etrônico

Estratégia
CONCURSOS

Aul

Passo Estratégico de Obras Rodoviárias p/ DNIT (Analista - Engenharia Civil) - 2019

Professor: Douglas Oliveira

Estudos Geotécnicos

Apresentação 1
Introdução 2
Análise Estatística 2
Análise das Questões 3
Orientações de estudo (Cheklist) e Pontos a Destacar 23
Questionário de Revisão 25
Anexo I – Lista de Questões 35
Referências Bibliográficas 44

APRESENTAÇÃO

Olá, pessoal!

Meu nome é Douglas Oliveira, sou Engenheiro Civil graduado pela Universidade Federal do Vale do São Francisco, especialista em Estruturas e Fundações pela Universidade Cidade de São Paulo e mestrando na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente exerço o cargo de Analista de Controle Externo no Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, após aprovação no concurso público realizado em novembro de 2018. Antes de ingressar no setor público atuei como professor universitário e em grandes obras, como a Linha 4 do metrô do Rio de Janeiro e o Terminal de Regaseificação da Bahia.

Minha trajetória nos concursos públicos começou em 2012, quando fiz o concurso da PETROBRAS para Engenheiro de Petróleo. Na ocasião eu estudei apenas no período pós-edital por cerca de três meses. Contudo, apesar de um desempenho razoável, não consegui entrar no cadastro de reserva. Após esse concurso eu comecei a trabalhar na iniciativa privada e dei uma pausa nos estudos voltados para concursos até outubro de 2017, quando resolvi começar a estudar para o concurso do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado da Bahia, minha terra natal. Foram seis meses de estudos até a prova, conciliando com o trabalho de professor, mas tive um problema com o tempo para passar as respostas para o gabarito e acabei perdendo 11 preciosos pontos. Estudar tanto e ser eliminado por uma falha simples foi uma dor muito grande, e acredito que alguns de vocês já devem ter passado por isso. Veio o desânimo e a vontade de desistir, até que um mês depois saiu o edital do TCEMG com praticamente as mesmas matérias e assuntos. Assim, aproveitei tudo que eu já tinha estudado,

aprimorei meus conhecimentos, aprendi a controlar o tempo (rs!) e fui aprovado em 5º lugar para área de Engenharia.

Após essa breve apresentação, terei a enorme satisfação de redigir os relatórios do Passo Estratégico de Obras Rodoviárias para ajudá-los a alcançar a aprovação para o cargo de Analista de Infraestrutura do DNIT. Vamos juntos!

INTRODUÇÃO

O último concurso do DNIT ocorreu em 2013 e a banca organizadora do certame foi a ESAF. Contudo, sabendo que a ESAF não está realizando concursos no momento, adotaremos a FCC como provável banca. Desta forma, toda a análise estatística será feita considerando 408 questões de obras rodoviárias aplicadas em concursos da FCC nos últimos anos para cargos de nível superior.

Este relatório aborda o assunto **Estudos Geotécnicos** e, com base na análise estatística, concluímos que assunto possui importância **Muito Alta**.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na análise estatística é identificado o grau de importância do assunto em função do seu percentual de cobrança em provas de concursos realizados pela banca. Dessa forma, temos o seguinte resultado para o assunto que será abordado neste relatório:

Assunto	% aproximado de cobrança em provas de nível superior realizadas pela FCC desde 2007
Estudos Geotécnicos	**17%**

Com base na tabela anterior, concluímos que o assunto Estudos Geotécnicos possui importância **Muito Alta**, uma vez que foi cobrado em 71 das 408 questões analisadas (17%).

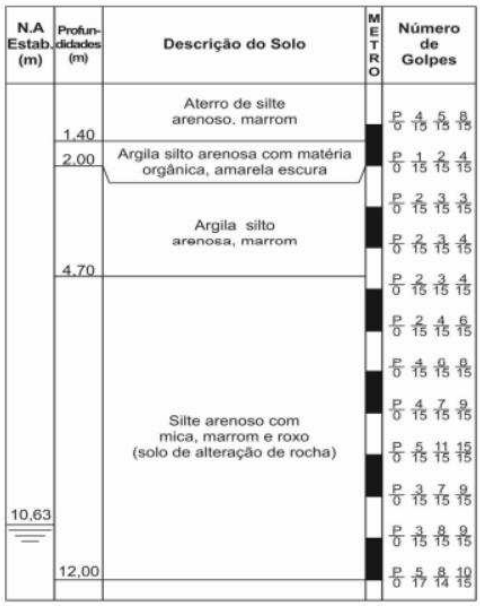
É importante destacar que os percentuais de cobrança, para cada tema, podem variar bastante. Sendo assim, adotaremos a seguinte classificação quanto à importância dos assuntos:

% de Cobrança	Importância do Assunto
Até 1,9%	**Baixa a Mediana**
De 2% a 4,9%	**Média**
De 5% a 9,9%	**Alta**
10% ou mais	**Muito Alta**

ANÁLISE DAS QUESTÕES

Esta seção busca identificar o modo como a banca costuma cobrar o assunto de forma a orientar o estudo dos temas.

1. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Considere parte do relatório do perfil de sondagem de simples reconhecimento do subsolo de um terreno com SPT (Standard Penetration Test – Ensaio de Penetração Padrão) abaixo:



O valor do índice de resistência à penetração N para a cota – 12 m e sua correspondente designação de compacidade são, respectivamente,

a) 23 e muito compacto.
b) 10 e pouco compacto.
c) 18 e medianamente compacto.
d) 29 e compacto.
e) 13 e compacto.

Dentre os ensaios geotécnicos, o mais cobrado pela FCC é o ensaio de sondagem à percussão (SPT). Assim sendo, é muito importante saber as características do ensaio, os parâmetros envolvidos e a interpretação dos resultados. Dessa forma, leve para sua prova que o ensaio mede a resistência à penetração nos últimos 45 cm de cada camada de 1 m, dividindo esse segmento de 45 cm em 3 trechos de 15 cm. O índice de resistência à penetração (N) é o número de golpes para penetrar os últimos 30 cm, ou seja, é a soma dos golpes nos dois últimos trechos de 15 cm, adotando-se o número de golpes obtidos mesmo que a penetração seja diferente de 15 cm.

No boletim de sondagem, o número de golpes e a medida da penetração em cada trecho é apresentada em forma de fração (x/y) em que o numerador é número de

golpes e o denominador o comprimento penetrado. Observe que no boletim do enunciado, na profundidade de 12 m, temos os seguintes resultados:

15 cm iniciais	5 golpes e 17 cm de penetração
De 15 a 30 cm	8 golpes e 14 cm de penetração
De 30 a 45 cm	10 golpes e 15 cm de penetração

Como o resultado do índice de resistência à penetração é a soma dos dois últimos trechos de 15 cm, independente da profundidade penetrada, então:

$$N=8+10=18 \text{ golpes}$$

Para concluir a questão, é importante conhecer a tabela do anexo A da NBR 6484/2001, que classifica a compacidade e consistência do tipo de solo encontrado. Na profundidade de -12 m da sondagem do enunciado, temos que o tipo de solo é um silte arenoso. Este tipo de solo, com índice de resistência à penetração de 18, é classificado como **medianamente compacto**.

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação[1)]
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura (o)

GABARITO: C

2. (FCC/2017/TRT 24ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os procedimentos de sondagens de simples reconhecimento do subsolo de um terreno utilizando o Ensaio de Penetração Padrão (SPT – *Standard Penetration Test*) ao atingir a cota – 10 m obteve-se os seguintes resultados do amostrador- padrão: 14/15 – 21/15 – 15/7. Conclui-se que a cravação do amostrador-padrão foi interrompida antes dos 45 cm de penetração, pois,

a) não foi observado avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.
b) nos dois trechos iniciais do amostrador-padrão completou-se 30 cm de penetração.
c) um total de 50 golpes foi aplicado durante toda a cravação.

d) nos dois primeiros seguimentos de 15 cm do amostrador-padrão o número de golpes ultrapassou 30.
e) no seguimento final de 15 cm do amostrador-padrão o número de golpes não ultrapassou 10.

Vejamos o que a NBR 6484/2001 (Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio) diz sobre os critérios de paralisação:

> *6.3.12 A cravação do amostrador-padrão é interrompida antes dos 45 cm de penetração sempre que ocorrer uma das seguintes situações:*
>
> *a) em qualquer dos três segmentos de 15 cm, o número de golpes ultrapassar 30;*
>
> *b) um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a cravação; e*
>
> *c) não observar avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.*

Analisando cada uma das assertivas:

a) A partir dos resultados apresentados no enunciado, não é possível concluir que não houve avanço do amostrador em 5 golpes sucessivos. Observe que no último trecho de 15 cm, há um avanço de 7 cm para 15 golpes.

b) Não existe este critério de paralisação na norma.

c) Esse é um dos critérios de paralisação indicados. O número total de golpes aplicados na cravação foi de 14 + 21 + 15 = 50. Logo, é o gabarito da questão.

d) O critério da norma diz que a paralisação deve ocorrer se o número de golpes ultrapassar 30 em um dos três segmentos. Observa-se dos resultados que em nenhum dos três segmentos o número de golpes ultrapassou 30.

e) No segmento final de 15 cm foram aplicados 15 golpes para 7 cm de penetração. De qualquer forma, não existe este critério de paralisação.

GABARITO: C

3. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Durante a realização de sondagem de simples reconhecimento do subsolo de um terreno com SPT (Standard Penetration Test – Ensaio de Penetração Padrão) o tubo de revestimento deve ficar a uma distância de, no mínimo, X cm do fundo do furo, quando da operação de ensaio e amostragem. Somente em casos de fluência do solo para o interior do furo, deve ser admitido deixá-lo à mesma profundidade do fundo do furo. O valor de X, em centímetros, é

a) 20.
b) 50.
c) 30.
d) 15.
e) 10.

Essa é mais uma questão em que a banca testa o conhecimento da NBR 6484/2001. A normativa diz que:

> *6.2.9 O tubo de revestimento deve ficar a uma **distância de no mínimo 50 cm** do fundo do furo, quando da operação de ensaio e amostragem.*
>
> *Somente em casos de fluência do solo para o interior do furo, deve ser admitido deixá-lo à mesma profundidade do fundo do furo.*

Note que, durante o ensaio, a regra é que o tubo de revestimento do furo não fique apoiado na cota do ensaio, mas fique suspenso no mínimo 50 cm. Contudo, caso o solo seja muito instável, a norma admite que o tubo de revestimento seja posicionado na mesma profundidade do ensaio.

GABARITO: B

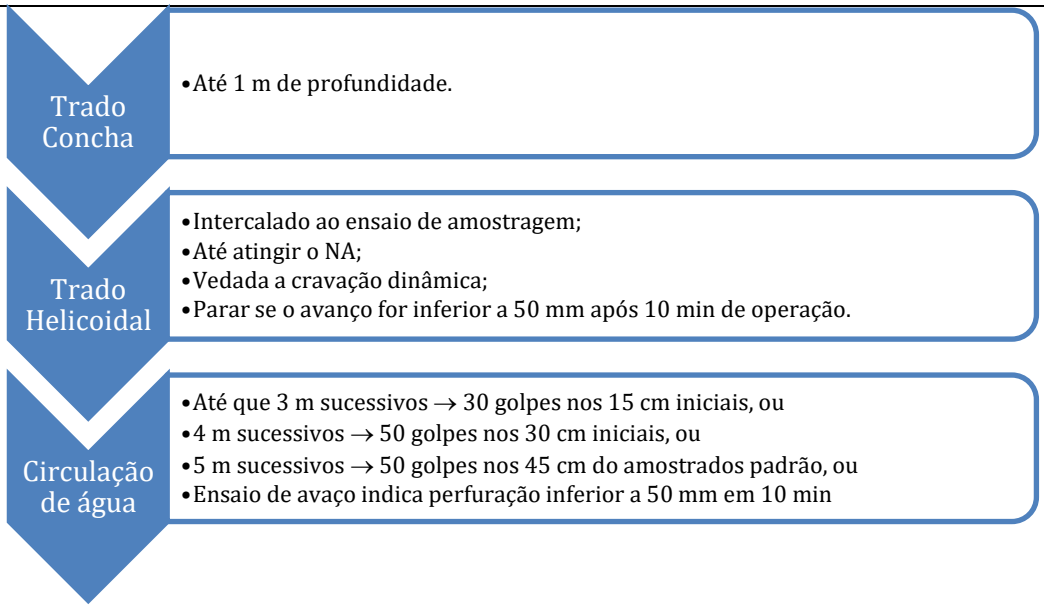
4. (FCC/2017/TRT 11ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) A sondagem a trado é dada por terminada quando existir a profundidade especificada na programação dos serviços ou quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo ou ainda quando o avanço do trado ou ponteira for inferior a

a) 25 milímetros em 20 minutos de operação contínua de perfuração.
b) 80 milímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.
c) 50 centímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.
d) 30 centímetros em 5 minutos de operação contínua de perfuração.
e) 50 milímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

Vejamos o que norma diz sobre o processo de perfuração:

> ***6.2 Processos de perfuração***
>
> *6.2.1 A sondagem deve ser iniciada com emprego do trado-concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1 m, seguindo-se a instalação até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante.*
>
> *6.2.2 Nas operações subseqüentes de perfuração, intercaladas às de ensaio e amostragem, deve ser utilizado trado helicoidal até se atingir o nível d'água freático.*
>
> *6.2.3 Não é permitido que, nas operações com trado, o mesmo seja cravado dinamicamente com golpes do martelo ou por impulsão da composição de perfuração.*
>
> *6.2.4 Quando o avanço da perfuração com emprego do trado helicoidal for **inferior a 50 mm após 10 min de operação** ou no caso de solo não aderente ao trado, passa-se ao método de perfuração por circulação de água, também chamado de lavagem.*

Inicialmente é importante entender a sequência de perfuração:



Logo, a perfuração se inicia com o trado concha até 1 m de profundidade, passando posteriormente para o trado helicoidal até se atingir o Nível d'água ou um avanço inferior a 50 mm após 10 minutos de operação.

GABARITO: E

5. (FCC/2016/SEMA/ANALISTA AMBIENTAL) Durante os trabalhos de perfuração para a realização das Sondagens de Simples Reconhecimento – SPT, antes de se retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, deve ser feita uma marca na haste à altura da boca do revestimento, para que seja medida, com erro máximo de X mm, a profundidade em que se irá apoiar o amostrador na operação subsequente de ensaio e amostragem. O valor de X, em mm, é

a) 50.
b) 20.
c) 30.
d) 10.
e) 100.

Essa foi mais uma questão tirada da norma 6484/2001, veja como é importante dar pelo menos uma lida nessa norma. Abaixo transcrevo o item 6.2.14 da NBR:

> *6.2.14 Antes de se retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, deve ser feita uma marca na haste à altura da boca do revestimento, para que seja medida, com erro máximo de **10 mm**, a profundidade em que se irá apoiar o amostrador na operação subseqüente de ensaio e amostragem.*

A norma também diz que toda vez que for descida a composição com o trépano ou instalado novo segmento de tubo, os mesmos devem ser medidos com erro máximo de 10 mm. Portanto, gravem isto: Tanto na instalação de um novo segmento de tubo quanto na marcação para retirada da composição o erro máximo é de 10 mm.

GABARITO: D

6. (FCC/2015/TRE-RR/ANALISTA JUDICIÁRIO) Durante os processos de perfuração para a execução de sondagens de simples reconhecimento de solos com SPT, deve-se atentar para os seguintes procedimentos:

a) antes de se retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, deve ser feita uma marca na haste à 45 cm acima da boca do revestimento, para que seja medida, com erro máximo de 15 cm, a profundidade em que se irá apoiar o amostrador na operação subsequente de ensaio e amostragem.
b) a sondagem deve ser iniciada com o emprego do trado helicoidal até a profundidade de 1,5 m, seguindo-se a instalação até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante.
c) após a abertura do furo de sondagem, nas operações subsequentes de perfuração, intercaladas às de ensaio e amostragem, deve ser utilizado trado cavadeira até 1,0 m abaixo do nível freático.
d) quando se atingir a cota de ensaio e amostragem, a composição de perfuração deve ser suspensa a uma altura de 0,20 m do fundo do furo, mantendo-se a circulação de água por tempo suficiente, até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo.
e) em casos especiais de sondagens rasas em solos instáveis e moles, onde a descida ou posterior remoção dos tubos de revestimento for problemática, podem ser empregadas lamas de estabilização em lugar de tubo de revestimento, desde que estejam previstos ensaios de infiltração na sondagem.

Questão interessante e que aborda vários itens da norma. Analisando cada assertiva:

a) Aqui existem dois erros: A marca não é à 45 cm, mas sim na boca do revestimento, e o erro máximo é de 10 mm.
b) A sondagem inicia com o trado concha ou cavadeira manual (lembre-se da sequência da questão 4) até a profundidade de 1 m.
c) O trado helicoidal só é utilizado até o nível freático, nunca abaixo dele. E o trado cavadeira só é utilizado no primeiro metro da perfuração.
d) Esse é o gabarito! A norma recomenda que a composição seja suspensa em 20 cm e mantenha-se a circulação de água para limpeza dos detritos, antes da realização do ensaio e amostragem.
e) O erro da alternativa 'e' é afirmar que é possível aplicar a lama de estabilização se estiverem previstos ensaios de infiltração, quando ocorre justamente o contrário. A lama vai alterar as propriedades de infiltração do solo e consequentemente alterar os resultados. Portanto, a lama só pode ser empregada se não estiverem previstos ensaios de infiltração.

GABARITO: D

7. (FCC/2015/DPE-RR/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os trabalhos de sondagens de simples reconhecimento com SPT, a cravação do amostrado-padrão foi interrompida antes dos 45 cm, pois não se observou o avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo. Considerando que a situação descrita ocorreu antes de atingir a profundidade estimada para atendimento do projeto, a sondagem deve, neste caso, ser deslocada, no mínimo,

a) uma vez a cerca de 1,00 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do engenheiro responsável, ou orientação do cliente.
b) uma vez a cerca de 1,20 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do projeto.
c) três vezes para posições que circundem a sondagem inicial, a 0,50 m de distância, ou conforme orientação do projeto.
d) quatro vezes para posições a 0,80 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do engenheiro responsável.
e) duas vezes para posições diametralmente opostas, a 2,00 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do cliente ou seu preposto.

Não observar o avanço do amostrador padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos é um dos critérios de parada antes do 45 cm do ensaio. Então o que fazer se essa situação acontecer antes de atingir a cota de projeto?? A resposta está no item 6.4.5 da NBR 6484/2001:

> *6.4.5 Caso ocorra a situação descrita em 6.3.12 c), antes da profundidade estimada para atendimento do projeto, a sondagem deve ser deslocada, no mínimo* ***duas vezes para posições diametralmente opostas, a 2 m da sondagem inicial****, ou conforme orientação do cliente ou seu preposto.*

GABARITO: E

8. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Sobre o número e locação das sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações e edifícios, a NBR 8036/1983 estabelece que, em quaisquer circunstâncias, para área da projeção em planta do edifício até 200 m², o número mínimo de sondagens deve ser

a) quatro
b) três
c) dois
d) cinco
e) seis

Pessoal, essa é uma questão que não trata especificamente do ensaio e nem de obras rodoviárias, mas acho que é importante vocês saberem esse critério também e levarem ele para a prova, ele é bem simples. Segundo a NBR 8036/1983:

> *As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m² de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m² de área. Entre 1200 m² e 2400 m² deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m² que excederem de 1200 m². Acima de 2400 m² o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser:*
>
> *a)* ***dois para área da projeção em planta do edifício até 200 m²;***
>
> *b) três para área entre 200 m² e 400 m².*

GABARITO: C

9. (FCC/2013/DPE-RS/ENGENHEIRO CIVIL) Em relação às sondagens realizadas em uma investigação geotécnica, considere:
I. A execução de sondagens a trado manual tem como objetivo a coleta de amostras indeformadas para ensaios de laboratório.
II. Sondagens à percussão podem ser conduzidas a profundidades além do nível do lençol freático.
III. Quanto maior a compacidade de um solo argiloso, menor o N_{SPT} deste solo.
IV. O SPT (*Standard Penetration Test*) é muito utilizado em sondagens do subsolo para projetos de fundações profundas.
Está correto o que consta em

a) II e IV apenas.
b) I e II apenas.
c) III e IV apenas.
d) I e III apenas.
e) I, II, III e IV.

Analisando cada uma das assertivas:

I. A assertiva erra ao afirmar que o trado retira amostra indeformada, quando ocorre justamente o contrário. O processo de perfuração com trado desagrega completamente a amostra.
II. Correto! Ao atingir o NA é possível sim continuar a sondagem. Nesse caso não é possível continuar com o trado helicoidal, mas é possível continuar com o avanço através da perfuração com circulação de água (lavagem).
III. Maior compacidade significa menos vazios, as partículas de solo estão mais juntas, mais agregadas. Se existem menos vazios, então a resistência (capacidade de suporte) do solo é maior, logo é maior o índice de penetração (N_{SPT}). Assim, a assertiva está incorreta.
IV. Isso mesmo! Em projetos de fundações profundas (estacas e tubulões) o SPT é muito utilizado.

GABARITO: A

10. (FCC/2013/TRT 6ª Região/ANALISTA JUDICIÁRIO) Sobre o Ensaio de Penetração Padrão (SPT- Standard Penetration Test), durante a prospecção do subsolo, é correto afirmar:

a) Na amostragem, são anotados os números de golpes do martelo de peso 75 kg necessários para cravar cada trecho de 15 cm do amostrador. A resistência à penetração é definida como sendo o número de golpes necessários para cravar 30 cm iniciais do amostrador.
b) Quando não ocorre penetração total do amostrador, registra-se o SPT em forma de fração, por exemplo, 35/12, indicando que para 35 cm de penetração foram realizados 12 golpes.
c) A perfuração por lavagem é mais rápida do que pelo trado, entretanto, ela só pode ser utilizada abaixo do nível d'água, uma vez que, acima alteraria o teor de umidade do solo, assim como, as condições de amostragem.
d) A cravação do barrilete amostrador será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 15 cm após quinze golpes consecutivos, não se

computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando o número de golpes ultrapassar 45 em um mesmo ensaio.

e) Mesmo em sondagens realizadas com proximidade em planta, como por exemplo, a cada 10 metros, não é permitido o traçado de seções, entre materiais semelhantes do subsolo, supondo camadas contínuas.

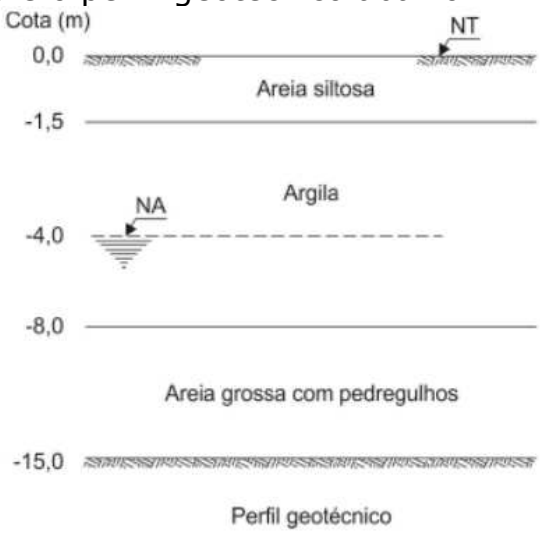
Analisando cada assertiva:

a) Aqui existem dois erros: O peso do martelo é de **65 kg** (grave isto!) e a resistência à penetração é o **número de golpes para cravar os 30 cm finais**.
b) O numerador é número de golpes e o denominador a penetração. Logo, seriam 35 golpes para cravar 12 cm. Assertiva incorreta.
c) Não existe na norma a indicação de que a perfuração por lavagem somente pode ocorrer abaixo do NA. Realmente ela é mais rápida e altera o teor de umidade do solo, mas a norma indica que a perfuração por circulação de água deve iniciar quando o avanço por trado helicoidal for inferior à 50 mm após 10 min de operação ou no caso de solo não aderente ao trado. Ou seja, o avanço por "lavagem" ocorre após o NA ou em caso de material muito resistente. Como as demais assertivas são completamente absurdas, o examinador deu esta como a correta... É aquela história de marcar a mesmo errada.
d) De acordo com os critérios de paralisação, para penetração inferior a 15 cm a cravação é interrompida após **30** golpes consecutivos, ou quando o número de golpes ultrapassar **50** em um mesmo ensaio. Logo, assertiva incorreta.
e) É possível sim o traçado das seções, ainda mais se as sondagens são próximas.

GABARITO: C

GABARITO PROPOSTO: ANULAÇÃO

11. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Considere o perfil geotécnico abaixo:



Dados:

Peso específico natural da areia siltosa = 17,20 kN/m^3

Peso específico saturado da argila = 18,60 kN/m^3 (a argila encontra-se saturada por capilaridade até 2,5 m acima do nível da água)

Peso específico saturado da areia grossa com pedregulho = 19,10 kN/m^3

Os valores das tensões total, neutra e efetiva na cota – 8,0 m são, respectivamente, em kPa,

a) 120,90; 40 e 80,90.
b) 146,70; 40 e 106,70.
c) 146,70; 80 e 66,70.
d) 120,90; 40 e 160,90.
e) 74,40; 40 e 34,40.

A tensão total é dada pelo somatório dos produtos da espessura de cada camada acima da cota em análise pelo seu respectivo peso específico. Assim:

$$\sigma_{total-8\,m} = (\gamma_{areia\ siltosa} \cdot 1{,}5) + (\gamma_{argila\ saturada} \cdot 6{,}5)$$

Uma informação importante dada no enunciado é a de que a camada de argila se encontra totalmente saturada por capilaridade. Dessa forma, embora o NA esteja 2,5 m abaixo do início da camada, a capilaridade da água faz com que toda a camada esteja saturada, por isso considera-se o peso específico saturado para toda a espessura da camada de argila. Logo:

$$\boldsymbol{\sigma_{total-8\,m}} = (17{,}20 \cdot 1{,}5) + (18{,}60 \cdot 6{,}5) = \mathbf{146{,}70\ kPa}$$

A tensão neutra (u) é dada pelo produto do peso específico da água (10 kN/m³) pela espessura da camada de água acima do ponto em análise:

$$\boldsymbol{u} = 10 \cdot 4 = \mathbf{40\ kPa}$$

Por fim, a tensão efetiva, que é a tensão suportada pelos grãos de solo, e dada pela diferença entre a tensão total e a tensão neutra:

$$\boldsymbol{\sigma_{efetiva-8m}} = 146{,}70 - 40 = \mathbf{106{,}70\ kPa}$$

GABARITO: B

12. (FCC/2018/DPE-AM/ENGENHEIRO CIVIL) Considere o perfil geotécnico a seguir:

Dados:
– Profundidade de coleta da amostra: 10 metros
– Cota nível d'água: 0 metros (coincidente com o nível do terreno)
– Peso específico da água: 10 kN/m³
Sabendo que a tensão de pré-adensamento da amostra indeformada é 320 kPa, a razão de sobre-adensamento do solo é

a) 2,78
b) 2,00
c) 1,78
d) 0,56
e) 4,00

O adensamento é a redução do índice de vazios do solo devido à expulsão do fluido intersticial (água) e transferência da pressão do fluido para os grãos de solo, devido ao peso próprio das camadas sobrejacentes e carregamentos aplicados. É um fenômeno que ocorre em solos de características argilosas e deve ser considerado nos projetos, uma vez que é uma deformação lenta e gradual que pode ocasionar recalques nas estruturas ou pavimento.

Feito esse breve resumo sobre o adensamento, a razão de pré-adensamento (RPA) ou Over Consolidation Ratio (OCR) é dada pela razão entre a tensão de pré-adensamento e a tensão efetiva atuante no ponto. A tensão efetiva, por sua vez, é a parcela do carregamento no ponto suportada pelos grãos de solo, ou seja, para o seu cálculo deve-se descontar a parcela que é suportada pela água (tensão neutra = u).

$$RPA = \frac{\sigma_{pré-adensamento}}{\sigma_{efetivo}}$$

Então vamos lá, a tensão de pré-adensamento foi dada no enunciado. Devemos calcular a tensão efetiva na profundidade de 10 m, onde foi coletada a amostra.

$$\sigma_{total,10\,m} = \frac{18\,kN}{m^3} \cdot 10\,m = 180\,kPa$$

$$u = \frac{10\,kN}{m^3} \cdot 10\,m = 100\,kPa$$

$$\sigma_{efetivo,10\,m} = \sigma_{total,10\,m} - u = 180 - 100 = 80\,kPa$$

Dessa forma:

$$\boldsymbol{RPA = \frac{320}{80} = 4}$$

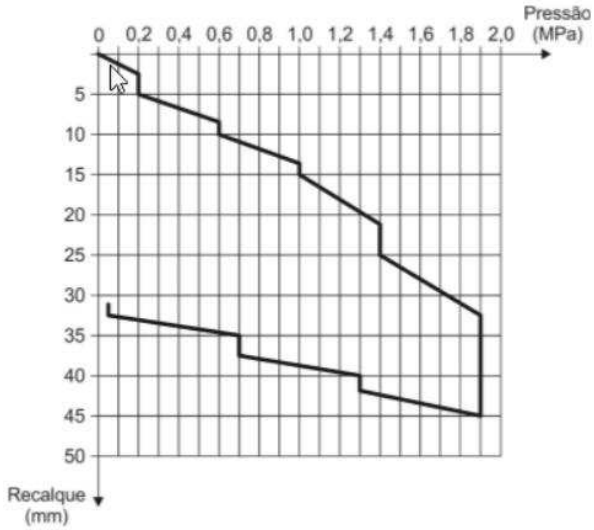
É importante saber também a classificação do solo em função da RPA:

Solo normalmente adensado	OCR = 1
Solo pré-adensado	OCR > 1
Solo em adensamento	OCR < 1

GABARITO: E

13. (FCC/2017/DPE-RS/ENGENHEIRO CIVIL) Considere as informações abaixo sobre o resultado do ensaio de prova de carga para um futuro projeto de fundações.

– Solo com predominância de ruptura local.
– Resultado da prova de carga sobre placa a seguir.



A tensão admissível de uma fundação direta, desprezando o seu tamanho é, em MPa,

a) 1,90
b) 0,70
c) 1,40
d) 0,30
e) 0,60

Segundo o professor Urbano Rodrigues Alonso, a tensão admissível para o projeto de uma fundação direta, obtida a partir do ensaio de prova de carga em placa, deve ser o menor dos seguintes valores:

$$\sigma_{adm} \leq \begin{cases} \sigma_{ruptura}/FS \\ \sigma_{25\,mm}/FS \\ \sigma_{10\,mm} \end{cases}$$

Em que:

$\sigma_{ruptura}$ é a tensão em que ocorre a ruptura do solo;

$\sigma_{25\,mm}$ é a tensão em que ocorre uma deformação de 25 mm

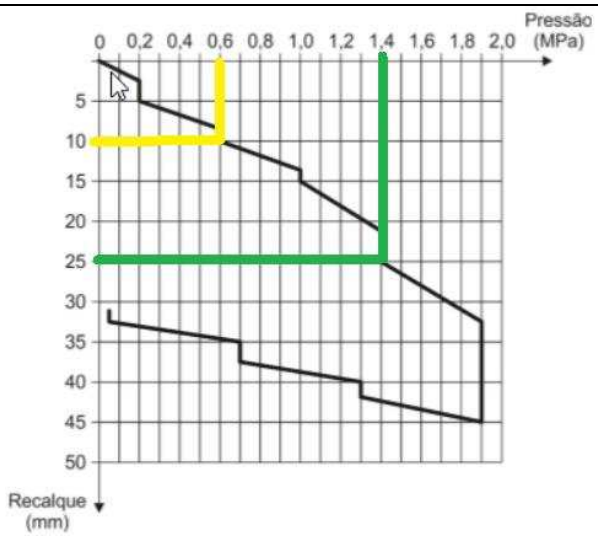
$\sigma_{10\,mm}$ é a tensão em que ocorre uma deformação de 10 mm

FS é o fator de segurança, que a NBR 6122/2010 recomenda que seja 2,0.

O enunciado diz ainda que o solo tem predominância de ruptura local, situação em que podemos considerar:

$$\sigma_{adm} \leq \begin{cases} \sigma_{25\,mm}/FS \\ \sigma_{10\,mm} \end{cases}$$

Analisando o gráfico fornecido no enunciado, chega-se às tensões para as deformações de 25 mm e 10 mm.



$$\sigma_{adm} \leq \begin{cases} \dfrac{\sigma_{25\,mm}}{FS} = \dfrac{1{,}4}{2} = 0{,}70\ MPa \\ \sigma_{10\,mm} = \mathbf{0{,}6\ MPa} \end{cases}$$

Logo:

$$\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0{,}6\ MPa}$$

GABARITO: E

14. (FCC/2016/SEMAM/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os trabalhos de investigação geotécnica para um projeto de terraplenagem foi coletada uma amostra indeformada de solo a 10 m de profundidade com as seguintes características:
– peso específico dos sólidos igual a 27 kN/m³;
– teor de umidade de 80%;
– índice de vazios igual a 2.
Sabendo-se que no local de coleta da amostra indeformada a cota do nível d'água coincide com a cota do terreno, os valores das tensões total, neutra e efetiva na cota da coleta da amostra são, respectivamente, em kPa,

a) 162; 100 e 62.
b) 100; 62 e 162.
c) 90; 100 e 10.
d) 270; 100 e 170.
e) 486; 100 e 386.

Pessoal, para resolver esta questão precisamos utilizar uma fórmula que relaciona o peso específico dos sólidos do solo (γ_s), o teor de umidade (h) e o índice de vazios (e) com o peso específico do solo (γ):

$$\gamma = \frac{\gamma_s \cdot (1+h)}{1+e}$$

Essa fórmula é bastante cobrada, logo é interessante memorizá-la. Assim sendo, o peso específico da amostra de solo é:

$$\gamma = \frac{27 \cdot (1+0{,}8)}{1+2} = 16{,}2\ kN/m^3$$

Como a questão pede a tensão total a 10 m de profundidade, então:

$$\sigma_{total,10\,m} = 16{,}2 \cdot 10 = \mathbf{162\ kPa}$$

A tensão neutra é parte da tensão que é suportada pela água a 10 m de profundidade, que é igual ao peso específico da água (10 kN/m³) multiplicado pela espessura da camada de água acima do ponto em análise. Como o lençol freático coincide com a cota do terreno:

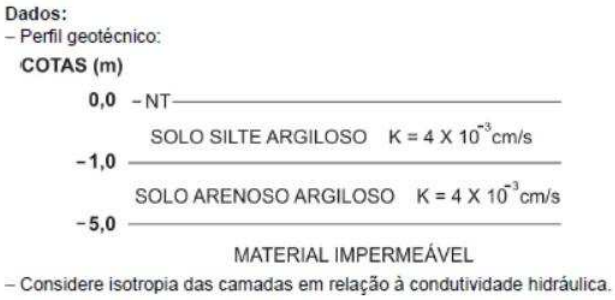
$$u = 10 \cdot 10 = \mathbf{100\ Kpa}$$

Por fim, a tensão efetiva é a diferença entre a tensão total e a tensão neutra:

$$\sigma_{efetiva,10\,m} = 162 - 100 = \mathbf{62\ kPa}$$

GABARITO: A

15. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Para o perfil geotécnico a seguir, o valor da condutividade hidráulica equivalente na direção vertical, em cm/s, é:



a) 0,02.
b) 0,008.
c) 0,002.
d) 0,04.
e) 0,004.

Aqui o examinador cobra o conceito de condutividade hidráulica equivalente, que pode ser de dois tipos a depender da direção do fluxo, conforme fórmulas abaixo.

$$k_{eq,V} = \frac{L}{\frac{\Delta l_1}{k_1} + \frac{\Delta l_2}{k_2} \frac{\Delta l_3}{k_3} \frac{\Delta l_4}{k_4}}$$

Fluxo vertical

$$k_{eq,H} = \frac{1}{L} \cdot (k_1 \cdot \Delta l_1 + k_2 \cdot \Delta l_2 + k_3 \cdot \Delta l_3 + k_4 \cdot \Delta l_4)$$

Fluxo horizontal

Em que:

L é a espessura total;

Δl_i é a espessura de cada camada;

k_i é a condutividade hidráulica de cada camada.

Logo, aplicando a fórmula de fluxo vertical:

$$k_{eq,V} = \frac{5}{\frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} + \frac{4}{4 \cdot 10^{-3}}} = \frac{5}{5/4 \cdot 10^{-3}} = 4 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,004}$$

GABARITO: E

16. (FCC/2014/TCE-GO/ANALISTA DE CONTROLE EXTERNO) Para a avaliação do coeficiente de permeabilidade de um solo, um permeâmetro de carga constante (h = 100 cm) recolheu o volume de 40 cm^3 em 50 segundos.
Dados:
– corpo de prova com 10 cm de comprimento e a área da seção transversal é 400 cm^2
O coeficiente de permeabilidade do solo, em centímetros por segundo, é

a) $2x10^{-4}$
b) $2x10^{-5}$
c) $3x10^{-4}$
d) $4x10^{-5}$
e) $5x10^{-4}$

O ensaio de permeabilidade é baseado na Lei de Darcy, que diz que:

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

Em que
Q é a vazão que passa pelo permeâmetro;
k é o coeficiente de permeabilidade;
i é o gradiente hidráulico;
A é a seção transversal do permeâmetro.

Escrevendo a Lei de Darcy em função do coeficiente de permeabilidade (k):

$$k = \frac{Q}{i \cdot A}$$

Já temos a área da seção transversal (A), dada no enunciado. Precisamos encontrar a vazão e o gradiente hidráulico. A vazão é dada pelo volume de água recolhido dividido pela unidade de tempo:

$$Q = \frac{V}{\Delta t} = \frac{40}{50} = 0{,}8\ cm^3/s$$

Por sua vez, o gradiente hidráulico é dado pela carga hidráulica aplicada dividida pela espessura do solo no permeâmetro:

$$i = \frac{h}{espessura_{solo}} = \frac{100\ cm}{10\ cm} = 10$$

Assim:

$$k = \frac{0{,}8\ cm^3/s}{10 \cdot 400\ cm^2} = \mathbf{2 \cdot 10^{-4}}$$

GABARITO: A

17. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) À amostra de um solo que possuía um teor de umidade de 25% adicionou-se água de tal forma que o teor de umidade passou para 30%. O acréscimo de peso da amostra sobre a massa inicial, em porcentagem, é

a) 12.
b) 8.
c) 2.
d) 4.
e) 5.

O teor de umidade (h) de uma amostra de solo é dado pela relação entre a massa de água (W_w) presente na amostra e a massa dos grãos secos de solo (W_s):

$$h = \frac{W_w}{W_s}$$

Assim sendo, podemos escrever a massa dos grãos de solo em função do teor de umidade e da massa de água:

$$W_s = \frac{W_w}{h}$$

Chamando de W_{wi} e h_i a massa de água e o teor de umidade inicial, respectivamente, e W_f e h_f a massa de água e o teor de umidade finais, temos que:

$$h_i = 0{,}25$$

$$h_f = 0{,}30$$

Importante notar que, embora haja variação no teor de umidade, a massa dos grãos de solo permanece a mesma. Logo:

$$W_s = \frac{W_{wi}}{h_i} = \frac{W_{wf}}{h_f}$$

Ou seja:

$$W_{wf} = \frac{W_{wi} \cdot h_f}{h_i} = \frac{0{,}30 \cdot W_{wi}}{0{,}25}$$

$$W_{wf} = 1{,}2 \cdot W_{wi}$$

O acréscimo de peso da amostra é justamente a quantidade de água que foi adicionada, ou seja:

$$\Delta m = W_{wf} - W_{wi} = 1{,}2 \cdot W_{wi} - W_{wi} = 0{,}20 \cdot W_{wi}$$

A massa inicial é a soma da massa dos grãos com a massa da água inicial, ou seja:

$$m_i = W_s + W_{wi} = \frac{W_{wi}}{h_i} + W_{wi} = \frac{W_{wi} \cdot h_i + W_{wi}}{h_i} = \frac{1{,}25 \cdot W_{wi}}{0{,}25} = 5 \cdot W_{wi}$$

Logo,

$$\frac{\Delta m}{m_i} = \frac{0{,}20 \cdot W_{wi}}{5 \cdot W_{wi}} = 0{,}04 = \mathbf{4}\%$$

GABARITO: D

18. (FCC/2014/TCE-RS/AUDITOR PÚBLICO EXTERNO) A realização dos ensaios triaxiais em amostras de solos tem por objetivo a determinação de alguns parâmetros relacionados a resistência e deformabilidade. Em argilas saturadas, o ensaio triaxial que pode ser considerado sem variação de volume é o

a) rápido, UU.
b) rápido pré-adensado, CU.
c) lento, CD.
d) adensado drenado, CD.
e) Não adensado, CU.

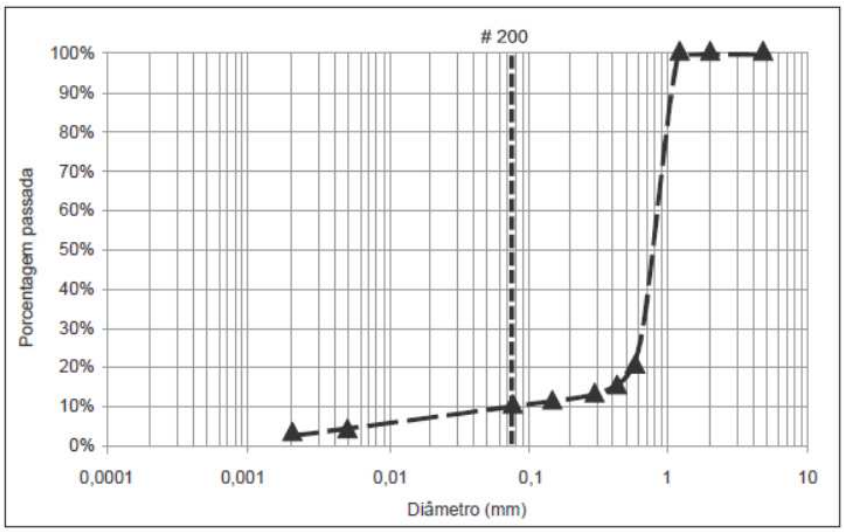
Nesta questão o examinador cobra o conceito de ensaio triaxial, que basicamente pode ser de três tipos:

- Ensaio adensado drenado (CD – consolidated drained):
  - A drenagem é permitida durante as etapas de ensaio;
  - A tensão é aplicada lentamente;
  - As tensões aplicadas na amostra são efetivas;
  - Os parâmetros de resistência são obtidos em termos da tensão efetiva;
  - Empregado em análise de resistência ao cisalhamento de solos permeáveis.
- Ensaio adensado não drenado (CU – consolidated undrained):
  - A drenagem é permitida apenas na 1ª etapa, quando são aplicadas as tensões confinantes;
  - A velocidade de deformação é muito mais rápida;
  - Os parâmetros de resistência são obtidos em termos da tensão total ou efetiva;
  - Empregado em análise a curto e a longo prazo da resistência ao cisalhamento de solos de baixa permeabilidade consolidados;
  - Em argilas saturadas, pode ser considerado como ensaio sem variação de volume ou a volume constante.
- Ensaio não adensado não drenado (UU – unconsolidated undrained):
  - A drenagem não é permitida em nenhuma etapa;
  - O teor de umidade da amostra mantém-se constante;
  - Os parâmetros de resistência são medidos em termos da tensão total;
  - Empregado em análise de curto prazo da resistência ao cisalhamento de solos de baixa permeabilidade não consolidados (ex. aterro sobre solo mole).

Em face do exposto, conclui-se que o ensaio triaxial que pode ser considerado sem variação de volume (consolidado) aplicado em argilas saturadas é o ensaio adensado não drenado (CU), também chamado de ensaio rápido pré-adensado.

GABARITO: B

19. (FCC/2012/TRF-2ª Região/ENGENHEIRO CIVIL) Os solos são classificados segundo sua granulometria, ou seja, o tamanho dos grãos que compõem a mistura determina o tipo de solo. Segundo a ABNT, é correto afirmar que o solo com a distribuição granulométrica indicada no desenho abaixo é:



a) argiloso com mais de 50% de material passado na peneira 200.

b) arenoso com menos de 50% de material passado na peneira 200.

c) arenoso com mais de 50% de material passado na peneira 200.

d) siltoso com menos de 50% de material passado na peneira 200.

e) siltoso com mais de 50% de material passado na peneira 200.

Esta questão aborda o conceito de granulometria dos solos. É importante saber cada faixa e como se classifica o tipo de solo em função do tamanho dos grãos. O DNIT (2006) adota a seguinte escala granulométrica, considerando as seguintes frações de solo:

a) Pedregulho: é a fração do solo que passa na peneira de (3") e é retida na peneira de 2,00 mm (nº 10);

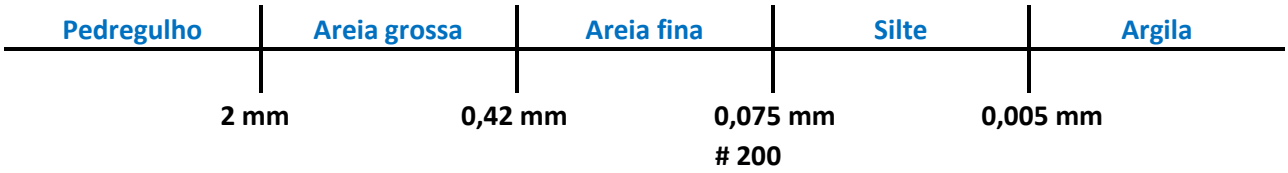
b) Areia: é a fração do solo que passa na peneira de 2,00 mm (nº 10) e é retida na peneira de 0,075 mm (nº 200);

c) Areia grossa: é a fração compreendida entre as peneiras de 2,0 mm (nº 10) e 0,42 mm (nº 40);

d) Areia fina: é a fração compreendida entre as peneiras de 0,42 mm (nº 40) e 0,075 mm (nº 200);

e) Silte: é a fração com tamanho de grãos entre a peneira de 0,075 mm (nº 200) e 0,005 mm;

f) Argila: é a fração com tamanho de grãos abaixo de 0,005 mm (argila coloidal é a fração com tamanho de grãos abaixo de 0,001 mm).



A parte compreendida entre os diâmetros de 2 e 0,075 mm é denominada de fração grossa, compreendida pelas areias. Abaixo de 0,075 mm (peneira 200) encontra-se a fração fina (silte e argila). Voltando ao enunciado, observa-se que apenas **10% do material passou pela peneira 200**, ou seja, apenas 10% da amostra ensaiada possui diâmetro menor que 0,075 mm, o que caracteriza um **solo arenoso** em que 90% do material fica retido em peneiras com diâmetros superiores ao da peneira 200.

GABARITO: B

20. (FCC/2011/TCE-PR/ANALISTA DE CONTROLE EXTERNO) As energias de compactação usualmente utilizadas no Brasil geralmente seguem as especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para obras de pavimentação rodoviária. A norma técnica DNER-ME 129/94 estabelece as energias de compactação normal, intermediária e modificada para se determinar a correlação entre o teor de umidade e a massa específica aparente do solo seco. Segundo esse método, para se obter a energia normal, em laboratório, é necessária a aplicação com soquete de 4,536 ± 0,01kg de

a) 10 golpes.
b) 12 golpes.
c) 26 golpes.
d) 55 golpes.
e) 72 golpes.

Pessoal, falaremos mais sobre compactação no relatório de terraplanagem. Contudo, como também é um estudo geotécnico, coloquei essa questão para exercitarmos. Quando falamos de ensaio de compactação, ou ensaio Proctor Normal, podemos ter três tipos de energia de compactação a depender do número de golpes em cada camada da amostra de solo. A energia normal é a mais "leve" e a modificada a mais "pesada", sendo que a intermediária está entre as duas. Em termos de ensaio de laboratório, a quantidade de golpes por camada é mostrada na tabela abaixo.

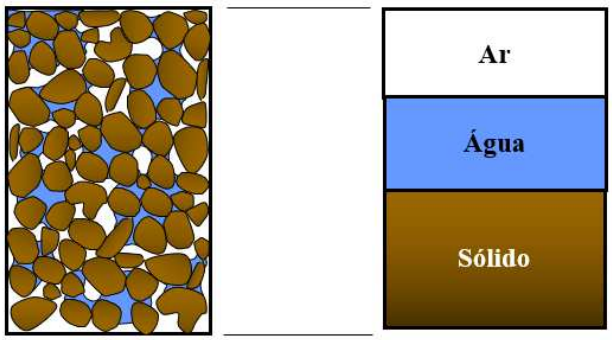
Energia	Nº de golpes
Normal	12
Intermediária	26
Modificada	55

GABARITO: B

21. (FCC/2010/TRT 8ª Região/ENGENHEIRO CIVIL) Uma amostra de 1.000 cm³ de solo úmido pesa 1.740 g. Após secagem em estufa, seu peso resultou em 1.500 g. Considerando que o peso específico das partículas sólidas do solo é de 2,50 g/cm³, o grau de saturação da amostra é

a) 85%.
b) 60%.
c) 50%.
d) 25%.
e) 10%.

Esta questão aborda o conceito de grau de saturação, que representa o percentual de água presente nos vazios da amostra de solo. Para resolvê-la devemos ter em mente que o solo, em geral, é composto de uma parcela de grãos sólidos, uma parcela de água e uma última parcela de ar, quando não está totalmente saturado.



Esquema do solo Solo parcialmente saturado

A massa da água presente na amostra (w_w) é dada pela diferença da massa da amostra antes da secagem e a massa após a secagem, uma vez que a massa do ar é desprezível:

$$w_w = 1740 - 1500 = 240\ g$$

Qual é o volume que essa massa de água ocupa na amostra de solo? Podemos calculá-la utilizando a definição de massa específica (γ_w) que é a massa da água (w_w) sobre o seu volume (V_w):

$$\gamma_w = \frac{w_w}{V_w} \quad \rightarrow \quad V_w = \frac{w_w}{\gamma_w}$$

Como o peso específico da água é de 1 g/cm³:

$$V_w = \frac{240\ g}{1\ g/cm^3} = 240\ cm^3$$

Analogamente podemos encontrar o volume ocupado pelos grãos sólidos utilizando o mesmo conceito e o peso específico dado no enunciado:

$$V_s = \frac{w_s}{\gamma_s} = \frac{1500\ g}{2{,}50\ g/cm^3} = 600\ cm^3$$

Agora, sabendo o volume dos grãos e da água, podemos encontrar o volume de ar presente na amostra, uma vez que o enunciado nos dá o volume total:

$$V_T = V_s + V_w + V_a \quad \rightarrow \quad V_a = V_T - V_s - V_w = 1000 - 600 - 240 = 160\ cm^3$$

Logo, o volume de vazios é:

$$V_v = V_w + V_a = 240 + 160 = 400\ cm^3$$

E o grau de saturação (S):

$$S = \frac{V_w}{V_V} = \frac{240}{400} = 0{,}6 = \mathbf{60\%}$$

GABARITO: B

22. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) O CBR (California Bearing Ratio) ou ISC (Índice Suporte California) é uma das características mais importantes de um solo e pode ser definido como:

a) o teor de umidade de um solo que é igual a massa de água/massa de solo seco.
b) grau de saturação de um solo.
c) o índice de vazios que é igual ao volume de vazios/volume do solo seco.
d) a relação porcentual entre a pressão necessária para fazer penetrar um pistão padronizado em um solo preparado e outro padrão.
e) a relação porcentual entre a massa específica aparente de um solo e sua massa real.

A aula de pavimentação trará mais detalhes sobre o CBR, mas fica aqui este exercício desta importante propriedade dos solos utilizados em obras rodoviárias. Em uma definição simplificada, o CBR é a capacidade de suporte de uma amostra de solo ensaiada e comparada com uma amostra padronizada, em função da penetração de um pistão padronizado (alternativa D). As demais alternativas não têm nada a ver com o CBR.

GABARITO: D

ORIENTAÇÕES DE ESTUDO (CHEKLIST) E PONTOS A DESTACAR

Nesta seção apresentamos um direcionamento dos principais pontos cobrados pela banca nas últimas provas e que o candidato deve ter uma maior atenção durante a sua preparação.

1) Objetivos e diferenças das escavações em poços e trincheiras.

2) Objetivos e procedimento da sondagem manual à trado.

3) Particularidades do ensaio de sondagem à percussão (SPT) apresentadas na NBR 6484/2001:

- ✓ Peso do martelo;
- ✓ Altura de queda;

- ✓ Processo de perfuração;
- ✓ Critérios de parada;
- ✓ Critérios de observação do NA;
- ✓ Leitura/interpretação de um relatório de sondagem;
- ✓ Classificação dos solos em função da compacidade;

4) Cálculo das tensões total, neutra e efetiva de um perfil de solo:
- ✓ Conceito de cada tipo de tensão;
- ✓ Conceito de capilaridade;

5) Conceitos de adensamento de solos:
- ✓ Diferença entre recalque elástico e por adensamento primário e secundário;
- ✓ Cálculo da razão de pré-adensamento (RPA) ou Over Consolidation Ratio (OCR);
- ✓ Classificação do solo em função da RPA;
- ✓ Causas do pré-adensamento;

6) Interpretação do resultado de uma prova de carga sobre placa e cálculo da tensão admissível.

7) Cálculo principais conceitos de índices físicos de solo:
- ✓ Teor de umidade;
- ✓ Peso específico dos sólidos, natural, saturado e submerso;
- ✓ Índice de vazios;
- ✓ Porosidade;
- ✓ Grau de saturação;
- ✓ Fórmula que relaciona o peso específico do solo com o peso específico dos sólidos (grãos), teor de umidade e índice de vazios.

8) Conceitos de permeabilidade dos solos:
- ✓ Lei de Darcy;
- ✓ Condutividade hidráulica
  - ○ Cálculo da condutividade hidráulica equivalente para fluxo vertical e horizontal.
- ✓ Gradiente hidráulico;
- ✓ Ensaio com permeâmetro.

9) Particularidades dos ensaios de compressão triaxial:
- ✓ Adensado drenado (CD);
- ✓ Adensado não drenado (CU);
- ✓ Não adensado e não drenado (UU).

10) Interpretação do ensaio de granulometria:
- ✓ Classificação do solo em função das aberturas das peneiras e percentual passante;
- ✓ Conceitos de diâmetro máximo, mínimo, efetivo e coeficiente de uniformidade.

11) Estudo do subleito da rodovia na fase preliminar e definitiva:
- ✓ Quantidade de sondagens, localização e profundidade.

QUESTIONÁRIO DE REVISÃO

A seguir, apresentamos um questionário por meio do qual é possível realizar uma revisão dos principais pontos da matéria.

É possível utilizar o questionário de revisão de diversas maneiras. O leitor pode, por exemplo:

1. ler cada pergunta e realizar uma autoexplicação mental da resposta;
2. ler as perguntas e respostas em sequência, para realizar uma revisão mais rápida;
3. eleger algumas perguntas para respondê-las de maneira discursiva.

Questionário - somente perguntas

1) Quais são os tipos de sondagens que permitem a inspeção das paredes e fundo, e retirada de amostras deformadas e indeformadas?

2) Como é o processo de execução da sondagem à percussão?

3) Quando a cravação do amostrador é interrompida antes dos 45 cm?

4) Quais são os critérios de paralisação do processo de perfuração com circulação de água, associado aos ensaios penetrométricos?

5) No estudo do subleito de uma rodovia, como são as fases de execução de estudos na fase preliminar e definitiva?

6) Como se calcula e o que é a tensão efetiva?

7) O que é e qual é a diferença entre adensamento elástico, primário e secundário?

8) O que é e o que pode causar uma tensão de pré-adensamento do solo?

9) Qual é a definição de teor de umidade, índice de vazios e porosidade?

10) Qual é o ensaio e quais as grandezas envolvidas na determinação da permeabilidade de um solo?

11) Para que serve quais são os tipos de ensaios de compressão triaxial?

12) Como os solos são classificados em função da granulometria e o que é o diâmetro máximo, mínimo, efetivo e coeficiente de uniformidade de um solo?

Questionário: perguntas com respostas

1) Quais são os tipos de sondagens que permitem a inspeção das paredes e fundo, e retirada de amostras deformadas e indeformadas?

Na sondagem à percussão (SPT) não é possível visualizar as paredes e o fundo do furo da sondagem, nem obter amostras indeformadas. Para isto, são utilizados outros métodos de prospecção: Poços e Trincheiras.

O poço é definido como a escavação vertical, de seção circular ou quadrada, quando projetada em um plano horizontal, com dimensões mínimas suficientes para permitir o acesso de um observador, e normalmente é realizado com ferramentas manuais, como picareta, pá e enxada. Já a trincheira, é uma escavação geralmente vertical, ao longo de uma determinada linha ou seção de modo a se obter uma exposição contínua do terreno, com dimensões variáveis, sendo as mínimas suficientes para permitir o acesso de um observador. Ambas as técnicas possuem dificuldade de execução abaixo do NA e em solos instáveis, de forma que sua profundidade geralmente fica restrita a até 3 m.

2) Como é o processo de execução da sondagem à percussão?

A sondagem à percussão deve iniciar com o emprego do trado manual cavadeira (concha) até a profundidade de 1 m. Na sequência é utilizado o trado helicoidal até se atingir o nível d'água ou até que o avanço da perfuração seja inferior à 5 cm durante 10 minutos de operação. Atingido um destes limitantes do trado helicoidal, a perfuração continua com o emprego do método de circulação de água ou lavagem.

A lavagem é realizada com o emprego de uma ferramenta denominada de trépano, que é utilizada até se atingir a cota de ensaio, ocasião em que é substituída pelo amostrador padrão.

Com o amostrador padrão, é realizado o ensaio propriamente dito, que consiste na cravação do amostrador através de golpes com o martelo de 65 kg caindo de uma altura de 75 cm. A cravação do amostrador é dividida em três trechos de 15 cm, totalizando 45 cm de penetração. O índice de resistência à penetração é dado pela quantidade de golpes para cravar os últimos 30 cm.

Finalizada a etapa de ensaio com o amostrador padrão, volta-se a perfuração com circulação de água por 55 cm, quando se inicia um novo ensaio com o amostrador. Esse processo é repetido a cada metro.

Importante saber, também, que o amostrador padrão coleta amostras deformadas em cada operação para caracterizar o tipo de solo da camada ensaiada.

Após o encerramento da sondagem e a retirada do tubo de revestimento, decorridas no mínimo 12 h, e estando o furo não obstruído, deve ser medida a posição do nível d'água, bem como a profundidade até onde o furo permanece aberto.

3) Quando a cravação do amostrador é interrompida antes dos 45 cm?

A cravação do amostrados padrão deve ser interrompida antes dos 45 cm quando acontecerem uma das seguintes situações:

a) Em qualquer das três etapas de 15 cm, o número de golpes ultrapassar 30;

b) Um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a cravação;

c) Não observar avanço do amostrados padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.

4) Quais são os critérios de paralisação do processo de perfuração com circulação de água, associado aos ensaios penetrométricos?

O processo de perfuração por circulação de água, associado aos ensaios penetrométricos, deve ser utilizado até onde se obtiver, nesses ensaios, uma das seguintes condições:

a) quando, em 3 m sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador-padrão;

b) quando, em 4 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão; e

c) quando, em 5 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm do amostrador-padrão

Dependendo do tipo de obra, das cargas a serem transmitidas às fundações e da natureza do subsolo, admite-se a paralisação da sondagem em solos de menor resistência à penetração do que aquela discriminada em 6.4.1, desde que haja uma justificativa geotécnica ou solicitação do cliente.

5) No estudo do subleito de uma rodovia, como são as fases de execução de estudos na fase preliminar e definitiva?

Na fase preliminar devem ser feitos estudos geotécnicos nas alternativas de traçados escolhidas. Os estudos consistem em sondagens distribuídas ao longo do corpo estradal, devendo-se ter no mínimo uma sondagem representativa de cada corte, de preferência no seu ponto mais alto, atingindo a profundidade de 1,0 m abaixo da cota de terraplanagem prevista. As amostras coletadas devem ser submetidas a ensaios de caracterização (granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, e umidade natural) compactação e CBR. Caso não seja possível coletar amostras dos pontos mais altos dos cortes, devem ser executadas sondagens próximas aos pontos de passagem de corte para aterro e vice-versa.

Além destes ensaios, ainda na fase preliminar, devem ser feitos no mínimo três furos em cada corte para verificação do nível d'água, sendo um em cada ponto de passagem e um no meio do corte, todos até a profundidade de 1,50 m abaixo da cota do subleito.

Após a definição do traçado, devem ser feitos estudos mais aprofundados, já na fase definitiva. O Manual de Implantação Básica do DNIT estabelece que o espaçamento

de furos ao longo da rodovia seja de 100 m, alternando-se a localização dos furos na sequência: eixo, bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, etc.

Nos cortes, devem ser feitos furos de sondagem com coleta de amostras no máximo a cada 150 m, respeitando os seguintes números mínimos de furos de sondagem:

Extensão do Corte	Número Mínimo de Furos de Sondagens
Até 120m	1 furo
De 120m a 200m	2 furos
De 200m a 300m	3 furos
De 300m a 400m	4 furos
Superior a 400m	1 furo a cada 150m

O DNIT estabelece que devem ser incluídas sondagens em cada ponto de passagem de corte para aterro e aterro para corte. Os furos devem atingir 1 m abaixo da cota de terraplanagem prevista.

Ainda na fase definitiva dos estudos, em regiões em que a cota de terraplanagem se aproxima do terreno natural, e onde os aterros previstos são inferiores a 60 cm, o espaçamento máximo dos furos é de 200 m.

As amostras coletadas durante as sondagens devem ser submetidas aos ensaios de caracterização, que consistem na verificação da granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e umidade natural, além de compactação e CBR.

6) Como se calcula e o que é a tensão efetiva?

Na análise de tensões no solo são três os tipos de tensões que podem existir: tensões total, neutra e efetiva. A tensão total (σ) é a tensão vertical em uma massa de solo a uma determinada profundidade, e é devida ao peso próprio e a propagação de cargas externas aplicadas ao terreno, ou seja, deve-se ao peso de tudo que está acima: grãos de solo, água e fundações. Desta forma, a tensão normalmente aumenta com a profundidade.

A tensão total em um determinado nível do solo é dividida em uma parcela resistida pela água (u), uma vez que a água nos poros de um solo saturado possui uma pressão conhecida como poropressão ou pressão neutra correspondente à carga piezométrica da lei de Bernoulli, e outra parcela resistida pelos contatos entre as partículas dos grãos de solo (σ'). Assim, estabeleceu-se o princípio das tensões efetivas: A tensão efetiva do solo é a soma das tensões totais (σ) menos a pressão neutra (u).

$$\sigma' = \sigma - u$$

Para o cálculo das tensões totais e neutra, multiplica-se o peso específico do solo e da água, respectivamente, pela profundidade de cada camada, e utilizando a equação acima obtém-se a tensão efetiva.

7) O que é e qual é a diferença entre recalque elástico e recalque por adensamento primário e secundário?

O recalque elástico (δ_e), ou deformação imediata, é a deformação elástica de solo sem qualquer alteração no teor de umidade. Ou seja, é a deformação imediata sofrida pelo solo sem que haja expulsão da água presente nos vazios.

Por sua vez, o adensamento é um processo lento e gradual de redução do índice de vazios de um solo por expulsão do fluido intersticial e transferência da pressão do fluido (água) para o esqueleto sólido, devido a cargas aplicadas ou ao peso próprio das camadas sobrejacentes. Pode ser dividido em recalque por adensamento primário (δ_c), resultado da variação volumétrica em solos coesivos (argilas) saturados por causa da expulsão de água que ocupa os espaços vazios, e recalque secundário (δ_s), resultado do ajuste plástico do tecido de solos coesivos saturados, também conhecida como fluência.

Em face do exposto, podemos escrever a deformação total de uma fundação como sendo a soma das três parcelas de deformação:

$$\delta_{total} = \delta_e + \delta_c + \delta_s$$

8) O que é e o que pode causar uma tensão de pré-adensamento no solo?

A tensão de pré-adensamento corresponde ao maior valor de tensão já sofrida por um solo em campo durante a sua história. Pode ser causada, basicamente, pelos seguintes fatores:

- Existência de pré-carregamento;
- Variação da pressão neutra por rebaixamento do NA;
- Secamento superficial do solo com geração de sucção;
- Trocas químicas, cimentação e tensões residuais da rocha de origem;
- Variação estrutural do solo devido ao *creep.*

9) Qual é a definição de teor de umidade, índice de vazios e porosidade?

O teor de umidade é a relação entre o peso da água e o peso das partículas sólidas do solo. Dependem do tipo de solo e situam-se geralmente entre 10% e 40%, podendo ocorrer valores muito baixos (solos secos) ou muito altos (150% ou mais). É um índice muito expressivo, principalmente para solos argilosos, que tem sua resistência dependendo desse percentual de água. Pode ser determinado em laboratório (ensaio de estufa) ou no campo (aparelho Speedy). Matematicamente pode ser escrito da seguinte forma:

$$h(\%) = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Em que

W_w é o peso da água presente na amostra;

W_s é o peso das partículas sólidas.

O índice de vazios (e) é a relação entre o volume de vazios (V_v) do solo e o volume das partículas sólidas (V_s). O volume de vazios é a soma do espaço preenchido por ar e água.

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_{ar} + V_{água}}{V_{sólidos}}$$

Por fim, a porosidade (n) é a relação entre volume de vazios e o volume total (V_t) da amostra de solo:

$$n = \frac{V_v}{V_T} = \frac{V_{ar} + V_{água}}{V_{sólidos} + V_{ar} + V_{água}}$$

10) Qual é o ensaio e quais as grandezas envolvidas na determinação da permeabilidade de um solo?

H. Darcy estabeleceu uma fórmula empírica para prever o comportamento do fluxo em solos saturados. A chamada lei de Darcy estabelece que a quantidade de água que flui por uma seção transversal (A), sob um gradiente hidráulico (i), pode ser expressa por:

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

Em que:

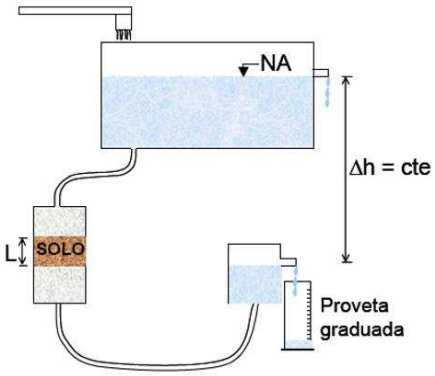
Q é a vazão que atravessa a amostra de solo;

k é uma constante para cada solo, chamada de coeficiente de permeabilidade;

i é o gradiente hidráulico;

A é a área da seção transversal por onde flui a água.

O ensaio de laboratório utilizado para determinação do coeficiente de permeabilidade de um solo é o chamado permeâmetro de carga constante. Neste ensaio, uma amostra de solo de espessura L é posicionada dentro de um recipiente com área de seção transversal A, e sob uma carga hidráulica constante Δh (ver figura abaixo).



Nesta condição, podemos escrever o gradiente hidráulico (i) como sendo:

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

Note que é uma grandeza adimensional.

Assim, substituindo essa equação do gradiente hidráulico na lei de Darcy:

$$Q = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{\Delta h}{L} \cdot A \qquad \rightarrow \qquad k = \frac{Q \cdot L}{\Delta h \cdot A}$$

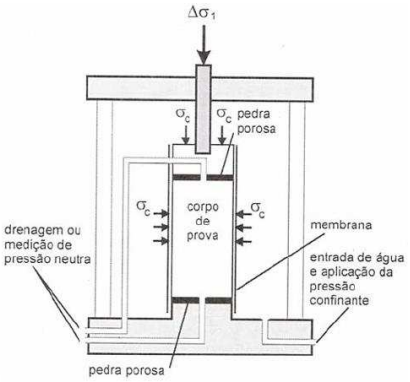
Podemos ainda substituir a vazão de água pela relação do volume coletado na proveta graduada (V) em um intervalo de tempo (Δt):

$$k = \frac{V \cdot L}{\Delta h \cdot A \cdot \Delta t}$$

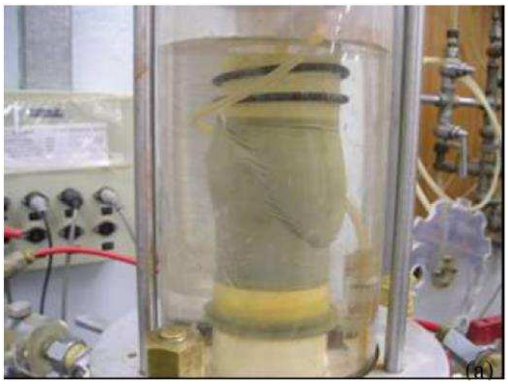
A unidade de medida do coeficiente de permeabilidade é a unidade de comprimento (m, cm, mm, etc) dividida pela unidade de tempo (h, min, s).

11) Para que serve quais são os tipos de ensaio de compressão triaxial?

O ensaio de compressão triaxial é um dos métodos de determinação da resistência ao cisalhamento de solos. Ele consiste na aplicação de um estado hidrostático de tensões e de carregamento axial sobre um corpo de prova cilíndrico.



O corpo de prova é envolto por uma membrana de borracha e fica dentro de uma câmara cheia com água. Aplica-se uma tensão confinante (σ_C) em todas as direções. Posteriormente é aplicada uma carga axial controlada através do pistão ($\Delta\sigma_1$), no chamado ensaio com carga controlada.

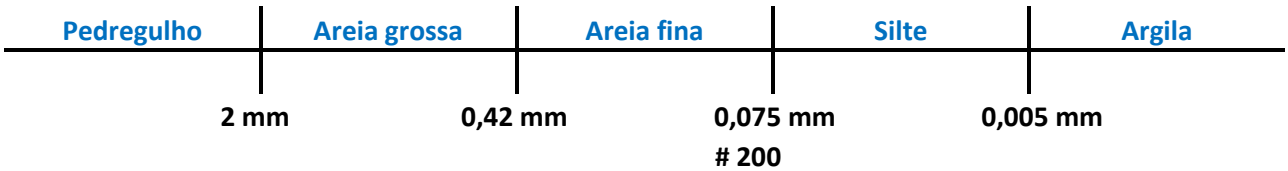


O ensaio pode ser de três tipos:

- Ensaio adensado drenado (CD – consolidated drained):
  - A drenagem é permitida durante as etapas de ensaio;
  - A tensão é aplicada lentamente;
  - As tensões aplicadas na amostra são efetivas;
  - Os parâmetros de resistência são obtidos em termos da tensão efetiva;
  - Empregado em análise de resistência ao cisalhamento de solos permeáveis.
- Ensaio adensado não drenado (CU – consolidated undrained):
  - A drenagem é permitida apenas na 1ª etapa, quando são aplicadas as tensões confinantes;
  - A velocidade de deformação é muito mais rápida;
  - Os parâmetros de resistência são obtidos em termos da tensão total ou efetiva;
  - Empregado em análise a curto e a longo prazo da resistência ao cisalhamento de solos de baixa permeabilidade consolidados;
  - Em argilas saturadas, pode ser considerado como ensaio sem variação de volume ou a volume constante.
- Ensaio não adensado não drenado (UU – unconsolidated undrained):
  - A drenagem não é permitida em nenhuma etapa;
  - O teor de umidade da amostra mantém-se constante;
  - Os parâmetros de resistência são medidos em termos da tensão total;
  - Empregado em análise de curto prazo da resistência ao cisalhamento de solos de baixa permeabilidade não consolidados (ex. aterro sobre solo mole).

12) Como os solos são classificados em função da granulometria e o que é o diâmetro máximo, mínimo, efetivo e coeficiente de uniformidade de um solo?

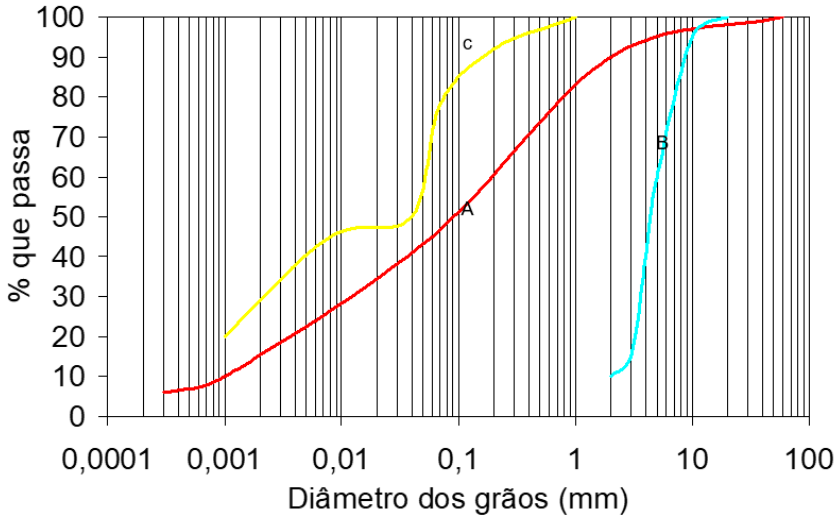
Os solos são classificados em função do tamanho dos seus grãos em areias, siltes e argilas. A fração de areais, denominada de fração grossa, é dividida em areia grossa, quando o tamanho das partículas está entre 0,042 mm e 2 mm, e areia fina, quando está entre 0,075 mm e 0,042 mm. Já os siltes e argilas formam a fração fina do solo. Os siltes são caracterizados por partículas de 0,005 mm a 0,075 mm de tamanho, enquanto as argilas, porção mais fina, é formada pelas partículas de tamanho inferior a 0,005 mm.



É importante saber que a peneira que separa a fração grossa da fração fina, ou seja, com abertura de 0,075 mm, é chamada de peneira 200.

O ensaio de granulometria é divido em peneiramento para as partículas maiores e sedimentação para as menores. O resultado é apresentado no gráfico denominado de curva granulométrica, que mostra o tamanho das partículas em função do

percentual passante na peneira de abertura correspondente. Em função da distribuição granulométrica, o solo pode ter uma distribuição bem graduada (curva A da figura abaixo) quando existem, praticamente, partículas com todos os tamanhos. Já quando é predominante um tamanho para as partículas (curva B), o solo é dito de graduação uniforme. Por outro lado, se existe uma falta de determinado tamanho de partículas na amostra, de forma que se tenha somente partículas muito grandes e muito pequenas, a distribuição é dita descontínua (curva C).



O diâmetro máximo corresponde a abertura da peneira em que passa no mínimo 95% das partículas de solo. Já o diâmetro mínimo é a abertura em que passa no máximo 5% das partículas.

O diâmetro efetivo corresponde a abertura da peneira para a qual temos 10% em peso total de todas as partículas menores que ele, ou seja, 10% das partículas são menores que o diâmetro efetivo.

O coeficiente de uniformidade (C_u) é a razão entre os diâmetros correspondentes a 60% e 10% passante, tomados na curva granulométrica.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Em função do calor do coeficiente de uniformidade, o material pode ser classificado da seguinte forma:

$C_u < 5$ (muito uniforme)
$5 < C_u < 15$ (uniformidade média)
$C_u > 15$ (não-uniforme)

Note que quanto menor o coeficiente, mais uniforme é o solo.

Por fim, uma outra grandeza importante é o módulo de finura, que é a soma dos percentuais acumulados em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. Quanto maior o módulo de finura, mais grosso será o solo.

Pessoal, ficamos por aqui neste relatório. Qualquer dúvida é só chamar no fórum da área do aluno!

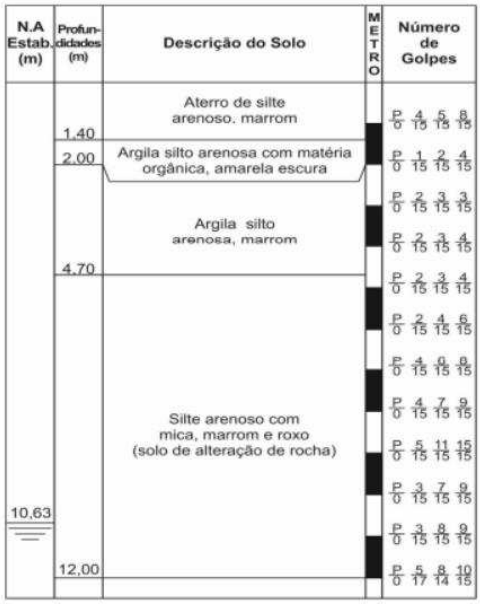
Abraços e bons estudos!

Prof. Douglas Oliveira

- - - -

ANEXO I – LISTA DE QUESTÕES

1. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Considere parte do relatório do perfil de sondagem de simples reconhecimento do subsolo de um terreno com SPT (Standard Penetration Test – Ensaio de Penetração Padrão) abaixo:



O valor do índice de resistência à penetração N para a cota – 12 m e sua correspondente designação de compacidade são, respectivamente,

a) 23 e muito compacto.
b) 10 e pouco compacto.
c) 18 e medianamente compacto.
d) 29 e compacto.
e) 13 e compacto.

2. (FCC/2017/TRT 24ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os procedimentos de sondagens de simples reconhecimento do subsolo de um terreno utilizando o Ensaio de Penetração Padrão (SPT – *Standard Penetration Test*) ao atingir a cota – 10 m obteve-se os seguintes resultados do amostrador- padrão: 14/15 – 21/15 – 15/7. Conclui-se que a cravação do amostrador-padrão foi interrompida antes dos 45 cm de penetração, pois,

a) não foi observado avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.
b) nos dois trechos iniciais do amostrador-padrão completou-se 30 cm de penetração.
c) um total de 50 golpes foi aplicado durante toda a cravação.
d) nos dois primeiros seguimentos de 15 cm do amostrador-padrão o número de golpes ultrapassou 30.

e) no seguimento final de 15 cm do amostrador-padrão o número de golpes não ultrapassou 10.

3. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Durante a realização de sondagem de simples reconhecimento do subsolo de um terreno com SPT (Standard Penetration Test – Ensaio de Penetração Padrão) o tubo de revestimento deve ficar a uma distância de, no mínimo, X cm do fundo do furo, quando da operação de ensaio e amostragem. Somente em casos de fluência do solo para o interior do furo, deve ser admitido deixá-lo à mesma profundidade do fundo do furo. O valor de X, em centímetros, é

a) 20.
b) 50.
c) 30.
d) 15.
e) 10.

4. (FCC/2017/TRT 11ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) A sondagem a trado é dada por terminada quando existir a profundidade especificada na programação dos serviços ou quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo ou ainda quando o avanço do trado ou ponteira for inferior a

a) 25 milímetros em 20 minutos de operação contínua de perfuração.
b) 80 milímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.
c) 50 centímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.
d) 30 centímetros em 5 minutos de operação contínua de perfuração.
e) 50 milímetros em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

5. (FCC/2016/SEMA/ANALISTA AMBIENTAL) Durante os trabalhos de perfuração para a realização das Sondagens de Simples Reconhecimento – SPT, antes de se retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, deve ser feita uma marca na haste à altura da boca do revestimento, para que seja medida, com erro máximo de X mm, a profundidade em que se irá apoiar o amostrador na operação subsequente de ensaio e amostragem. O valor de X, em mm, é

a) 50.
b) 20.
c) 30.
d) 10.
e) 100.

6. (FCC/2015/TRE-RR/ANALISTA JUDICIÁRIO) Durante os processos de perfuração para a execução de sondagens de simples reconhecimento de solos com SPT, deve-se atentar para os seguintes procedimentos:

a) antes de se retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, deve ser feita uma marca na haste à 45 cm acima da boca do revestimento, para que seja medida, com erro

máximo de 15 cm, a profundidade em que se irá apoiar o amostrador na operação subsequente de ensaio e amostragem.

b) a sondagem deve ser iniciada com o emprego do trado helicoidal até a profundidade de 1,5 m, seguindo-se a instalação até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante.

c) após a abertura do furo de sondagem, nas operações subsequentes de perfuração, intercaladas às de ensaio e amostragem, deve ser utilizado trado cavadeira até 1,0 m abaixo do nível freático.

d) quando se atingir a cota de ensaio e amostragem, a composição de perfuração deve ser suspensa a uma altura de 0,20 m do fundo do furo, mantendo-se a circulação de água por tempo suficiente, até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo.

e) em casos especiais de sondagens rasas em solos instáveis e moles, onde a descida ou posterior remoção dos tubos de revestimento for problemática, podem ser empregadas lamas de estabilização em lugar de tubo de revestimento, desde que estejam previstos ensaios de infiltração na sondagem.

7. (FCC/2015/DPE-RR/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os trabalhos de sondagens de simples reconhecimento com SPT, a cravação do amostrado-padrão foi interrompida antes dos 45 cm, pois não se observou o avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo. Considerando que a situação descrita ocorreu antes de atingir a profundidade estimada para atendimento do projeto, a sondagem deve, neste caso, ser deslocada, no mínimo,

a) uma vez a cerca de 1,00 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do engenheiro responsável, ou orientação do cliente.

b) uma vez a cerca de 1,20 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do projeto.

c) três vezes para posições que circundem a sondagem inicial, a 0,50 m de distância, ou conforme orientação do projeto.

d) quatro vezes para posições a 0,80 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do engenheiro responsável.

e) duas vezes para posições diametralmente opostas, a 2,00 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do cliente ou seu preposto.

8. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Sobre o número e locação das sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações e edifícios, a NBR 8036/1983 estabelece que, em quaisquer circunstâncias, para área da projeção em planta do edifício até 200 m^2, o número mínimo de sondagens deve ser

a) quatro
b) três
c) dois
d) cinco
e) seis

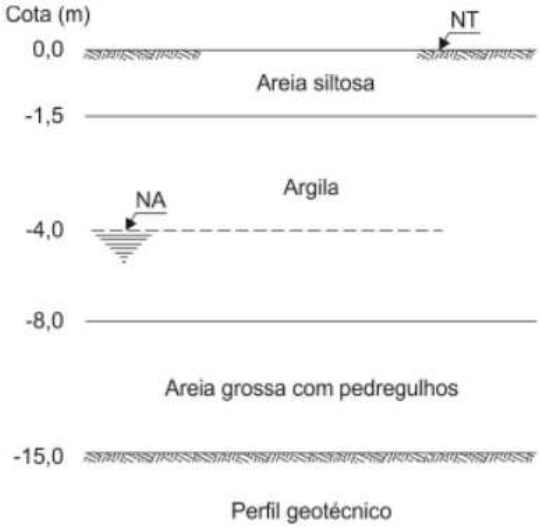
9. (FCC/2013/DPE-RS/ENGENHEIRO CIVIL) Em relação às sondagens realizadas em uma investigação geotécnica, considere:
I. A execução de sondagens a trado manual tem como objetivo a coleta de amostras indeformadas para ensaios de laboratório.
II. Sondagens à percussão podem ser conduzidas a profundidades além do nível do lençol freático.
III. Quanto maior a compacidade de um solo argiloso, menor o N_{SPT} deste solo.
IV. O SPT (*Standard Penetration Test*) é muito utilizado em sondagens do subsolo para projetos de fundações profundas.
Está correto o que consta em

a) II e IV apenas.
b) I e II apenas.
c) III e IV apenas.
d) I e III apenas.
e) I, II, III e IV.

10. (FCC/2013/TRT 6ª Região/ANALISTA JUDICIÁRIO) Sobre o Ensaio de Penetração Padrão (SPT- Standard Penetration Test), durante a prospecção do subsolo, é correto afirmar:

a) Na amostragem, são anotados os números de golpes do martelo de peso 75 kg necessários para cravar cada trecho de 15 cm do amostrador. A resistência à penetração é definida como sendo o número de golpes necessários para cravar 30 cm iniciais do amostrador.
b) Quando não ocorre penetração total do amostrador, registra-se o SPT em forma de fração, por exemplo, 35/12, indicando que para 35 cm de penetração foram realizados 12 golpes.
c) A perfuração por lavagem é mais rápida do que pelo trado, entretanto, ela só pode ser utilizada abaixo do nível d'água, uma vez que, acima alteraria o teor de umidade do solo, assim como, as condições de amostragem.
d) A cravação do barrilete amostrador será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 15 cm após quinze golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando o número de golpes ultrapassar 45 em um mesmo ensaio.
e) Mesmo em sondagens realizadas com proximidade em planta, como por exemplo, a cada 10 metros, não é permitido o traçado de seções, entre materiais semelhantes do subsolo, supondo camadas contínuas.

11. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) Considere o perfil geotécnico abaixo:



Dados:

Peso específico natural da areia siltosa = 17,20 kN/m^3

Peso específico saturado da argila = 18,60 kN/m^3 (a argila encontra-se saturada por capilaridade até 2,5 m acima do nível da água)

Peso específico saturado da areia grossa com pedregulho = 19,10 kN/m^3

Os valores das tensões total, neutra e efetiva na cota – 8,0 m são, respectivamente, em kPa,

a) 120,90; 40 e 80,90.

b) 146,70; 40 e 106,70.

c) 146,70; 80 e 66,70.

d) 120,90; 40 e 160,90.

e) 74,40; 40 e 34,40.

12. (FCC/2018/DPE-AM/ENGENHEIRO CIVIL) Considere o perfil geotécnico a seguir:

Dados:

– Profundidade de coleta da amostra: 10 metros

– Cota nível d'água: 0 metros (coincidente com o nível do terreno)

– Peso específico da água: 10 kN/m^3

Sabendo que a tensão de pré-adensamento da amostra indeformada é 320 kPa, a razão de sobre-adensamento do solo é

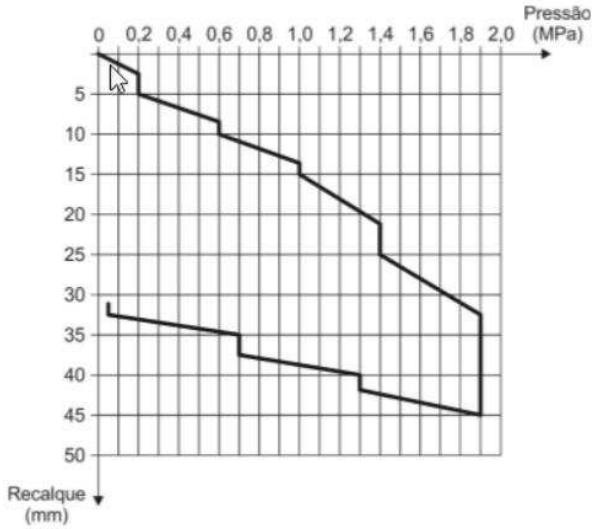
a) 2,78

b) 2,00

c) 1,78

d) 0,56
e) 4,00

13. (FCC/2017/DPE-RS/ENGENHEIRO CIVIL) Considere as informações abaixo sobre o resultado do ensaio de prova de carga para um futuro projeto de fundações.
– Solo com predominância de ruptura local.
– Resultado da prova de carga sobre placa a seguir.



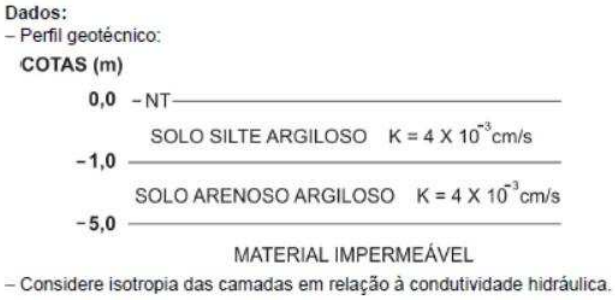
A tensão admissível de uma fundação direta, desprezando o seu tamanho é, em MPa,

a) 1,90
b) 0,70
c) 1,40
d) 0,30
e) 0,60

14. (FCC/2016/SEMAM/ENGENHEIRO CIVIL) Durante os trabalhos de investigação geotécnica para um projeto de terraplenagem foi coletada uma amostra indeformada de solo a 10 m de profundidade com as seguintes características:
– peso específico dos sólidos igual a 27 kN/m³;
– teor de umidade de 80%;
– índice de vazios igual a 2.
Sabendo-se que no local de coleta da amostra indeformada a cota do nível d'água coincide com a cota do terreno, os valores das tensões total, neutra e efetiva na cota da coleta da amostra são, respectivamente, em kPa,

a) 162; 100 e 62.
b) 100; 62 e 162.
c) 90; 100 e 10.
d) 270; 100 e 170.
e) 486; 100 e 386.

15. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Para o perfil geotécnico a seguir, o valor da condutividade hidráulica equivalente na direção vertical, em cm/s, é:



a) 0,02.
b) 0,008.
c) 0,002.
d) 0,04.
e) 0,004.

16. (FCC/2014/TCE-GO/ANALISTA DE CONTROLE EXTERNO) Para a avaliação do coeficiente de permeabilidade de um solo, um permeâmetro de carga constante (h = 100 cm) recolheu o volume de 40 cm^3 em 50 segundos.
Dados:
– corpo de prova com 10 cm de comprimento e a área da seção transversal é 400 cm^2
O coeficiente de permeabilidade do solo, em centímetros por segundo, é
a) $2x10^{-4}$
b) $2x10^{-5}$
c) $3x10^{-4}$
d) $4x10^{-5}$
e) $5x10^{-4}$

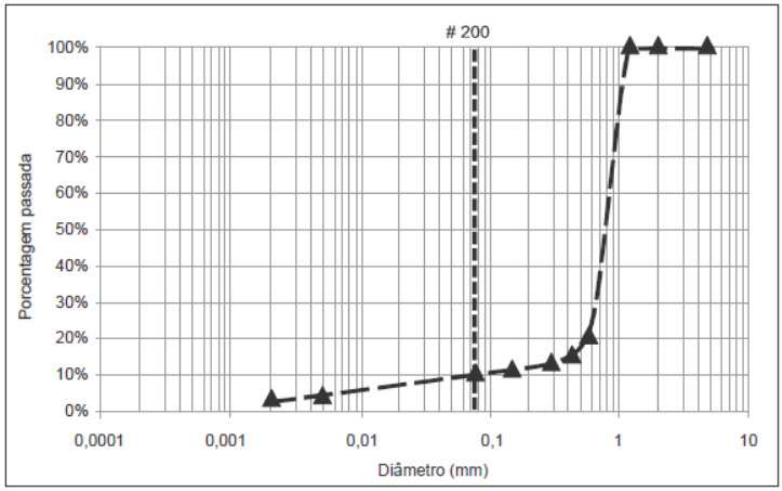
17. (FCC/2017/ARTESP/ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO DE TRANSPORTE) À amostra de um solo que possuía um teor de umidade de 25% adicionou-se água de tal forma que o teor de umidade passou para 30%. O acréscimo de peso da amostra sobre a massa inicial, em porcentagem, é
a) 12.
b) 8.
c) 2.
d) 4.
e) 5.

18. (FCC/2014/TCE-RS/AUDITOR PÚBLICO EXTERNO) A realização dos ensaios triaxiais em amostras de solos tem por objetivo a determinação de alguns

parâmetros relacionados a resistência e deformabilidade. Em argilas saturadas, o ensaio triaxial que pode ser considerado sem variação de volume é o

a) rápido, UU.
b) rápido pré-adensado, CU.
c) lento, CD.
d) adensado drenado, CD.
e) Não adensado, CU.

19. (FCC/2012/TRF-2ª Região/ENGENHEIRO CIVIL) Os solos são classificados segundo sua granulometria, ou seja, o tamanho dos grãos que compõem a mistura determina o tipo de solo. Segundo a ABNT, é correto afirmar que o solo com a distribuição granulométrica indicada no desenho abaixo é:



a) argiloso com mais de 50% de material passado na peneira 200.
b) arenoso com menos de 50% de material passado na peneira 200.
c) arenoso com mais de 50% de material passado na peneira 200.
d) siltoso com menos de 50% de material passado na peneira 200.
e) siltoso com mais de 50% de material passado na peneira 200.

20. (FCC/2011/TCE-PR/ANALISTA DE CONTROLE EXTERNO) As energias de compactação usualmente utilizadas no Brasil geralmente seguem as especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para obras de pavimentação rodoviária. A norma técnica DNER-ME 129/94 estabelece as energias de compactação normal, intermediária e modificada para se determinar a correlação entre o teor de umidade e a massa específica aparente do solo seco. Segundo esse método, para se obter a energia normal, em laboratório, é necessária a aplicação com soquete de 4,536 ± 0,01kg de

a) 10 golpes.
b) 12 golpes.
c) 26 golpes.
d) 55 golpes.
e) 72 golpes.

21. (FCC/2010/TRT 8ª Região/ENGENHEIRO CIVIL) Uma amostra de 1.000 cm^3 de solo úmido pesa 1.740 g. Após secagem em estufa, seu peso resultou em 1.500 g. Considerando que o peso específico das partículas sólidas do solo é de 2,50 g/cm^3, o grau de saturação da amostra é

a) 85%.
b) 60%.
c) 50%.
d) 25%.
e) 10%.

22. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) O CBR (California Bearing Ratio) ou ISC (Índice Suporte California) é uma das características mais importantes de um solo e pode ser definido como:

a) o teor de umidade de um solo que é igual a massa de água/massa de solo seco.
b) grau de saturação de um solo.
c) o índice de vazios que é igual ao volume de vazios/volume do solo seco.
d) a relação porcentual entre a pressão necessária para fazer penetrar um pistão padronizado em um solo preparado e outro padrão.
e) a relação porcentual entre a massa específica aparente de um solo e sua massa real.

GABARITO QUESTÕES OBJETIVAS		
1.C	2. C	3. B
4. E	5. D	6.D
7.E	8.C	9.A
10.C	11.B	12.E
13.E	14.A	15.E
16.A	17.D	18.B
19.B	20.B	21.B
22.D		

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e Controle das Fundações**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6484/2001 Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8036/1983 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios**.

CAMPITELI, Marcus V. **Sondagens**. Apostila do Estratégia Concursos.

DAS, Braja M. SOBHAN, Khaled. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. 1 ed. 2014.

DNIT. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**, 3ª Edição, 2010.

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1. Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2. Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3. Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4. Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5. Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6. Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7. Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8. O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.