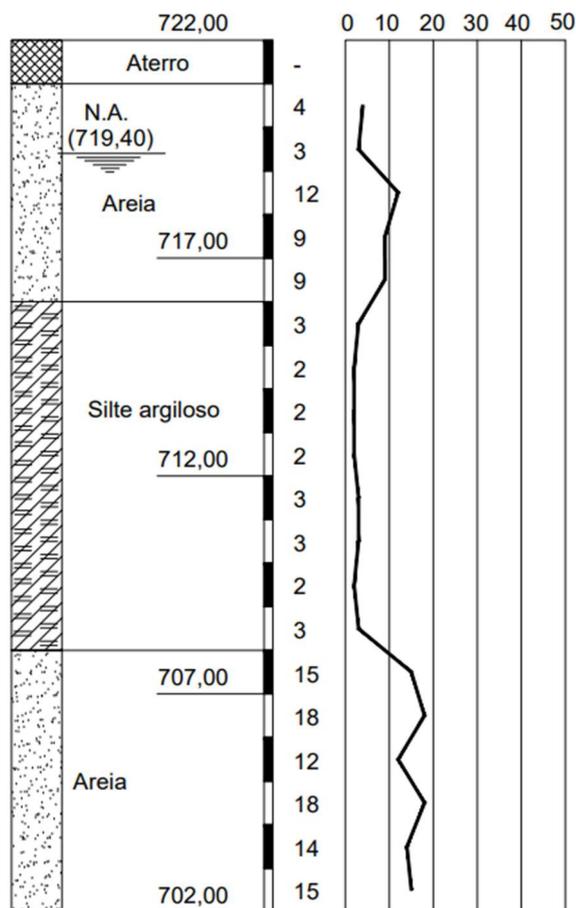
### SP-1



### SP-2

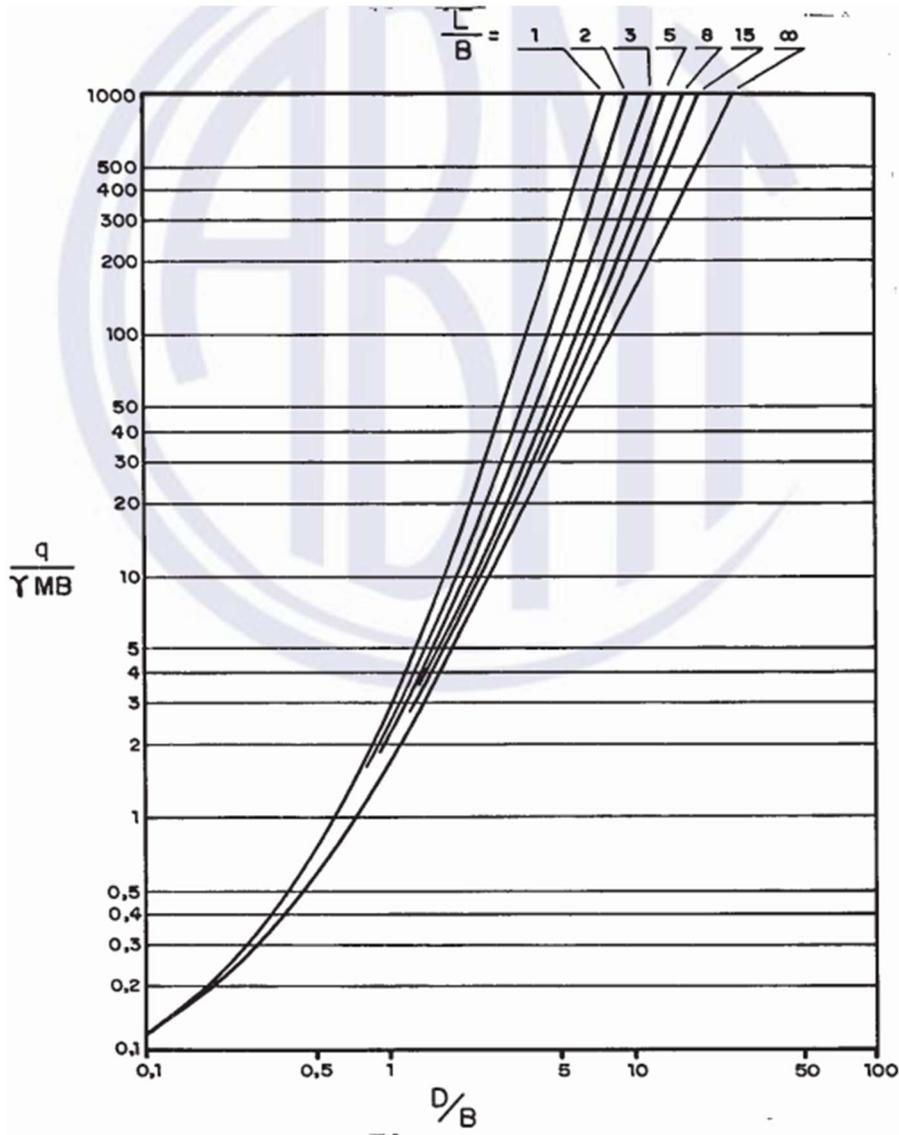


### SP-3



Com base nesses dados, responda o que se pede:

- a) A quantidade, a localização e a profundidade das sondagens são suficientes para o projeto de fundação do edifício? Justifique sua resposta com base na literatura e na figura da norma NBR 8036/2021.



Onde:

$q$  = pressão média sobre o terreno (peso do edifício dividido pela área em planta)

$\gamma$  = peso específico médio estimado para os solos ao longo da profundidade em questão

$M = 0,1$  = coeficiente decorrente do critério definido em 4.1.2.2

$B$  = menor dimensão do retângulo circunscrito à planta da edificação

$L$  = maior dimensão do retângulo circunscrito à planta da edificação

$D$  = profundidade da sondagem

- b) Apresente um perfil geotécnico com base nos resultados dos furos de sondagem SP1, SP2 e SP3. Classifique a compacidade/consistência do solo de acordo com os resultados de SPT apresentados.

Q4 – A tabela abaixo apresenta valores de tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e de tensão normal ( $\sigma$ ) de uma série de ensaios de cisalhamento direto de uma amostra indeformada de solo. A partir desses valores estime parâmetros de resistência para o solo.

CP	$\sigma'$ (kPa)	$\tau$ (kPa)
01	50,0	26,6
02	100,0	65,76
03	200,0	124,13
04	50,0	30,29
05	100,0	51,87
06	200,0	94,21
07	50,0	26,6
08	100,0	51,72
09	200,0	100,12

