



PROJETO E EXECUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS

1º Ciclo, 1º Caderno

Movimento de terra e Ensaaios geotécnicos principais.

- **Desmatamento:** Consiste no corte e remoção de toda a vegetação, independentemente de sua densidade.
- **Destocamento:** É a operação de corte e remoção de tocos de árvores e raízes, realizada após o desmatamento. As normas podem especificar profundidades mínimas para a isenção de tocos e raízes, o DNIT recomenda 60 cm abaixo do greide de terraplenagem em cortes.
- **Limpeza:** Compreende a remoção de uma camada de solo ou material orgânico (geralmente com profundidade média de 20 cm), bem como de outros objetos e materiais indesejáveis. A limpeza deve ser executada em toda a faixa de domínio para garantir a segurança da rodovia.

FAIXA DE DOMÍNIO:

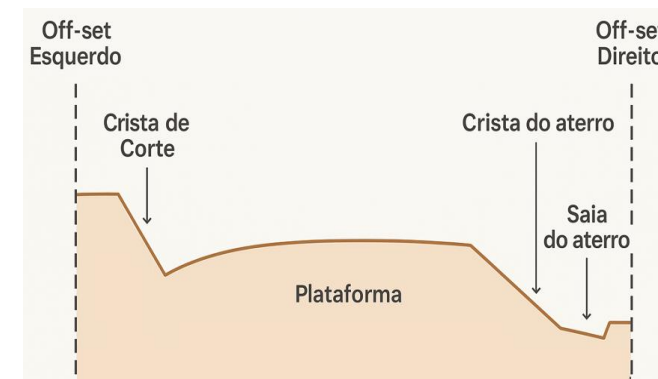
Define-se como “Faixa de Domínio” a base física sobre a qual assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-arte, acostamentos, sinalização e faixa lateral de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa do recuo.

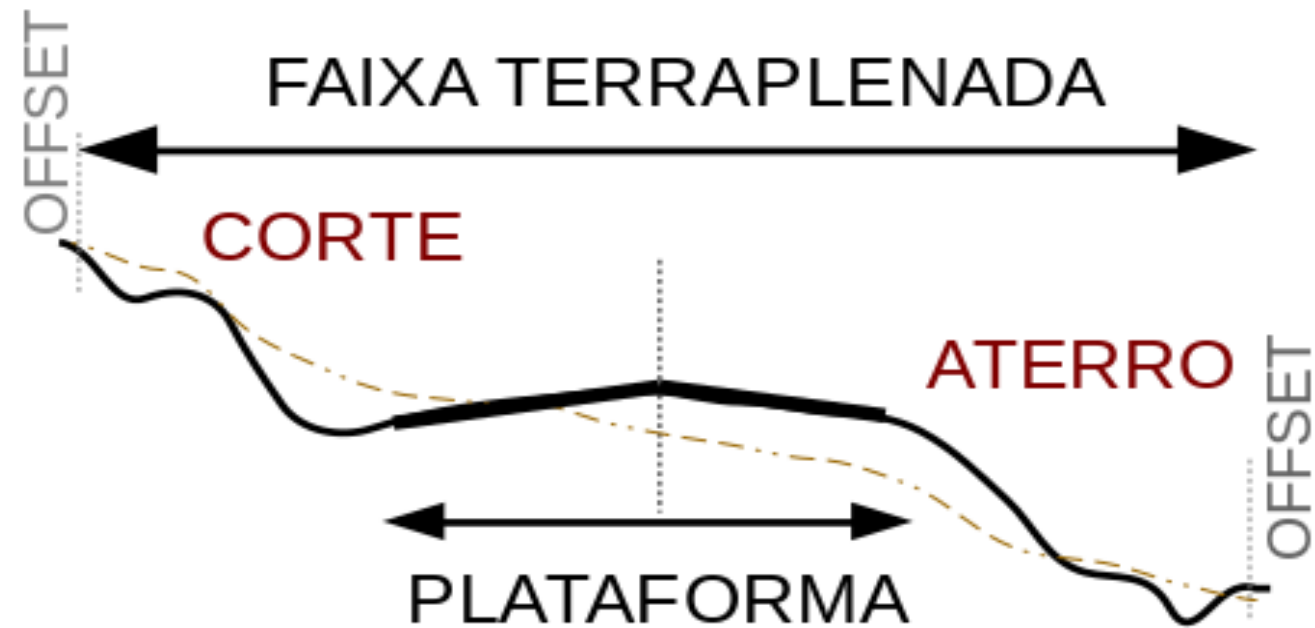
Em síntese, é a área pertencente ao poder público para a implantação da rodovia.



OFF-SET:

Off-sets são linhas de estacas demarcadoras da área de execução dos serviços. Ficam situados dentro da faixa de domínio.





Para a locação do eixo da rodovia, procede-se ao piqueteamento e estaqueamento, cujo afastamento entre as estacas é de 20m nas tangentes e de 10m nos trechos em curvas.

Questão 1 – FEPESE | Pref Concórdia | 2024

Para implantação de um reservatório, será necessário realizar a escavação de um volume de $(5,00 \times 4,00 \times 2,00)$ m. Sabe-se que a taxa de empolamento deste solo é de 25%.

Assim, o volume de material que será retirado deste local será de:

A) 10 m^3 .

B) 32 m^3 .

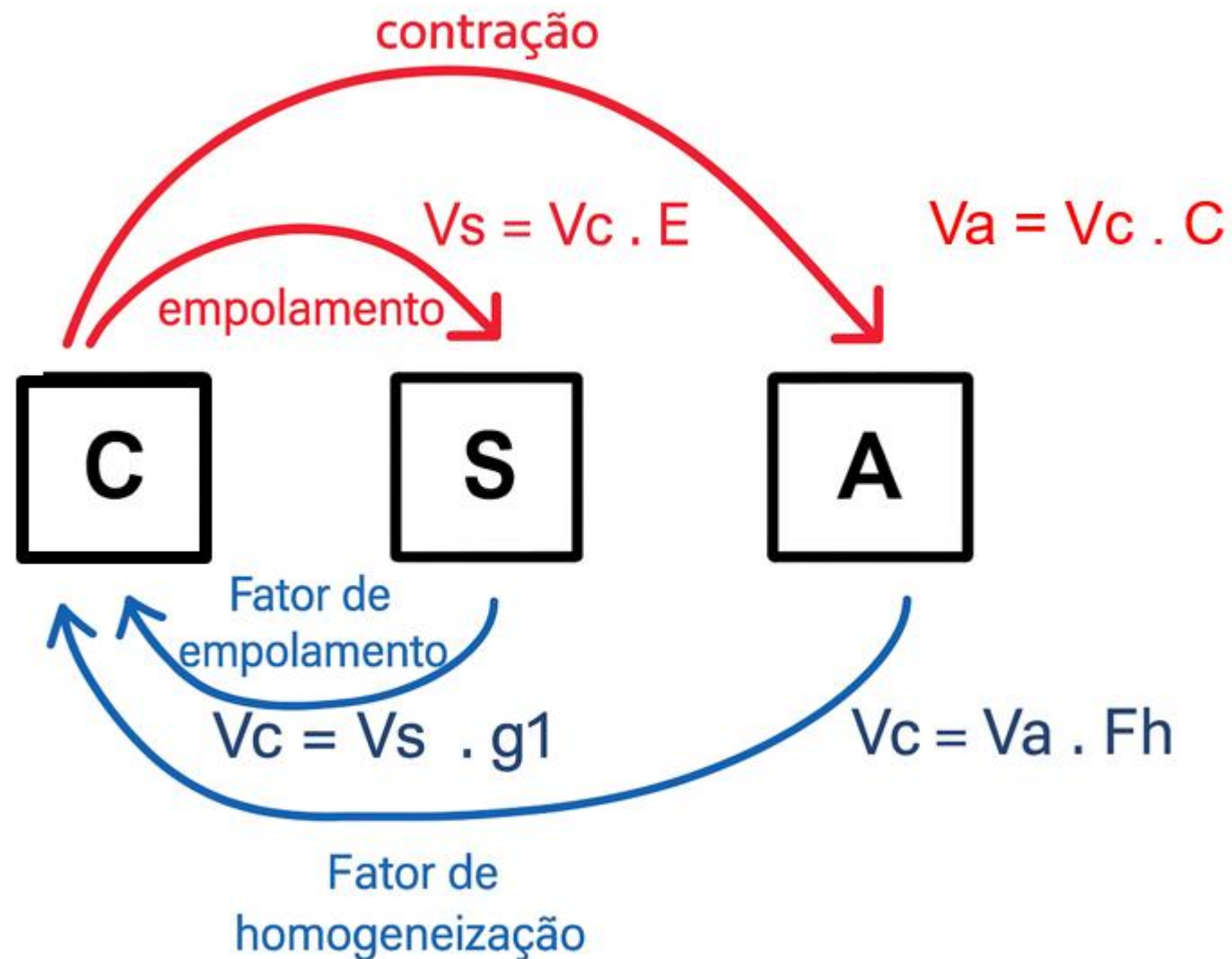
C) 40 m^3 .

D) 50 m^3 .

E) 160 m^3 .

$$V_c = 5 \times 4 \times 2 = 40 \text{ m}^3$$

$$V_s = 40 \times 1,25 = 50 \text{ m}^3$$





1. Trator de Esteira



2. Motoniveladora



3. Escavadeira Hidráulica



4. Retroescavadeira



5. Caminhão Basculante

Questão 2 – FEPESE | CINCATARINA | 2024

Assinale a alternativa que indica corretamente a principal função de uma motoniveladora no processo de construção de estradas.

- A) Compactar o solo
- B) Escavar túneis
- C) Misturar concreto
- D) Realizar a pavimentação asfáltica
- E) Nivelar e ajustar a inclinação de superfícies

Questão 3 – FEPESE | CINCATARINA | 2024

Assinale a alternativa que indica corretamente o tipo de máquina essencial para a compactação de solos e asfaltos na construção de rodovias.

- A) Escavadeira
- B) Retroescavadeira
- C) Trator agrícola
- D) Caminhão basculante
- E) Rolo compactador

Questão 4 – FEPESE | CINCATARINA | 2024

Assinale a alternativa que indica corretamente a máquina mais indicada para realizar escavações profundas em solos duros durante a construção de rodovias.

- A) Escavadeira hidráulica
- B) Pá carregadeira
- C) Betoneira
- D) Niveladora
- E) Fresadora

Questão 5 – FEPESE | CINCATARINA | 2024

Assinale a alternativa que indica corretamente o equipamento mais adequado para o transporte de grandes volumes de materiais como terra e pedras, dentro de uma obra de construção de estrada.

- A) Minicarregadeira
- B) Caminhão betoneira
- C) Caminhão basculante
- D) Motoniveladora
- E) Compactador de percussão

Questão 6 – FEPESE | Pref Baln. Camboriú | 2023

Para um serviço de escavação foi prevista a retirada de um volume de 480 m^3 , sendo que o empolamento do solo para escavação é de 25%. Foram contratados 2 caminhões para o serviço de transporte do material, sendo que cada caminhão apresenta uma capacidade de transporte de 6 m^3 .

Assinale a alternativa que indica corretamente o número de carregamentos, de cada caminhão, que foi realizado para retirada do material.

A) 10

B) 20

C) 30

D) 40

E) 50

$$\text{Volume solto: } 480 \times 1,25 = 600 \text{ m}^3.$$

$$600 \div 6 = 100 \text{ carregamentos.}$$

$$100 \div 2 = 50 \text{ carregamentos por caminhão.}$$

Questão 7 – FEPESE | CASAN | 2022

Para execução de um reservatório, será necessário realizar a escavação de uma área delimitada de $(2,50 \times 3,00)$ m, com profundidade de 2,00 m.

Considerando que a taxa de empolamento deste solo é de 25%, o volume de material que será retirado é de:

A) $3,75 \text{ m}^3$

B) $6,00 \text{ m}^3$

C) $12,00 \text{ m}^3$

D) $18,75 \text{ m}^3$

E) $60,00 \text{ m}^3$

Volume in natura: $2,50 \times 3,00 \times 2,00 = 15,0 \text{ m}^3$.

Com empolamento de 25%:

$15,0 \times 1,25 = 18,75 \text{ m}^3$.

Questão 8 – FEPESE | Pref Chapecó | 2022

Assinale a alternativa que indica corretamente o material que apresenta, potencialmente, maior percentual de empolamento.

- A) Areia seca
- B) Areia molhada
- C) Pedra calcárea
- D) Pedregulho seco
- E) Terra seca

(Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, SICRO)

Em virtude de características granulométricas, das partículas sólidas e da interação com a água, os solos naturais apresentam variações volumétricas bastante diferentes. De um modo geral, quanto maior a presença de finos (argilas e siltes), maior será a tendência de expansão volumétrica dos solos quando submetidos à escavação em sua condição natural.

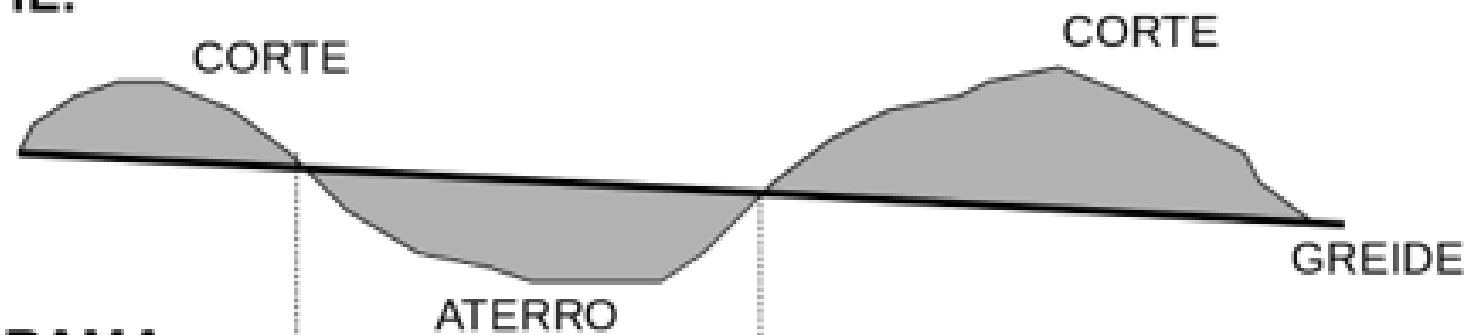
(Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, SICRO)

Tabela 02 - Massas específicas referenciais dos materiais, solos e agregados

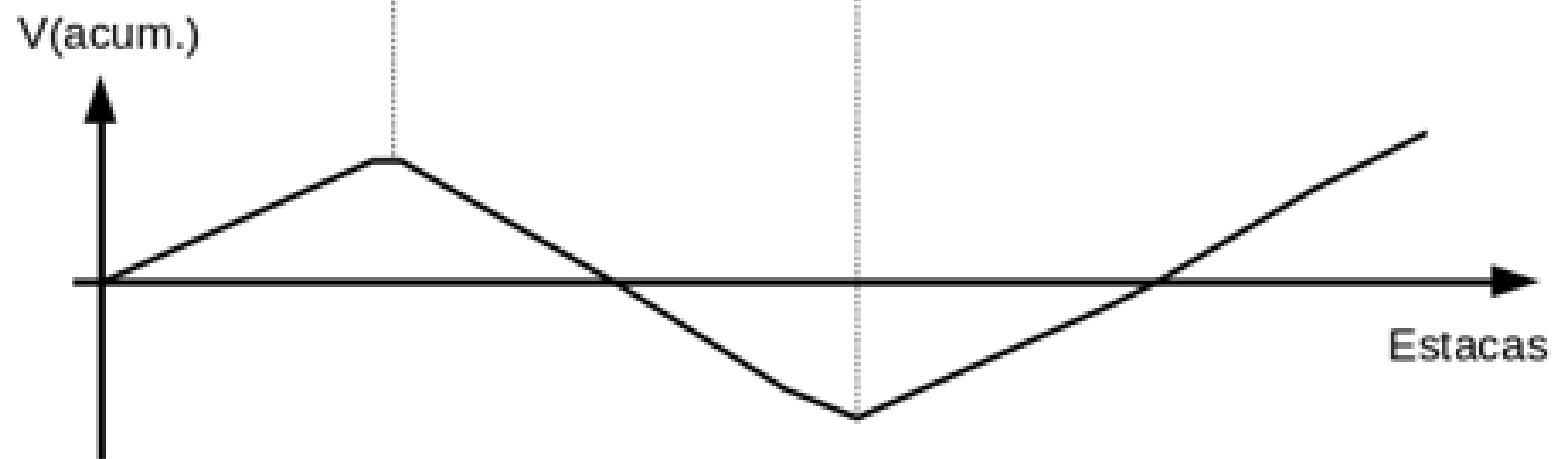
Materiais	Massa Específica Natural (t/m³)	Massa Específica Solta (t/m³)	Massa Específica Compactada (t/m³)
Materiais de 1ª categoria	1,875	1,500	2,063
Materiais de 2ª categoria	2,085	1,500	2,085
Materiais de 3ª categoria	2,630	1,500	2,100
Solos	1,875	1,500	2,063
Brita	2,630	1,500	2,100
Areia	-	1,500	1,725

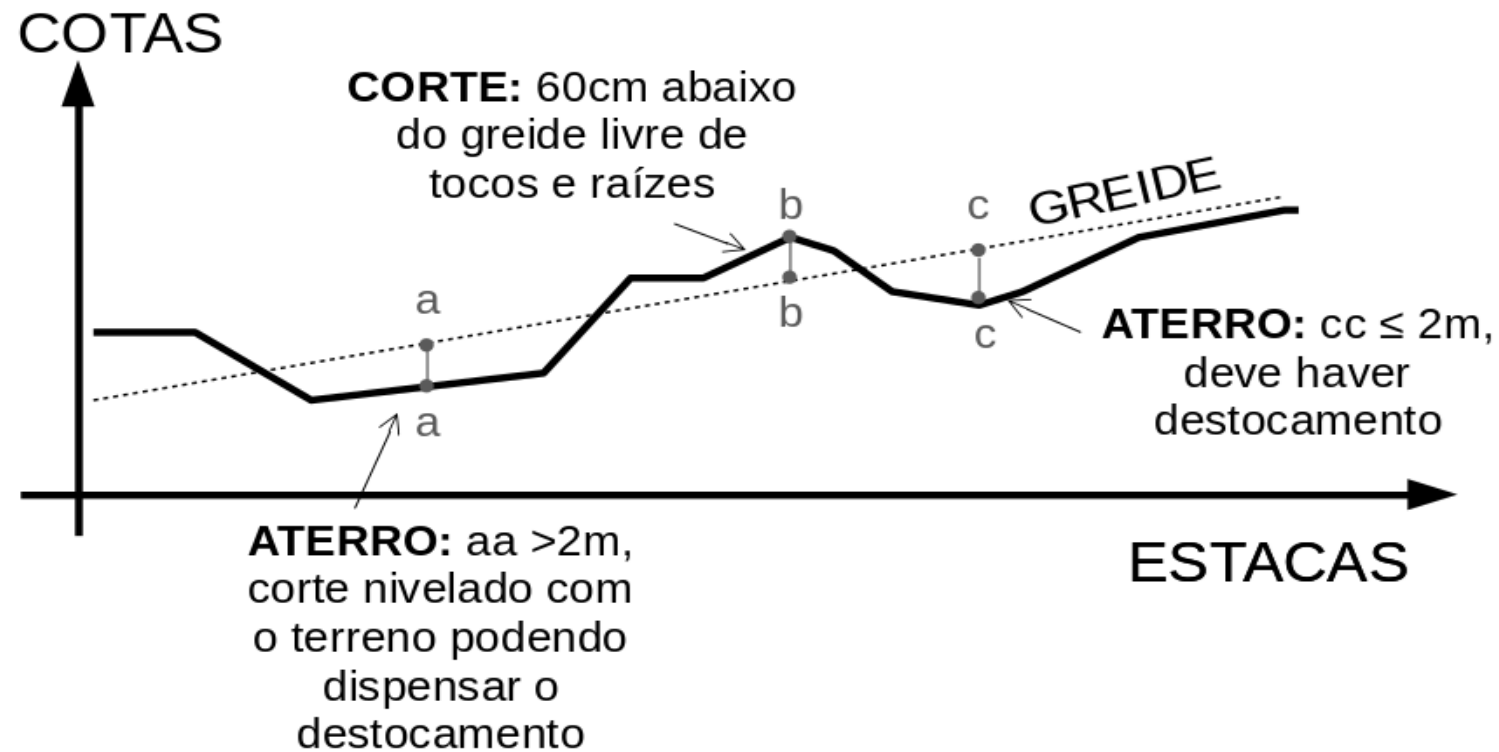
MATERIAL	EMPOLAMENTO
3ª CAT	$E = 2,63/1,5 = 1,75$
Solos	$E = 1,875/1,5 = 1,25$

PERFIL:



**DIAGRAMA
DE BRUCKNER:**





Questão 13 – FEPESE | Pref Itajaí | 2020

Em terraplenagem, a distância vertical entre o greide e o terreno natural é denominada:

- A) Positiva
- B) Vermelha
- C) De passagem
- D) De aterro
- E) De corte

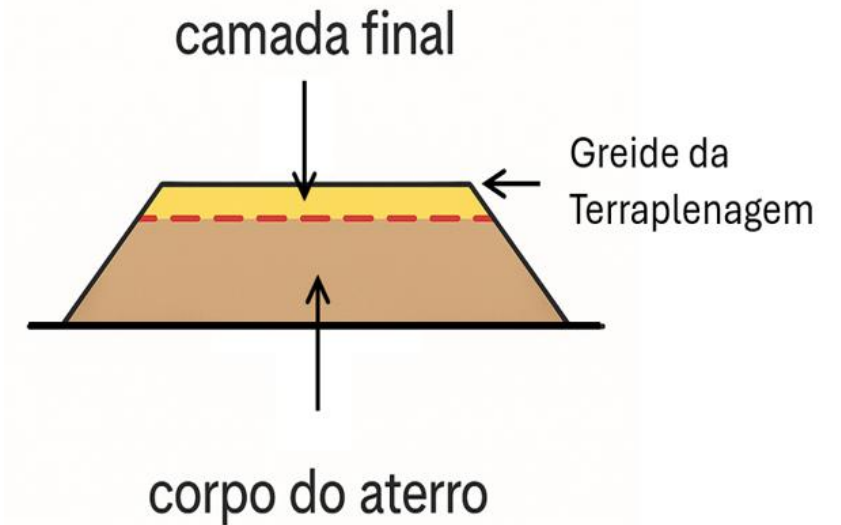
Áreas de Corte: A camada de 60 cm abaixo do greide projetado deve ficar totalmente isenta de tocos ou raízes.

Áreas de Aterro:

- **Cota vermelha abaixo de 2,00 m:** A camada superficial do terreno natural contendo raízes deve ser removida (destocamento).
- **Cota vermelha superior a 2,00 m:** O desmatamento deve ser executado com o corte das árvores no máximo nivelado ao terreno natural, não havendo necessidade de destocamento.

Categoria	Descrição / Características	Exemplos / Tipos de Material	Método de Extração / Equipamentos
Material de 1ª Categoria	Solos em geral, residuais ou sedimentares, podendo conter seixos rolados ou não, desde que com diâmetro ≤ 15 cm , independentemente da umidade.	Terra comum, piçarra, argila, rocha muito alterada/decomposta, seixos rolados ou não com D ≤ 15 cm .	Extração sem necessidade de explosivos . Utilização compatível com Dozer e Scraper (rebocado ou motorizado).
Material de 2ª Categoria	Solos ou materiais com resistência maior , exigindo uso do maior equipamento de escarificação (Ripper) . Pode haver uso eventual de explosivos. Inclui blocos de rocha com volume < 2 m³ ou diâmetro entre 15 cm e 1,0 m .	Matacões, blocos de rocha médios; rochas com resistência inferior ao granito (segundo DNIT).	Extração por escarificação pesada , podendo incluir explosivos , máquinas de terraplenagem e ferramentas manuais.
Material de 3ª Categoria	Materiais com resistência equivalente à rocha sã (não alterada) ou blocos com diâmetro $> 1,0$ m ou volume ≥ 2 m³ .	Rochas com resistência igual ou superior ao granito (segundo DNIT).	Extração exige uso contínuo de explosivos , com eventual redução do material para carregamento.

Acerca da recomendação do uso dos materiais em função das características de trabalhabilidade, recomenda-se **camada final** com material de 1ª categoria. Por outro lado, materiais de 2ª e 3ª categorias são recomendados para **corpo dos aterros**, que são a parte do aterro situada sobre o terreno natural até 60cm abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem.



O **corpo do aterro** pode ser executado em camadas sucessivas de até 30 cm de espessura compactada. Enquanto que a **camada final** deve ser executada em camadas sucessivas de até 20cm de espessura compactada.

Item	Norma DNIT
Corpo do Aterro	Situado até 0,60 m abaixo do greide ✓ ISC $\geq$ 2% ✓ Expansão $\leq$ 4%
Camada Final	Últimos 60 cm sobre o corpo do aterro ou corte ✓ Melhor capacidade de suporte disponível ✓ Expansão $\leq$ 2%

Camada	DNIT
Corpo do Aterro	Camada compactada até 30 cm GC $\geq$ 100% Energia Normal
Camada Final	Camada compactada até 20 cm GC $\geq$ 100% Energia Intermediária

Questão 11 – FEPESE | Pref Baln. Camboriú | 2021

Quando da execução de uma nova via, dependendo do local por exemplo, é necessária a execução de aterro sobre solos moles e, para aumentar a estabilidade global do conjunto formado pelo solo mole e pelo aterro, entre as possíveis soluções para resolver a situação, é possível realizar aterros laterais aos taludes para equilibrar o peso exercido pelo maciço do aterro principal, que visam impedir o expurgo de solos moles além dos offset's. As setas na figura apontam à solução mencionada no texto acima, que é denominada:

- A) Dreno de pé
- B) Defesa de proteção
- C) Berma de equilíbrio
- D) Trincheira de vedação
- E) Ombreira impermeável



Questão 14 – FEPESE | Pref Brusque | 2014

Como são denominadas, no estudo dos projetos de terraplenagem, as seções que correspondem a cortes efetuados no terreno, ortogonalmente ao eixo do projeto, nos pontos referidos no estaqueamento (pontos locados)?

- A) Pontos cortados
- B) Perfil do terreno
- C) Perfil de projeto
- D) Seções transversais
- E) Seções longitudinais

Questão 15 – FEPESE | EMASA BC | 2013

Com relação às plantas e aos projetos de terraplenagem, é correto afirmar:

- A) Para a obtenção do perfil de um determinado terreno são necessárias somente as diferenças de nível ao longo do trecho analisado.
- B) Uma das finalidades do levantamento de um perfil longitudinal é a obtenção de dados para a locação das curvas horizontais.
- C) O declive total de um greide é dado pela somatória das diferenças de nível ao longo do trecho em estudo.
- D) A obtenção das cotas inteiras é feita procurando-se as intersecções de planos verticais com o perfil do terreno.
- E) Perfil de um determinado terreno, segundo determinada direção, é a intersecção da superfície do solo com o plano vertical que passa pelo alinhamento que define aquela direção.

Questão 16 – FEPESE | FLORAM | 2012

Como são definidos, em terraplenagem, os seguimentos que requerem escavação no terreno natural para se alcançar a linha do greide projetado, longitudinalmente e transversalmente, definindo assim o corpo estradal?

- A) Perfis
- B) Seções
- C) Estacas
- D) Cortes
- E) Cotas

Questão 17 – FEPESE | CELESC | 2011

Assinale a alternativa que indica a denominação, em obras de terraplanagem, das escavações efetuadas em locais previamente definidos para a obtenção de materiais destinados a complementação de volumes necessários para aterros, quando houver insuficiência nos cortes, ou por razões, ordem qualitativa de materiais, ou por ordem econômica.

- A) Bota-foras
- B) Empréstimos
- C) Bermas
- D) Reforço geossintético
- E) Banqueteamento

Questão 18 – FEPESE | CELESC | 2011

Com relação à classificação dos materiais quanto à dificuldade extrativa, podemos afirmar que os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha sã e blocos de rocha que apresentam diâmetro médio superior a 1 m ou volume superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com emprego contínuo de explosivo, são enquadrados na:

- A) 1a Categoria.
- B) 2a Categoria.
- C) 3a Categoria.
- D) 4a Categoria.
- E) 5ª categoria

Questão 9 – FEPESE | Pref Chapecó | 2022

Analise as afirmativas abaixo sobre o controle de compactação de um aterro.

1. A verificação da qualidade da compactação em campo é realizada a partir do comparativo entre resultados de laboratório e de campo.
2. O método do frasco de areia pode ser utilizado para determinar a massa específica da camada compactada.
3. O método do cilindro de cravação pode ser utilizado para determinação do teor de umidade, com restrições.

Assinale a alternativa correta.

- | | | |
|-------------|-----------------|-----------------|
| A) Apenas 1 | B) Apenas 2 | |
| C) Apenas 3 | D) Apenas 1 e 2 | E) Apenas 2 e 3 |

Método do cilindro de cravação (NBR 9813/16) -

Método para determinação da massa específica aparente do solo in situ, com emprego de cilindro de cravação, sendo aplicável somente a solos coesivos de granulação fina, com consistência mole a média e isentos de pedregulhos.



Questão 19 – FEPESE | CELESC | 2011

Para comprovar se a compactação está sendo executada corretamente, é necessário determinar sistematicamente:

- A) Densidade relativa e umidade ótima
- B) Teor de umidade e peso específico aparente
- C) Porosidade e peso máximo
- D) Saturação e peso saturado
- E) Granulometria e peso aparente

O objetivo do **ensaio de compactação** é determinar a curva de compactação (relação entre teor de umidade e massa específica aparente seca) de solos. De acordo com a norma DNIT 164/2013-ME, temos:

Material: Fração de solo que passa na peneira de 19 mm.

Condição: Utilização de amostras não trabalhadas (não reutilizadas).



Molde: Cilíndrico com 15,24 cm de diâmetro (molde tipo CBR).

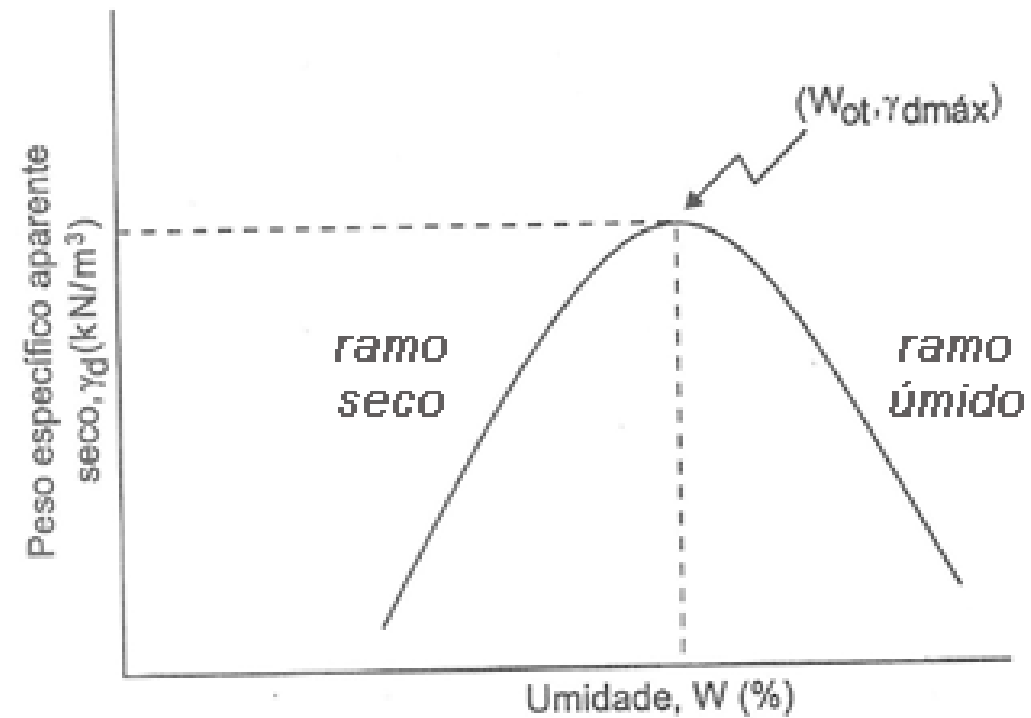
Camadas: 5 camadas iguais.

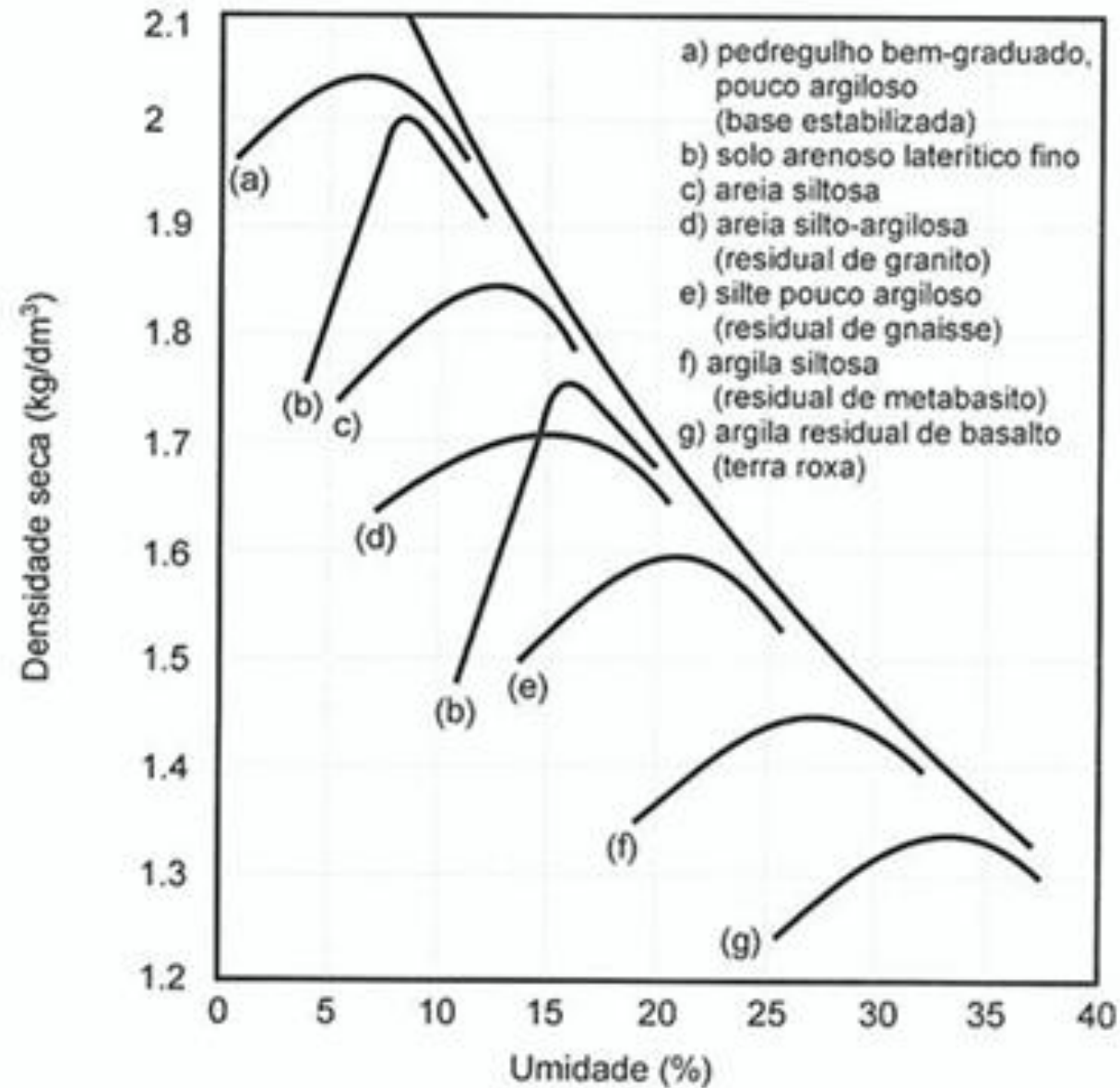
Peso do Soquete: 4,536 kg.

Altura de Queda: 45,72 cm.

Método	Energia	Nº de Golpes por Camada
Método A	Normal	12 golpes
Método B	Intermediária	26 golpes
Método C	Modificada	55 golpes

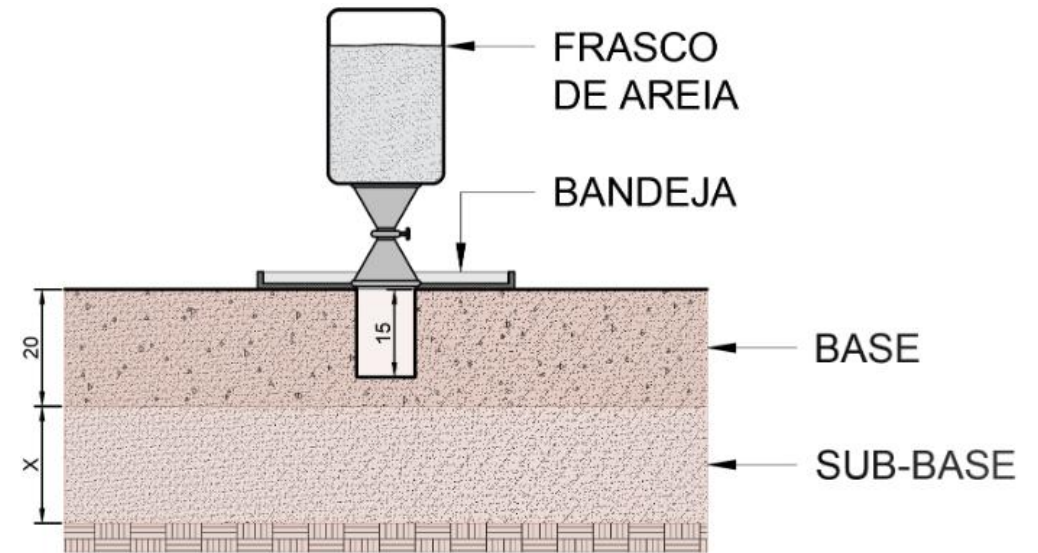
Cilindro	Características inerentes a cada energia de compactação	Energia		
		Normal	Intermediária	Modificada
Pequeno (Proctor)	Soquete	Pequeno	Grande	Grande
	Número de camadas	3	3	5
	Número de golpes por camada	26	21	27
Grande (CBR)	Soquete	Grande	Grande	Grande
	Número de camadas	5	5	5
	Número de golpes por camada	12	26	55
	Altura do disco espaçador (mm)	63,5	63,5	63,5





A determinação da massa específica aparente (in situ) de solos e materiais granulares, pelo DNIT, é orientada à norma DNIT 458/2025-ME.

O ensaio de **Frasco de Areia** determina a densidade do solo compactado no campo (na pista).



A determinação da umidade pelo **método Speedy** é um ensaio expedito de campo fundamentado na reação química entre o carbureto de cálcio (reagente) e a água contida na amostra de solo, realizada no interior de uma câmara metálica hermeticamente fechada.

A mistura, promovida pela agitação manual de esferas de aço que quebram a ampola do reagente, libera gás acetileno e gera uma pressão interna proporcional à quantidade de água presente; essa pressão é registrada por um manômetro acoplado ao aparelho e convertida no teor de umidade percentual (geralmente via tabela de calibração)



O Grau de Compactação (GC) é o parâmetro quantitativo de controle tecnológico calculado pela razão entre a massa específica aparente seca do solo compactado em campo (in situ)

$$\text{GC} = Y_d(\text{campo}) / Y_d(\text{laboratório})$$

Entendendo o Grau de Compactação (GC):

- **GC < 1 (ou < 100%):** Indica que a densidade obtida no campo é **inferior** à máxima atingida em laboratório. Pode sinalizar falta de energia de compactação (poucas passadas do rolo), umidade incorreta ou camada muito espessa. Em obras rodoviárias, conforme normas locais, valores ligeiramente abaixo de 1 (como **0,95** ou 95%) são aceitáveis para **corpo de aterro**, mas inaceitáveis para camadas de pavimentação (base e sub-base).
- **GC = 1 (ou 100%):** Representa a situação **ideal** de projeto. A densidade do solo no campo igualou-se exatamente à densidade máxima teórica do laboratório. Isso demonstra que a execução foi eficiente, atingindo a resistência e estabilidade previstas sem desperdício de recursos. É a meta obrigatória para **camadas finais** e nobres do pavimento.
- **GC > 1 (ou > 100%):** Indica **supercompactação**. A densidade no campo superou a do laboratório porque a energia aplicada pelos equipamentos reais (rolos vibratórios pesados) foi maior que a energia do ensaio padronizado (soquete). Embora aumente a resistência, deve ser monitorada para evitar **desperdício financeiro** (excesso de horas de máquina/combustível) ou **laminação** (trincas e quebra dos grãos do solo) por excesso de golpes.

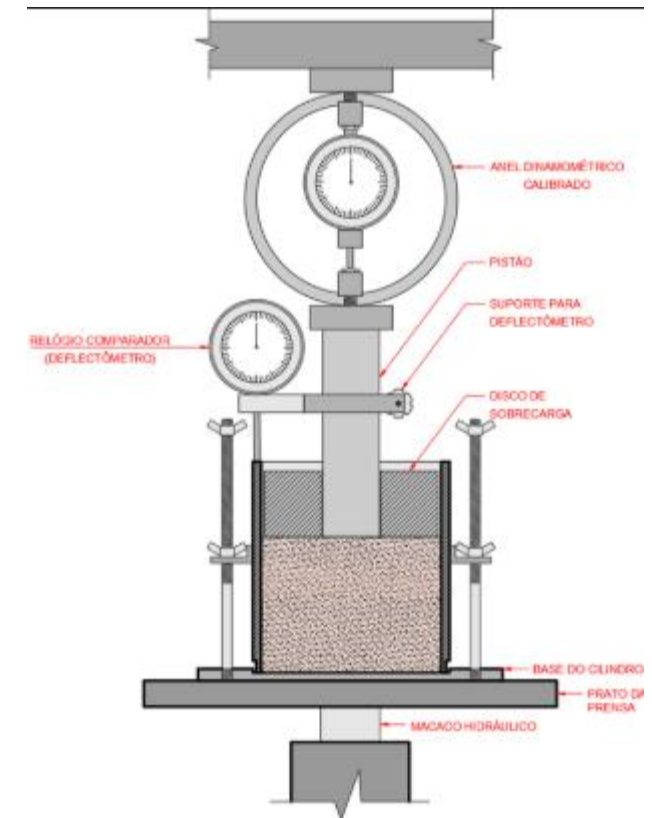
Questão 21 – FEPESE | TCE SC | 2006

Assinale a alternativa verdadeira:

- A) A umidade ótima é determinada no laboratório, para que, na execução do aterro, sempre se compacte o solo abaixo desta umidade, visando maior resistência do solo.
- B) Quanto mais fino é o solo, menor é a sua superfície específica e menor é a sua umidade ótima.
- C) Grau de compactação é a relação percentual entre a massa específica obtida no aterro executado e a massa específica obtida no laboratório, com a energia de compactação especificada.
- D) Todos os equipamentos de terraplenagem executam todo o ciclo básico de terraplenagem num tempo chamado tempo de ciclo.
- E) Por controle estatístico da compactação entende-se que a média aritmética dos graus de compactação obtidos nos ensaios não pode ser inferior ao grau de compactação especificado.

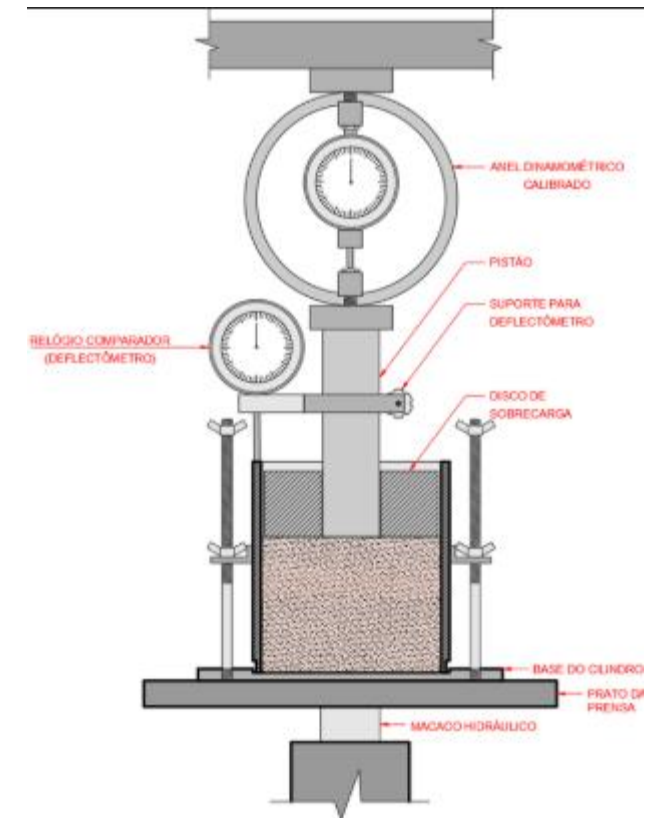
CBR é a sigla para California Bearing Ratio, traduzido no Brasil como ISC (Índice de Suporte Califórnia).

O CBR compara a resistência do seu solo com a resistência de uma brita padronizada (pedra britada de alta qualidade).



O índice é a relação percentual entre a pressão necessária para fazer um pistão penetrar no solo testado e a pressão necessária para fazer o mesmo pistão penetrar na brita padrão

$$\text{CBR} = \text{Pressão Lida No Solo} / \text{Pressão Padrão da Brita}$$



Após a compactação, o **corpo de prova é imerso em água por 96 horas (4 dias)**. O objetivo é medir a expansão vertical do solo saturado antes de testar sua resistência.

Após a imersão, o corpo de prova vai para uma prensa. Um pistão padronizado penetra o solo a uma velocidade constante de 1,27 mm/min. São registradas as pressões necessárias para fazer o pistão penetrar determinadas profundidades (especialmente 0,1 e 0,2 polegadas).

Calcula-se para penetrações de 0,1" e 0,2", adotando-se o maior dos dois valores.

O resultado é obtido pela expressão: $\text{CBR} = \text{Pressão Lida No Solo} / \text{Pressão Padrão da Brita}$

Questão 20 – FEPESE | CINCATARINA | 2024

Qual é o principal objetivo do ensaio de Índice de Suporte Califórnia (CBR) na mecânica dos solos?

- A) Avaliar a capacidade de suporte do solo em relação a um material padrão.
- B) Determinar a porcentagem de partículas finas presentes no solo.
- C) Medir a resistência ao cisalhamento do solo.
- D) Estimar a densidade máxima do solo através da compactação.
- E) Analisar a permeabilidade do solo em condições saturadas.