

## **Aula 00**

*Passo Estratégico de Obras Rodov. p/  
TCM-SP (Agente de Fiscalização -  
Engenharia Civil) - Pós-Edital*

Autor:  
**Douglas Oliveira**

06 de Março de 2020

# TERRAPLENAGEM

## Sumário

Apresentação.....	2
O que é o Passo Estratégico?.....	2
Análise Estatística.....	3
Roteiro de revisão e pontos do assunto que merecem destaque.....	3
1. Classificação dos materiais para fins de terraplenagem.....	4
2. Operações básicas de terraplenagem.....	4
3. Conceitos relacionados à variação volumétrica do solo.....	5
4. Processos de compactação e tipos de rolos.....	6
5. Equipamentos de Terraplenagem.....	8
6. Diagrama de Brückner.....	14
7. Especificações de Serviços.....	16
8. Controle da execução de aterros.....	19
9. Ensaio de Compactação.....	20
Questões estratégicas.....	21
Questionário de revisão e aperfeiçoamento.....	43
1. Perguntas.....	44
2. Perguntas com respostas.....	44
Lista de Questões Estratégicas.....	51
Gabarito.....	60
Referências Bibliográficas.....	61



## 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 Mestre em Projeto de Estruturas pela 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.

Após essa breve apresentação, terei a enorme satisfação de redigir os relatórios do Passo Estratégico para ajudá-los a alcançar a aprovação para o cargo de **Agente de Fiscalização do TCM-SP**. Vamos juntos!

## O QUE É O PASSO ESTRATÉGICO?

O Passo Estratégico é um material escrito e enxuto que possui dois objetivos principais:

- a) orientar revisões eficientes;
- b) destacar os pontos mais importantes e prováveis de serem cobrados em prova.

Assim, o Passo Estratégico pode ser utilizado tanto para **turbinar as revisões dos alunos mais adiantados nas matérias, quanto para maximizar o resultado na reta final de estudos por parte dos alunos que não conseguirão estudar todo o conteúdo do curso regular.**

Em ambas as formas de utilização, como regra, **o aluno precisa utilizar o Passo Estratégico em conjunto com um curso regular completo.**

Isso porque nossa didática é direcionada ao aluno que já possui uma base do conteúdo.

Assim, se você vai utilizar o Passo Estratégico:

- a) **como método de revisão**, você precisará de seu curso completo para realizar as leituras indicadas no próprio Passo Estratégico, em complemento ao conteúdo entregue diretamente em nossos relatórios;
- b) **como material de reta final**, você precisará de seu curso completo para buscar maiores esclarecimentos sobre alguns pontos do conteúdo que, em nosso relatório, foram eventualmente expostos utilizando uma didática mais avançada que a sua capacidade de compreensão, em razão do seu nível de conhecimento do assunto.



## Seu cantinho de estudos famoso!

Poste uma foto do seu cantinho de estudos nos stories do Instagram e nos marque:



[@passoestrategico](https://www.instagram.com/passoestrategico)

Vamos repostar sua foto no nosso perfil para que ele fique famoso entre milhares de concurseiros!

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, convém destacar os percentuais de incidência de todos os assuntos previstos no nosso curso – quanto maior o percentual de cobrança de um dado assunto, maior sua importância:

Assunto	Grau de incidência em concursos similares
	VUNESP
Terraplenagem	17%
Estudos Geotécnicos	15%
Pavimentação	21%
Drenagem	6%
Obras de Arte Especiais	6%
Ensaio Técnico de Materiais Betuminosos e Agregados	13%
SICRO	2%
Canteiro de Obras	8%
Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras	<1%
Fiscalização	10%
Conservação e Manutenção de Rodovias	2%

## ROTEIRO DE REVISÃO E PONTOS DO ASSUNTO QUE MERECEM DESTAQUE

A ideia desta seção é apresentar um roteiro para que você realize uma revisão completa do assunto e, ao mesmo tempo, destacar aspectos do conteúdo que merecem atenção.

Para revisar e ficar bem preparado no assunto, você precisa, basicamente, seguir os passos a seguir:



## 1. Classificação dos materiais para fins de terraplenagem

Para fins de terraplenagem, costuma-se classificar os materiais superficiais em função da sua maior ou menor facilidade de ser escavado. Partindo deste princípio, os materiais podem ser classificados em três categorias básicas:

a) 1ª Categoria: Compreendem os materiais **facilmente escaváveis** com equipamentos comuns (scrapers, tratores, escavadeiras, carregadeiras, etc.), qualquer que seja o teor de umidade. São caracterizados como **solos residuais ou sedimentares, rochas em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros**.

b) 2ª Categoria: Compreendem os materiais mais **resistentes ao desmonte** e que não admitem a utilização de equipamentos comuns sem a realização de **tratamentos prévios (pré-escarificação ou utilização descontínua de explosivos)**. São caracterizados por **pedras soltas, blocos de rocha de volume inferior a 2 m<sup>3</sup> e matações ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1 metro**.

c) 3ª Categoria: Compreendem os materiais que admitem **desmonte pelo emprego contínuo de explosivos ou de técnicas equivalentes de desmonte a frio**. São caracterizados por **materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada** e por **blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>**.

A necessidade de se classificar os materiais de escavação nas citadas categorias provém do simples fato de que os mais resistentes, oferecendo maior dificuldade ao desmonte, demandam emprego de um número maior de horas de equipamento ou obrigam ao seu uso de modo mais intensivo, gerando, obviamente, maiores custos de escavação.

## 2. Operações básicas de terraplenagem

Independentemente do tipo de terraplenagem adotada, as atividades envolvem quatro operações básicas:

- 1) escavação;
- 2) carga do material escavado;
- 3) transporte;
- 4) descarga e espalhamento.

Essas quatro etapas podem ser feitas utilizando um ou mais equipamentos, dependendo do tipo de material a ser escavado e do volume movimentado.

O SICRO do DNIT inclui ainda a compactação de aterros como uma das operações principais da Terraplenagem.



### 3. Conceitos relacionados à variação volumétrica do solo

O solo escavado sofre um rearranjo de forma que o seu volume passa a ser maior do que era no estado natural. Ao realizar a compactação do solo no aterro esse volume é mais uma vez modificado, uma vez que a compactação diminui os vazios do solo.

Assim sendo, um material de solo possui um volume ( $V_{corte}$ ) em seu estado natural, um volume ( $V_{solto}$ ) após a escavação e, por fim, um volume ( $V_{comp}$ ) após a compactação no aterro, de forma que, **geralmente**:

$$V_{comp} < V_{corte} < V_{solto}$$

Logo, o volume compactado tende a ser menor do que o volume cortado, e os dois são menores que o volume transportado. Contudo, isso não é uma regra. O volume no corte pode, excepcionalmente, ser menor que o volume compactado.

Já a massa de solo é a mesma para as três condições. Com isso, em termos de massa específica, a relação é o inverso da indicada para os volumes, ou seja:

$$\gamma_{solto} < \gamma_{corte} < \gamma_{comp}$$

É fácil notar isso ao perceber que o solo compactado possui menos vazios, logo sua massa específica é a maior.

Em função do aqui exposto, em projetos de terraplenagem existem alguns coeficientes que relacionam essas variações de volume:

**Fator de empolamento** – relaciona o volume no corte com o volume solto

$$\text{Fator de empolamento} = \frac{V_{corte}}{V_{solto}}$$

**Fator de contração** – é a relação do volume compactado com o volume no corte

$$\text{Fator de contração} = \frac{V_{comp}}{V_{corte}}$$

**Fator de homogeneização** – é a relação do volume no corte com o volume compactado, ou seja, é o inverso do fator de contração

$$\text{Fator de homogeneização} = \frac{V_{corte}}{V_{comp}} = \frac{1}{\text{Fator de contração}}$$

**Fator de redução** – é a relação do volume compactado com o volume solto

$$\text{Fator de redução} = \frac{V_{comp}}{V_{solto}}$$



Aqui cabe uma observação importante: Vimos o conceito de fator de empolamento, mas e quando a banca diz apenas empolamento???

Nesse caso, ela vai dar um número maior que 1 que significa o percentual de aumento do solo ao ser escavado, ou seja, o quanto por cento o volume do solo “incha” ao ser escavado. Imagine a seguinte situação: Pretende-se escavar  $100 \text{ m}^3$  de solo com fator de empolamento 0,7, qual é o volume a ser transportado?

$$V_{\text{solto}} = \frac{V_{\text{corte}}}{\text{Fator de empolamento}} = \frac{100}{0,7} = 142,86 \text{ m}^3$$

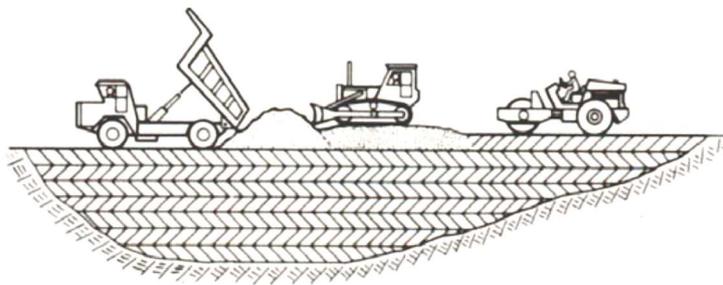
Ou seja, o volume de solo a ser transportado é 42,86% maior que o volume escavado, logo o empolamento é de 1,4286. Matematicamente o empolamento é o inverso do fator de empolamento.

$$\text{empolamento} = \frac{1}{\text{Fator de empolamento}}$$

## 4. Processos de compactação e tipos de rolos

A compactação é o procedimento que visa aumentar a compacidade de um solo através da redução de vazios por meio de esforços externos gerados por via mecânica. Em outras palavras, é a densificação do solo pela remoção de ar dos vazios, utilizando equipamentos mecânicos.

A técnica de compactação utilizada no campo consiste no lançamento de material de empréstimo e na passagem de equipamentos que transmitam energia ao solo.



*Operação de compactação*

Como vantagem da compactação dos solos, podemos citar:

aumento da resistência do solo;

aumento da capacidade de carga;

redução potencial para recalques;

controle de mudanças de volumes causados por expansão, contração ou congelamento do solo;

redução da permeabilidade do solo.



No processo de compactação, além do equipamento mecânico que fornecerá a energia, deve-se utilizar água como lubrificante das partículas de solo. No caso de solos coesivos a função da água é envolver as partículas mais finas do solo, dotando-as de coesão. Qualquer acréscimo superior ao necessário faz com que as partículas se separem. Já nos solos não coesivos (areias) a função da água é lubrificar, facilitando o entrosamento entre as partículas. Desta forma, nota-se que em ambos os casos existe um **teor de umidade ótimo** para realizar a compactação do solo.

Cada tipo de solo possui um processo de transmissão de energia que é mais eficiente na execução da compactação. Basicamente, existem quatro tipos de processos:

- i. **Por compressão** – é aplicada uma força vertical constante que provoca o deslocamento vertical do solo.
- ii. **Por amassamento** – aplicação simultânea de forças verticais e horizontais provenientes do equipamento utilizado. É o mais indicado para solos coesivos.
- iii. **Por vibração** – a aplicação das forças verticais se dá com uma frequência de repetição. É adequado para solos arenosos.
- iv. **Por impacto** – consiste na aplicação de forças verticais com repetição.
- v. **Misto** – quando ocorre a combinação de dois processos num mesmo movimento.

Os principais equipamentos empregados na compactação de solos em obras rodoviárias são os rolos compactadores. A seguir apresentaremos algumas características dos principais tipos.

- a) **Rolos pé de carneiro:** Consiste em um tambor oco no qual se inserem saliências de comprimentos de 20 a 25cm, denominadas “patas”, e que ficam em fileiras desencontradas. As patas penetram na camada solta do solo, executando a compactação do fundo para o topo. Este tipo de rolo é **indicado para solos coesivos, como argilas e siltes**, apresentando pouca eficiência para solos não coesivos (areias). O mecanismo de compactação dos rolos pé de carneiro é o amassamento.



*Rolo pé de carneiro*

- b) **Rolos de pneus:** são constituídos por uma plataforma metálica apoiada em dois eixos com pneus. O número de pneus em cada eixo é variável, com um mínimo de três, até seis ou mais, distribuídos de forma desalinhada, de forma a permitir o contato permanente das rodas com o terreno, ainda que haja irregularidades.

A compactação do solo vai depender da pressão de contato entre os pneus e o terreno. De modo geral, quanto maior for a pressão dos pneus, maior facilidade haverá na obtenção de densidades elevadas. Todavia, há uma limitação imposta pela própria resistência oferecida pela camada de solo



à ação das cargas, pois haverá o risco de ruptura, desde que pressões de contato muito elevadas sejam utilizadas.

Portanto, os rolos pneumáticos são mais indicados para compactação de camadas do pavimento que requerem maior energia de compactação, tais como as camadas de base de pavimentos.

É o tipo de rolo mais versátil, podendo ser utilizado na maioria dos solos (misturas de areia, silte e argila), com **boa eficiência em solos de granulação fina arenosa** (misturas de areia com silte ou argila). Assim como o pé de carneiro, o mecanismo de compactação dos rolos de pneus é o amassamento.



*Rolo de pneus*

- c) **Rolos lisos vibratórios:** Nos **solos não-coesivos**, isto é, que disponham de baixa percentagem de argila (**solos arenosos**), os rolos pé de carneiro mostram-se totalmente inadequados para efetuar a compactação, pois apenas conseguem revolver o terreno, sem nenhuma compactação. Para esse tipo de solo, os rolos vibratórios têm se mostrado mais eficientes. Consistem no acionamento de uma massa móvel colocada com excentricidade em relação a um eixo, provocando vibrações de certa frequência e amplitude, que se propaga pelo tambor até o terreno.



*Rolo liso vibratório.*

## 5. Equipamentos de Terraplenagem

Nas operações básicas de terraplenagem são utilizados outros equipamentos além dos rolos compactadores vistos no item anterior. Vejamos as particularidades destes outros equipamentos.

### 1) Unidades de Tração (tratores)



A unidade de tração ou trator é a máquina básica da terraplenagem, pois todos os equipamentos à disposição para executar a terraplenagem são tratores devidamente modificados ou adaptados para realizar as operações básicas da terraplenagem. Os tratores podem ser montados sobre esteiras ou pneus. Além disso, os tratores possuem certas características comuns que devem ser definidas:

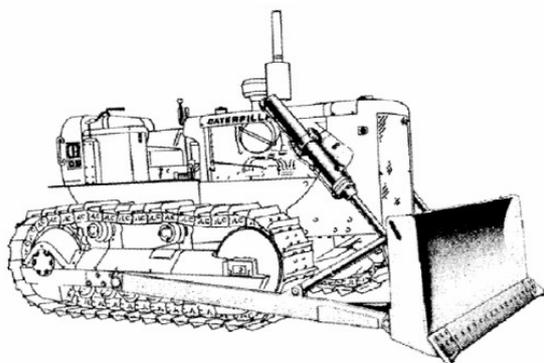
- **esforço trator:** é a força que o trator possui na barra de tração (no caso de esteiras) ou nas rodas motrizes (no caso de tratores de pneus) para executar as funções de rebocar ou de empurrar outros equipamentos ou implementos;
- **velocidade:** é a velocidade de deslocamento da máquina que depende, sobretudo, do dispositivo de montagem, sobre esteiras ou sobre rodas;
- **aderência:** é a maior ou menor capacidade do trator deslocar-se sobre os diversos terrenos ou superfícies revestidas, sem haver o patinamento da esteira (ou pneus) sobre o solo (ou revestimento) que o suporta;
- **flutuação:** é a característica que permite ao trator deslocar-se sobre terrenos de baixa capacidade de suporte, sem o afundamento excessivo da esteira, ou dos pneus, na superfície que o suporta;
- **Balanceamento:** é a qualidade que deve possuir o trator, proveniente de uma boa distribuição de massa e de um centro de gravidade a pequena altura do chão, dando-lhe boas condições de equilíbrio, sob as mais variadas condições de trabalho.

A escolha entre um trator de rodas ou de esteiras dependerá de vários fatores associados às características da obra, tais como: categoria dos materiais a ser escavados; rampas; capacidade de suporte do solo; tempo de execução; condições climáticas etc.

Por exemplo, em solos de baixa capacidade de suporte o trator de esteira é mais indicado, visto que as tensões transmitidas ao terreno serão menores. Em contrapartida, os tratores de rodas desenvolvem maior velocidade, reduzindo o tempo de ciclo e aumentando a capacidade de produção.

## 2) Unidades Escavoempurradoras

As unidades escavoempurradoras consiste em um trator com a adaptação de um implemento que o transforma numa unidade capaz de escavar e empurrar o solo. Este implemento é denominado lâmina e o equipamento passa a chamar-se trator de lâmina ou “bulldozer”.



Trator com lâmina

### 3) Unidades Escavotransportadoras

As unidades escavotransportadoras são as que escavam, carregam e transportam materiais de consistência (normalmente materiais de 1ª categoria) média a distâncias médias. São representadas por dois tipos básicos: “scraper rebocado” e “scraper automotriz” ou “moto-scraper”.

- **Scraper rebocado:**

É uma caçamba montada sobre dois eixos com pneus, normalmente tracionados por trator de esteiras. As operações por ele executadas são:

- escavação;
- carga;
- transporte;
- descarga.

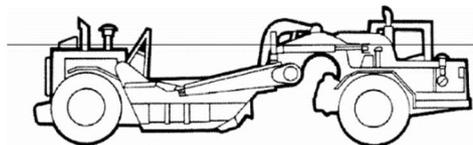


*Scraper rebocado por trator de esteiras.*

A escavação é feita através de uma lâmina de corte que entra em contato com o terreno pelo abaixamento da caçamba do “scraper”. O material escavado é empurrado para interior da caçamba do “scraper”, que, uma vez preenchida inicia-se a fase de transporte até o ponto de descarga do material.

- **Moto-scraper:**

É um scraper com um único eixo que se apoia sobre um rebocador de um ou mais eixos, através do pescoço. Este tipo de composição permite grande flexibilidade à unidade transportadora. A razão dessa montagem reside no ganho de aderência que as rodas motrizes do trator passam a ter, em consequência do aumento de peso que incide sobre elas (peso aderente).



Moto-scrapers

As operações realizadas são as mesmas dos “scrapers” rebocados por tratores, porém podendo executar as operações com mais independência e eficiência, dada a melhoria da aderência e esforço de tração.

Para solos de maior resistência, muitas vezes se faz necessário o emprego de um trator empurrador “pusher”, para facilitar a operação de enchimento da caçamba. Para solos de pouca compacidade, esse equipamento consegue a carga em tempo razoável, sem o auxílio do “pusher”.

#### 4) Unidades Escavocarregadoras

As unidades escavocarregadoras são as que escavam e carregam o material sobre um outro equipamento que o transporta até o local da descarga. As máquinas assim denominadas são representadas pelas carregadeiras e escavadeiras que, embora de construção bastante diversa, executam as mesmas operações de escavação e carga.

- Carregadeiras:

As carregadeiras são também denominadas “pás-carregadeiras” e podem ser montadas sobre esteiras ou rodas com pneus. Na terraplenagem, normalmente, utilizam-se as carregadeiras com caçamba frontal, isto é, instaladas na parte dianteira da unidade.



(a) Carregadeira de Esteiras



(b) Carregadeira de pneus

As operações envolvem a escavação (corte), enchimento da caçamba e descarga do material na unidade transportadora. Quando o volume de material a ser transportado for pequeno e destinado a curtas distâncias, esta mesma unidade pode executar as três primeiras operações básicas, ou seja, escavação, carga e transporte.

- **Escavadeiras:**

As escavadeiras são máquinas que tem como principal finalidade a escavação e, também, a carga para unidade transportadora. Existem vários tipos de escavadeiras, em função do tipo de lança, a destacar:

- Escavadeira de lança com pá frontal ou “Shovel”



*Escavadeira Shovel*

- Escavadeira de lança com caçamba de arrasto ou “drag-line”



*Escavadeira drag-line*

- Escavadeira de lança com caçamba de mandíbulas ou “clam-shell”



*Escavadeira clam-shell*

- Escavadeira de lança retroescavadeira



*Retroescavadeira*

## 5) Unidades Aplainadoras

As unidades aplainadoras são especialmente indicadas ao acabamento da terraplenagem, isto é, às operações para conformar o terreno aos greides finais do projeto. Como principais características estes equipamentos apresentam grande mobilidade da lâmina de corte e precisão de movimentos, o que possibilita seu posicionamento nas situações mais diversas.

São constituídas, basicamente, de uma unidade de tração, normalmente por rodas de pneus, e uma lâmina intermediária (lâmina de corte) que pode variar de ângulo, ajustando-se à geometria prevista. O equipamento que desenvolve essa função é denominado de motoniveladora.



*Motoniveladora*

## 6) Unidades de Transporte

As unidades transportadoras são utilizadas na terraplenagem quando as distâncias são de tal grandeza que o emprego de “motoscaper” ou “scraper” rebocado se torna antieconômico. Nessas circunstâncias deve-se lançar mão de meios mais rápidos, de baixo custo e que tenham maior produção, ainda que com emprego de número elevado de unidades. São unidades de transporte:

- Caminhão basculante comum – A bascula (caçamba) é adaptada sobre um chasis de caminhão convencional.





*Caminhão basculante comum*

- Vagões - São unidades de porte com grande capacidade, geralmente rebocados por tratores de pneus. Executam apenas as operações de transporte e descarga, sendo carregados por unidades escavocarregadoras.
- Caminhões “fora-de-estrada” - São veículos constituídos e dimensionados para os serviços pesados de construção. Por esse motivo são de grande tonelagem e com dimensões que fogem ao normal. Usualmente empregados no transporte de pedras.

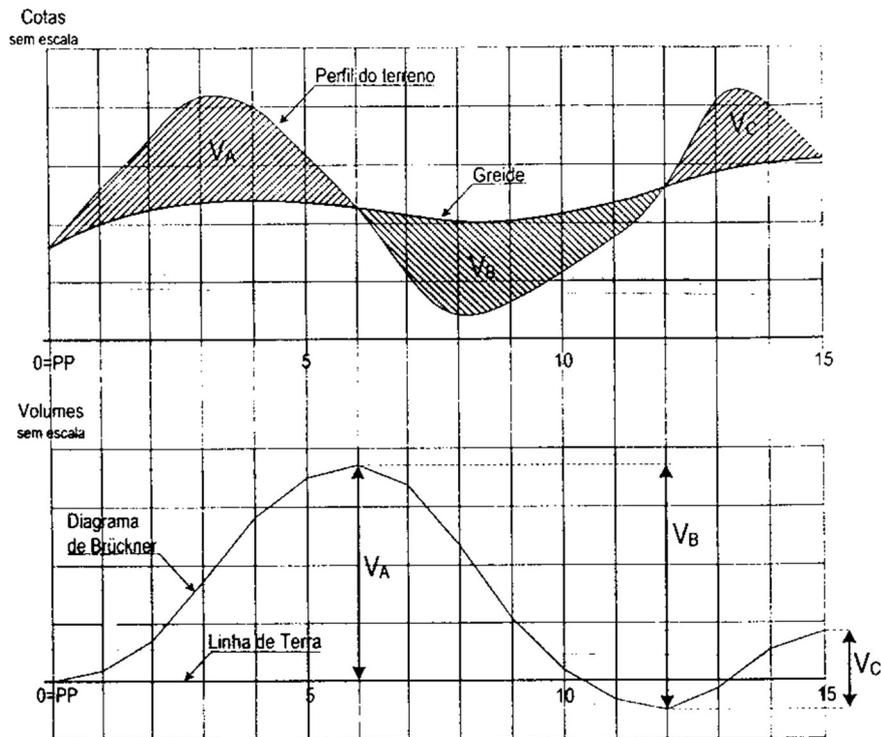


*Caminhão "fora-de-estrada".*

## 6. Diagrama de Brückner

O diagrama de Brückner, também conhecido como diagrama de massas, traz a representação dos volumes acumulados com as operações de corte e aterro ao longo da rodovia. Ele é muito útil no estudo da compensação de terras entre cortes e aterros, na programação de bota foras/empréstimos e na programação de toda a execução da terraplenagem.

A figura abaixo apresenta na parte superior o perfil do terreno e o greide projetado para a rodovia, enquanto a parte inferior mostra o correspondente diagrama de Brückner.



Analisando estes dois diagramas, observa-se que:

- Da estaca 0 até à estaca 6 o terreno natural está acima do greide da rodovia; isto significa que neste trecho existe uma operação de corte a ser efetuada, cujo volume total é  $V_A$ . Olhando agora para o diagrama de Brückner, vemos que da estaca 0 até a 6 o diagrama é ascendente, ou seja, as ordenadas são positivas, significando que há um acúmulo (ganho) de material, exatamente o que acontece na operação de corte. Além disso, o volume total acumulado neste trecho é exatamente  $V_A$ .
- A partir da estaca 6 até à estaca 12 o greide da rodovia está acima do terreno natural, o que significa que haverá um aterro neste trecho. E, de fato, é isso que observamos no diagrama de Brückner: da estaca 6 até à estaca 12 o diagrama é descendente, o que significa que estamos depositando (perdendo) material, sendo que o decréscimo total do diagrama é exatamente o volume do aterro ( $V_B$ ).
- Por fim, da estaca 12 até a 15 existe mais um corte de volume total  $V_C$ , de forma que o diagrama passa a ser novamente ascendente.

Algumas características importantes do diagrama que é preciso conhecer:

- a) Os trechos ascendentes correspondem aos cortes.
- b) Os trechos descendentes correspondem aos aterros.
- c) Um ponto de máximo significa uma mudança de um trecho de corte para aterro.
- d) Um ponto de mínimo significa uma mudança de um trecho de aterro para um corte.
- e) Um segmento de área fechada representa uma compensação entre corte e aterro.
- f) A área de um segmento fechado equivale ao momento de transporte.



- g) O diagrama de Brückner não representa o perfil da rodovia. Logo, não há nenhuma relação com a topografia.
- h) A diferença de ordenadas do diagrama equivale ao volume de terra entre dois pontos.

## 7. Especificações de Serviços

### a) Serviços Preliminares

Consiste em todas as operações de preparação das áreas destinadas à implantação da rodovia e das áreas de ocorrência de material, pela remoção de material vegetal e outros. Algumas condicionantes devem ser observadas em relação ao desmatamento:

- O [desmatamento deve ser realizado dentro dos limites de offset](#) da plataforma da rodovia, acrescido de uma faixa adicional mínima de operação.
- Nas áreas destinadas a cortes, a camada de 60 cm abaixo do greide de projeto deve ficar totalmente isenta de tocos e raízes.
- Nas áreas destinadas a aterros, de altura inferior a 2,00 m, a camada superficial do terreno natural contendo raízes e restos vegetais deve ser totalmente removida.
- Nas áreas destinadas a aterros, de altura superior a 2,00 m, o desmatamento deve ser executado de modo que o corte das árvores fique, no máximo, nivelado ao terreno natural, não havendo necessidade de destocamento.
- Para vegetação de porte reduzido, com diâmetro médio inferior a 15 cm (medido a uma altura de 1,00 m do solo), o desmatamento poderá ser realizado, exclusivamente, com tratores de esteiras. A medição desses serviços é feita de acordo com a área desmatada.
- No caso da vegetação de maior porte, de diâmetro maior que 15 cm (medido a uma altura de 1,00 m) o processo demanda o uso adicional de motosserras, e posterior destocamento. A medição é feita por unidade de árvore destocada.
- [Em terrenos inclinados, o trator deve trabalhar sempre de cima para baixo.](#)
- No caso de ocorrência de materiais com CBR. ou IS inferior a 2, é sempre preferível fazer a **substituição, na espessura de, pelo menos, 1 m, por material com CBR ou IS superior a 2.**

### b) Cortes

Algumas observações importantes acerca da execução dos cortes são:

- Em cortes de altura elevada deve ser procedida a implantação de banquetas, de largura mínima de 3 m, além de valetas revestidas e proteção vegetal.



- Se verificada a ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 40 cm, e o preenchimento desse rebaixo com material inerte.
- Se verificada a ocorrência de solos de expansão maior que 2% e baixa capacidade de suporte, deve-se promover sua remoção, com rebaixamento de 60 cm.
- Não deve ser permitida a presença de blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito.
- Desde que atendido o projeto, e técnica e economicamente viável, os volumes de solos que resultariam em bota-foras podem ser integrados aos aterros, constituindo alargamentos da plataforma.
- O controle geométrico da execução dos serviços deve ser feito, admitindo-se as seguintes tolerâncias:
  - Variação de altura máxima, para eixo e bordas:
    - Cortes em solo:  $\pm 5$  cm
    - Cortes em rocha:  $\pm 10$  cm
  - Variação máxima de largura de + 20 cm para cada semiplataforma, não se admitindo variação negativa.
- A medição dos serviços deve levar em consideração o volume de material extraído e a respectiva dificuldade de extração, medido e avaliado no corte e a distância de transporte percorrida, entre o corte e o local de deposição.

### c) Empréstimos

Os materiais de empréstimos devem ser constituídos, preferencialmente, de [materiais de 1ª e 2ª categorias](#) e atender a alguns requisitos:

- Para os cortes em tangente:
  - No caso de pequenas alturas, deve ser alargado em toda a altura, para melhorar as condições de drenagem e de visibilidade;
  - Para os de grande altura, o corte deve ser alargado criando-se banquetas e melhorando a estabilidade dos taludes.
- Para segmentos em curva:
  - O corte deve ser feito do lado interno, em toda a altura ou não, melhorando as condições de visibilidade.
- Para a execução do corpo do aterro, apresentar  $\text{CBR} \geq 2\%$  (Proctor Normal), e expansão menor ou igual a 4%.
- Para a camada final, devem possuir o melhor CBR possível, além de expansão menor ou igual a 2%.



- Nos empréstimos em alargamento de corte, na faixa entre a borda externa das caixas de empréstimos e o limite da faixa de domínio deve ser mantida sem exploração uma largura de 3,00 m, para permitir a implantação da valeta de proteção e da cerca delimitadora.
- Em caixas de empréstimos laterais, no caso de aterros construídos em greide elevado, as bordas internas das caixas de empréstimos devem localizar-se à distância mínima de 5,00 m do pé do aterro, bem como executadas com declividade longitudinal, permitindo a drenagem das águas pluviais. Além disso, nesse caso deve-se manter sem exploração uma faixa de 2,00 m entre a borda externa das caixas de empréstimos e o limite da faixa de domínio.

#### d) Aterros

Na execução dos aterros, as principais especificações na execução dos serviços são:

- As áreas devem estar devidamente desmatadas.
- As obras de arte correntes devem estar construídas.
- As marcações topográficas devem ser checadas após o desmatamento.
- As fontes ou tomadas d'água devem estar em condições de abastecer as operações de compactação.
- Os caminhos de serviço devem estar concluídos.
- Os materiais devem atender às seguintes condições:
  - Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.
  - No corpo do aterro, deve apresentar  $CBR \geq 2\%$  (Proctor Normal) e expansão menor ou igual a 4%.
  - Para a camada final, devem possuir o melhor CBR possível, além de expansão menor ou igual a 2%.
  - Em regiões em que houver a ocorrência de materiais rochosos e na falta de materiais de 1ª e 2ª categoria, admite-se o emprego de materiais de 3ª categoria (rochas), desde que devidamente especificado no projeto de engenharia.
- A execução do aterro deve seguir a seguinte sequência: descarga, espalhamento em camadas, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados para a construção do corpo do aterro e camadas finais, e eventualmente a substituição de eventuais materiais com qualidade inferior.
- O lançamento do material para a construção do aterro deve ser feito em camadas sucessivas em toda a largura da seção transversal.
- Para o corpo do aterro, a espessura de cada camada compactada não deve ultrapassar 30 cm. Para as camadas finas, essa espessura não deve ultrapassar 20 cm.



- Em relação à compactação, o aterro deve atender as seguintes recomendações:
  - Para o corpo do aterro, na umidade ótima  $\pm 3\%$ , a compactação deve ocorrer até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca pela energia de Proctor Normal;
  - Para as camadas finais, a massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca pela energia Proctor Intermediário;
  - Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com o projeto.
- No alargamento de aterros a execução deve ser feita de baixo para cima, acompanhada de degraus nos taludes. Desde que justificado em projeto, o aterro poderá também ser executado por meio de arrasamento parcial do aterro existente.
- Sempre que possível, a execução dos aterros deve preceder a das obras de arte projetadas.

## 8. Controle da execução de aterros

O atendimento às características físicas e mecânicas dos aterros compactados deve ser verificado através dos seguintes procedimentos:

	Corpo do Aterro	Camada final (60 cm)
<b>Ensaio de compactação</b>	1 Proctor <b>Normal</b> para cada <b>1000 m<sup>3</sup></b>	1 Proctor <b>Intermediário</b> para cada <b>200 m<sup>3</sup></b>
<b>Granulometria</b>	1 ensaio para todo grupo de <b>10</b> amostras submetidas ao ensaio de compactação	1 ensaio para todo grupo de <b>4</b> amostras submetidas ao ensaio de compactação
<b>Limite de Liquidez e Limite de Pasticidade</b>	1 ensaio para todo grupo de <b>10</b> amostras submetidas ao ensaio de compactação	1 ensaio para todo grupo de <b>4</b> amostras submetidas ao ensaio de compactação
<b>CBR</b>	-	1 ensaio para todo grupo de <b>4</b> amostras submetidas ao ensaio de compactação
<b>Massa específica aparente seca in situ</b>	5 ensaios a cada <b>1200 m<sup>3</sup></b> em locais aleatórios	5 ensaios a cada <b>800 m<sup>3</sup></b> em locais aleatórios

- O grau de compactação deve ser de, no mínimo, 100% tanto para o corpo do aterro quanto para as camadas finais.

Em relação ao controle geométrico, deve-se observar o seguinte:



- Variação de altura máxima, para eixo e bordas:  $\pm 4$  cm;
- Variação máxima de largura de + 30 cm para a plataforma, não se admitindo variação negativa.

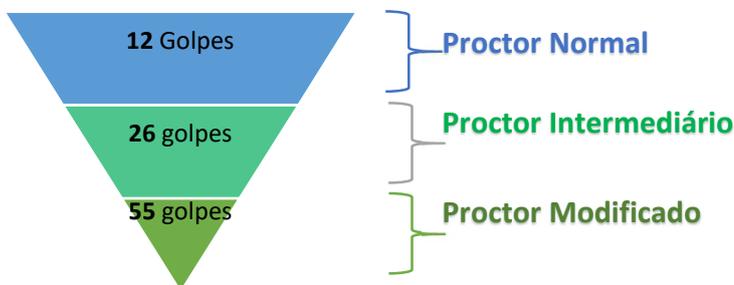
A medição dos aterros é realizada com base no volume compactado.

## 9. Ensaio de Compactação

O Ensaio Proctor busca estabelecer a correlação entre o peso específico seco do solo e o teor de umidade para uma dada energia de compactação e, com isso, traçar a curva de compactação do solo.

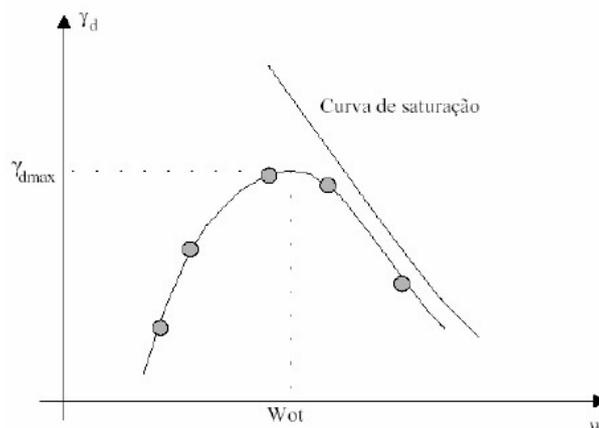
A execução do ensaio consiste na compactação de 5 camadas de solo, com 12, 26 ou 55 golpes em cada camada, utilizando um soquete de 4,5 kg caindo de 45,7 cm de altura.

A energia de compactação é classificada em função do número de golpes por camada da seguinte forma:



Quanto maior o número de golpes, maior é a energia de compactação e menor é o volume do material compactado. Logo, maior será a massa específica seca.

O ensaio é realizado para diversos teores de umidade, sendo verificada a respectiva massa específica de cada um deles. Com isso, plota-se um gráfico com os teores de umidade no eixo horizontal e a massa específica seca no eixo vertical, que é a chamada curva de compactação.

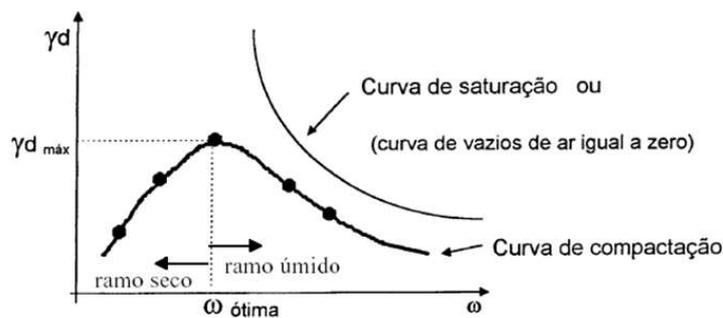


O resultado observado é que existe um teor de umidade em que a massa específica é máxima. Esse teor de umidade é chamado de umidade ótima ( $w_{ot}$ ) e é a umidade ideal para as operações de compactação no campo.

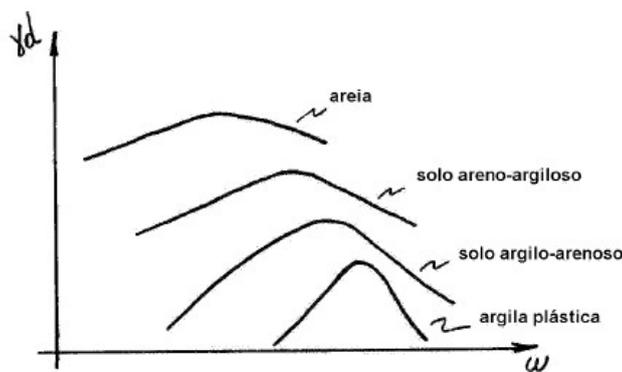


Como existe um teor de umidade em que a massa específica é máxima, significa que para teores de umidade diferentes (maiores ou menores) ter-se-á massas específicas menores. Dessa forma, existem duas situações possíveis:

- **Teor de umidade menor que a umidade ótima** – é chamado de RAMO SECO. Nesta região o atrito entre as partículas é alto, dificultando a compactação. A adição de água ajuda na lubrificação entre as partículas, aumentando a compactação enquanto a saída de ar é facilitada (próximo a  $W_{ot}$ ).
- **Teor de umidade maior que a umidade ótima** – é chamado de RAMO ÚMIDO. Nesta região a compactação não consegue mais expulsar o ar dos vazios, de forma que a maior quantidade de água resulta em redução da massa específica.



Por fim, é importante saber que cada tipo de solo possui curvas de compactação distintas. Em geral, as areias apresentam massas específicas maiores para teores de umidade menores, se comparado com os solos argilosos. Esse fato é representado na figura abaixo.



## QUESTÕES ESTRATÉGICAS

Nesta seção, apresentamos e comentamos uma amostra de questões objetivas selecionadas estrategicamente: são questões com nível de dificuldade semelhante ao que você deve esperar para a sua prova e que, em conjunto, abordam os principais pontos do assunto.

A ideia, aqui, não é que você fixe o conteúdo por meio de uma bateria extensa de questões, mas que você faça uma boa revisão global do assunto a partir de, relativamente, poucas questões.





Devido à baixa quantidade de questões da banca VUNESP para os assuntos analisados, complementaremos nosso estudo com questões da banca FCC.

1. (VUNESP/2019/SEMAE PIRACICABA/ENGENHEIRO CIVIL) Durante a construção de um trecho de estrada com 20 m de largura e 500 m de extensão verificou-se que parte do material do subleito deveria ser substituído por material melhor, por apresentar CBR inferior a 2%. O volume mínimo de material a ser substituído, em metros cúbicos, é

- a) 6.000.
- b) 8.000.
- c) 10.000.
- d) 12.000.
- e) 15.000.

### Comentários

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT:

*No caso de ocorrência de materiais com CBR. ou IS inferior a 2, é sempre preferível fazer a substituição, na espessura de, pelo menos, 1 m, por material com CBR ou IS superior a 2.*

Logo, a área deve ser substituída por material com CBR superior a 2 na profundidade de, pelo menos, 1 m.

Assim, o volume mínimo (V) a ser substituído é de:

$$V = 20 \cdot 500 \cdot 1 = 10.000 \text{ m}^3$$

Assim, o gabarito é a alternativa 'c'.

**GABARITO: C**

2. (VUNESP/2016/MPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) As distâncias de transporte dos empréstimos e bota-foras devem ser consideradas



- a) como a somatória dos percursos totais dos veículos, do ponto de extração ao ponto de depósito do material escavado.
- b) como a distância em linha reta entre os centros de gravidade de extração e o centro de gravidade de depósito.
- c) como a distância média percorrida pelos veículos de transporte de material.
- d) de centro de gravidade de extração a centro de gravidade de depósito, considerando o percurso de ida e volta.
- e) de centro de gravidade de extração a centro de gravidade de depósito, considerando apenas o percurso de ida.

### Comentários

As distâncias de transporte correspondem ao percurso em que o material é transportado. De acordo com o Manual de Implantação Básica do DNIT:

*As distâncias de transporte dos empréstimos e bota-foras devem ser, também, consideradas de **centro de gravidade de extração a centro de gravidade de depósito** e medidas no campo.*

Logo, as distâncias de transporte são consideradas de centro de gravidade a centro de gravidade, somente para o percurso de ida. Devido a isso, o gabarito é a alternativa 'e'

### GABARITO: E

3.(VUNESP/2016/Prefeitura Pres. Prudente/ENGENHEIRO CIVIL) Em uma obra de terraplenagem, será necessário escavar e transportar  $50 \text{ m}^3$  de solo para nivelamento do terreno. Após análises, foi determinado que o coeficiente de empolamento do solo é de 30%. Se a empreiteira responsável pelo serviço tiver caçambas com capacidade de  $5 \text{ m}^3$ , o número necessário de caçambas para o transporte do solo é

- a) 8.
- b) 13.
- c) 15.
- d) 17.
- e) 20.



## Comentários

O empolamento de 30% indica que para cada 1 m<sup>3</sup> escavado serão transportados 1,3 m<sup>3</sup> de material. Logo, para 50 m<sup>3</sup> de materiais, serão transportados:

$$V_{transp} = 50 \cdot 1,3 = 65 \text{ m}^3$$

Cada caminhão transporta 5 m<sup>3</sup>, logo, a quantidade de caminhão necessária é de:

$$Q_{cam} = \frac{65}{5} = 13 \text{ caminhões}$$

## GABARITO: B

4. (VUNESP/2016/Prefeitura Guarulhos/ENGENHEIRO CIVIL) Para a perenização de uma estrada vicinal, foi necessário executar um aterro entre as estacas 12 e 16, em um trecho retilíneo dessa estrada, sendo feito o levantamento topográfico necessário para o pagamento do volume executado.

Cada estaca dista 20 m da seguinte, e a tabela a seguir apresenta a área de cada uma das seções de aterro levantada na estaca correspondente.

Estacas	Áreas das seções (m <sup>2</sup> )
12	12,00
13	23,00
14	38,00
15	24,00
16	8,00

Considerando as informações do enunciado e da tabela, o volume total de aterro, medido em m<sup>3</sup>, a ser pago será de

- a) 1.050,00.
- b) 1.900,00.
- c) 2.020,00.
- d) 3.100,00.
- e) 6.200,00.

## Comentários

A área a ser considerada no cálculo entre cada seção é a área média entre cada estaca. Assim:



$$\text{Estacas 12/13} \rightarrow A_{\text{m\u00e9dia}} = \frac{12+}{2} = 17,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Estacas 13/14} \rightarrow A_{\text{m\u00e9dia}} = \frac{23+}{2} = 30,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Estacas 14/15} \rightarrow A_{\text{m\u00e9dia}} = \frac{38+24}{2} = 31,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Estacas 15/16} \rightarrow A_{\text{m\u00e9dia}} = \frac{24+8}{2} = 16,0 \text{ m}^2$$

O volume total \u00e9 dado por:

$$V_{\text{total}} = \sum A_i \cdot L_i$$

Em que  $A_i$  \u00e9 a \u00e1rea m\u00e9dia entre estacas e  $L_i$  \u00e9 o espa\u00e7amento entre estacas. Logo:

$$V_{\text{total}} = 17,5 \cdot 20 + 30,5 \cdot 20 + 31 \cdot 20 + 16 \cdot 20 = 1900 \text{ m}^3$$

**GABARITO: B**

**5.(VUNESP/2015/Prefeitura de S\u00e3o Paulo/Auditor de Controle Interno) No transporte de material de primeira categoria, para efeito de mobiliza\u00e7\u00e3o de equipamento, considera-se, para o c\u00e1lculo de volume a ser transportado, o volume do**

- a) aterro e o fator de homogeneiza\u00e7\u00e3o.
- b) corte e o fator de homogeneiza\u00e7\u00e3o.
- c) corte e o fator de empolamento.
- d) aterro e o fator de empolamento.
- e) aterro e o fator de compacta\u00e7\u00e3o.

### Coment\u00e1rios

O fator de empolamento relaciona o volume de material no corte com o volume no estado solto, que \u00e9 o volume a ser transportado, uma vez que o solo em seu estado natural apresenta maior compactidade e, conseq\u00fcentemente, menor volume.

O fator de homogeneiza\u00e7\u00e3o relaciona o volume no corte com o volume no aterro, logo n\u00e3o tem nenhuma rela\u00e7\u00e3o com o volume transportado.

Dessa forma, o c\u00e1lculo do volume transportado depende do volume de corte e do fator de empolamento.



**GABARITO: C**

6. (VUNESP/2015/Prefeitura de São Paulo/Auditor de Controle Interno) Como são quantificados os serviços preliminares de terraplenagem, que compreendem a limpeza do terreno, carga e transporte do material proveniente dessa operação a até uma distância de 5 km?

- a) Todo o serviço será medido em  $m^3$  efetivamente transportados.
- b) A limpeza será medida em  $m^2$ , e o transporte em  $m^3$  de material transportado.
- c) Todo o serviço será medido em  $m^3$  executados, medidos no local da limpeza.
- d) Todo o serviço será medido em  $m^2$  efetivamente executados.
- e) A limpeza será medida em  $m^3$ , e o transporte em  $m^3/dam$ .

#### Comentários

De acordo com o DNIT, o serviço de limpeza do terreno é medido em  $m^2$ . Logo, o gabarito é a letra 'd'

**GABARITO: D**

7. (FCC/2017/TRT 11ª Região/ANALISTA JUDICIÁRIO) No projeto de terraplenagem de uma plataforma horizontal, prevê-se a sobra de  $8.400 m^3$  de solo para utilização em outra obra.

Dados:

Cotas em metros obtidas por quadriculação do terreno de 20 em 20 metros.

Seções	Estacas			
	1	2	3	4
A	31	20	20	21
B	22	28	24	24
C	22	23	23	18

Considerando a sobra de solo prevista, a cota final para a plataforma horizontal, em metros, é de

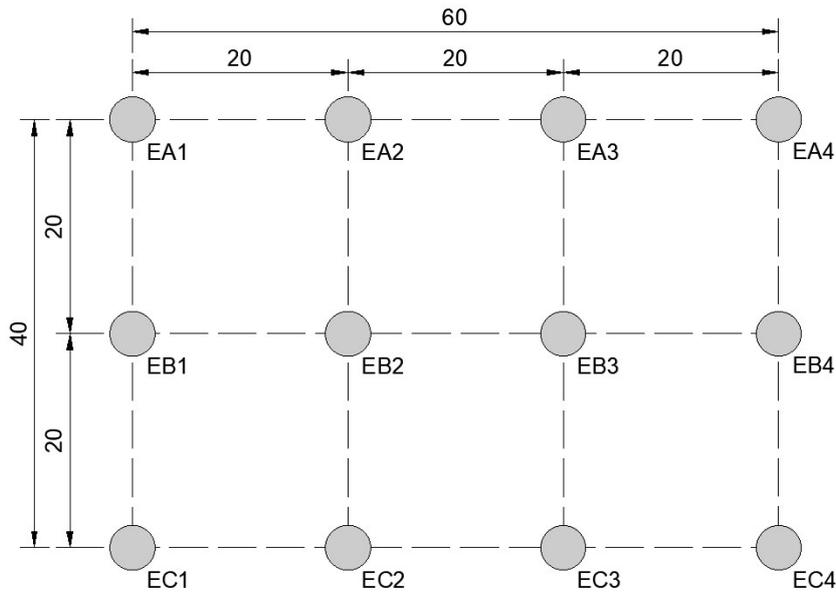
- a) 20,00.
- b) 23,50.
- c) 22,00.
- d) 18,50.



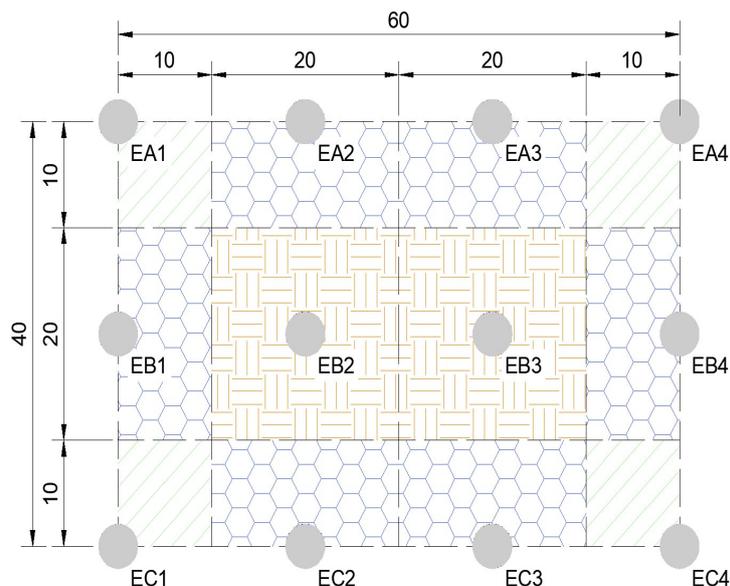
e) 24,50.

### Comentários

Inicialmente é preciso entender a divisão do terreno em função das estacas e seções. Para isto, veja a ilustração abaixo, em que a estaca EA1 corresponde à estaca 1 da seção A. As medidas de espaçamento entre as estacas estão em metros. Note que o terreno possui uma área de  $60 \times 40 \text{ m} = 2400 \text{ m}^2$ .



Contudo, para resolver a questão, é preciso delimitar uma área de influência para cada estaca em que foram aferidas as cotas. Esta área é delimitada pelas linhas médias entre uma estaca e outra (Ver figura a seguir).



Note que com essa divisão temos três áreas de influência diferentes no terreno, representadas pelas três hachuras:



- Área de influência para as estacas EA1, EA4, EC1 e EC4:  $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$ ;
- Área de influência para as estacas EA2, EA3, EB1, EB4, EC2 e EC3:  $10 \times 20 = 200 \text{ m}^2$ ;
- Área de influência para as estacas EB2 e EB3:  $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$ .

Precisamos agora encontrar a cota média do terreno delimitado por estas estacas. Como vimos, as estacas possuem áreas de influência diferentes, umas maiores e outras menores; logo, a cota média do terreno antes da terraplenagem será a média ponderada das cotas aferidas com suas respectivas áreas de influência. Assim:

$$\bar{h} = \frac{(EA1 + EA4 + EC1 + EC4) \cdot 100 + (EA2 + EA3 + EB1 + EB4 + EC2 + EC3) \cdot 200 + (EB2 + EB3) \cdot 400}{2400}$$

$$\bar{h} = \frac{(31 + 21 + 22 + 18) \cdot 100 + (20 + 20 + 22 + 24 + 23 + 23) \cdot 200 + (28 + 24) \cdot 400}{2400} = \frac{56400}{2400} = 23,5 \text{ m}$$

Assim sendo, a cota média do terreno é 23,5 m e sua área é 2400 m<sup>2</sup>. A questão pede, em outras palavras, a cota final do terreno totalmente plano após a retirada de 8400 m<sup>3</sup> de solo. Para escavar esse volume nesta área temos que atingir uma profundidade:

$$h = \frac{V}{A} = \frac{8400}{2400} = 3,5 \text{ m}$$

Logo, a cota do terreno após a escavação será a diferença entre a cota média antes da escavação e a profundidade da escavação:

$$\text{cota final} = 23,5 - 3,5 = 20 \text{ m}$$

**GABARITO: A**

8. (FCC/2016/ARSETE/ENGENHEIRO CIVIL) Na elaboração de um orçamento para a realização de obras de terraplenagem em um terreno onde será implantada uma edificação da secretaria de obras do Município de Teresina, o engenheiro verificou um excedente, no corte, igual a 5 m<sup>3</sup> de solo. Considerando que as massas específicas do solo nos estados natural e solto, são respectivamente, 1,25 ton/m<sup>3</sup> e 1,1 ton/m<sup>3</sup>, a massa total excedente, em toneladas, a ser transportada é igual a,

- a) 4,00.
- b) 6,25.
- c) 4,40.
- d) 5,50.
- e) 6,88.



## Comentários

São cinco metros cúbicos de solo no estado natural que precisam ser transportados. Ao fazer a escavação, há o empolamento do solo devido à desagregação do estado natural. O empolamento é dado por:

$$emp = \frac{V_{solto}}{V_{natural}} = \frac{\gamma_{natural}}{\gamma_{solto}} = \frac{1,25}{1,1} = 1,136$$

Assim, o volume solto a ser transportado é de:

$$V_{solto} = 5 \cdot 1,136 = 5,68 \text{ m}^3$$

Logo, a massa total será o volume multiplicado pela massa específica do solo solto:

$$m_{total} = 5,68 \cdot 1,10 = 6,25 \text{ ton}$$

## GABARITO: B

**9. (FCC/2016/METRÔ-SP/ENGENHEIRO CIVIL) O processo de movimentação de terra é desenvolvido por meio de um conjunto de operações que envolve escavações, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento executados a fim de transformar o estado natural de um terreno para uma nova configuração.**

**Assim, corte e aterro compõem o escopo de trabalho que se desenvolve, levando em conta que**

- antes dos trabalhos das máquinas pesadas, é importante que as valetas no topo dos taludes estejam concretadas e prontas.
- a camada de solo orgânico deve ser utilizada prioritariamente no início da etapa de aterros e reaterros.
- para evitar que a terra exposta provoque assoreamento de rios e córregos, contaminações e mesmo erosão, o planejamento deve concentrar os trabalhos nos meses situados entre os períodos de chuva e estiagem.
- para evitar a erosão completa, nos casos de escavação marginais aos córregos, deve-se prever lagoas de deposição de resíduos dotadas de desembocadura que levem o volume de água diretamente aos cursos d'água.
- a remoção da terra nos taludes seja feita de baixo para cima até o último patamar, sendo que a porção escavada deve ser revestida com material de escavação novo, para que não se evidencie a erosão do solo.

## Comentários

Analisando cada uma das alternativas:



- a) A assertiva está correta, uma vez que antes do trabalho das máquinas pesadas é importante que as valetas no topo dos taludes estejam concretadas e prontas. Elas impedem que, em caso de chuva, a água desça em enxurrada pelo corte. A remoção da terra é feita de cima para baixo até o primeiro patamar (banqueta), depois a porção escavada é revestida com vegetação (grama) para impedir a erosão do solo.
- b) Não se deve utilizar solos orgânicos em nenhuma etapa do aterro e reaterro.
- c) Para evitar este problema os trabalhos devem concentrar-se nos períodos secos, sem ocorrência de chuvas.
- d) Não se deve permitir que os resíduos de uma escavação atinjam um curso de água.
- e) A remoção de terra nos taludes deve ser feita de cima para baixo.

#### GABARITO: A

**10. (FCC/2016/SEMAM/ANALISTA AMBIENTAL) Nos trabalhos de terraplenagem de uma gleba optou-se por utilizar uma escavadeira com raio de giro mínimo – MSRX (Minimal Swing Radius Excavator) projetada para operação em espaços**

- a) amplos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 50% da largura do material rodante.
- b) amplos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 20% da largura do material rodante.
- c) reduzidos, que possui uma estrutura inferior com um raio de giro mais longo e com seu equipamento e acessório girando dentro de 25% da largura do material rodante.
- d) reduzidos, que possui uma estrutura inferior com um raio de giro mais longo e com seu equipamento e acessório girando dentro de 10% da largura do material rodante.
- e) reduzidos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 120% da largura do material rodante.

#### Comentários

A escavadeira com raio de giro mínimo, ou MSRX, é um tipo de escavadeira indicada para espaços reduzidos, justamente por ocupar um espaço menor em função do seu raio de giro. Veja na figura abaixo este tipo de escavadeira operando.





A definição deste tipo de escavadeira está na NBR ISSO 6165:2015 – Máquinas rodoviárias – Tipos básicos, que a define como:

*Escavadeira projetada para espaços reduzidos, que possui estrutura superior, com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 120% da largura do material rodante.*

#### GABARITO: E

**11. (FCC/2016/SEMAM/ANALISTA AMBIENTAL) Considerando os trabalhos rodoviários de terraplenagem, uma retroescavadeira pode ser utilizada para**

- a) produzir uma vala em operação contínua pelo movimento da máquina.
- b) compactar materiais com uma placa de compactação, para trabalhos de demolição por gancho ou esfera e para manuseio de materiais com equipamento e acessório especiais.
- c) conduzir equipamento de carregamento montado na dianteira e equipamento de retroescavação montado na traseira (normalmente com estabilizadores).
- d) transportar e descarregar ou espalhar material aonde o carregamento é realizado por meios externos.
- e) cortar, carregar, transportar, descarregar e espalhar materiais pelo movimento avante da máquina.

#### Comentários

Em uma definição simplificada, a retroescavadeira é um trator sobre rodas implementado com uma lança com concha do tipo “shovel” em um lado e uma concha carregadeira do outro. É bastante utilizada em construções urbanas e rurais em operações como abertura de valas.





Vejamos as alternativas:

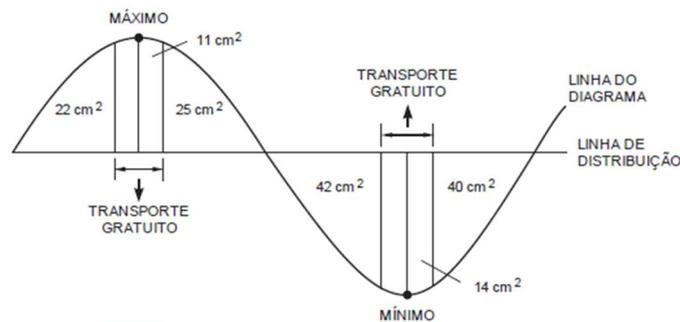
- a) O equipamento que realiza essa operação é a valetedeira. É um equipamento relativamente novo, capaz de realizar a escavação, elevação e descarregamento, abrindo valas na largura e profundidade exata do projeto. Uma das suas vantagens em relação às escavadeiras é a maior produtividade.



- b) A retroescavadeira não é utilizada para esta finalidade.  
c) Essa é uma característica da retroescavadeira, como vimos anteriormente.  
d) Os equipamentos que realizam essa função são os transportadores, como os caminhões basculantes comum e fora de estrada.  
e) Essa é uma característica dos escavotransportadores, como o scraper rebocado e o moto-scraper.

**GABARITO: C**

12. (FCC/2015/CNMP/ANALISTA) Considere o diagrama de massas abaixo:



Dados:

– escala horizontal 1 cm = 20 m



– escala vertical 1 cm = 100 m<sup>3</sup>

– custo do transporte do metro cúbico à distância de um decâmetro = R\$ 5,00

O custo de transporte para o trecho total do diagrama é, em reais,

- a) 129.000,00.
- b) 154.000,00.
- c) 77.000,00.
- d) 64.500,00.
- e) 32.250,00.

### Comentários

No diagrama de massas os trechos ascendentes representam os cortes, enquanto os trechos descendentes representam os aterros. Dessa forma, analisando o diagrama do enunciado, verifica-se que há  $22 + 40 = 62$  cm<sup>2</sup> de corte e  $25 + 42 = 67$  cm<sup>2</sup> de aterro, totalizando 129 cm<sup>2</sup> de material que precisa ser transportado.

Sabemos que a área de um segmento fechado do diagrama de massas representa a distância média de transporte (DMT). Contudo, há uma distorção na escala do diagrama, de forma que:

$$1 \text{ cm}^2 = 20 \text{ m} \cdot 100 \text{ m}^3 = 2000 \text{ m}^4 = 2 \text{ km} \cdot \text{m}^3 = 200 \text{ decâmetros} \cdot \text{m}^3$$

Dessa forma, se 1 cm<sup>2</sup> representa 200 decâmetros.m<sup>3</sup>, 129 cm<sup>2</sup> representam:

$$129 \cdot 200 = 25.800 \text{ decâmetros} \cdot \text{m}^3$$

Como o custo de transporte de 1 metro cúbico à distância de um decâmetro é de R\$ 5,00, e temos 25.800 decâmetros.m<sup>3</sup> para transportar:

$$25800 \cdot 5 = \text{R\$ } 129.000,00$$

**GABARITO: A**

13. (FCC/2015/DPE-RR/ENGENHEIRO CIVIL) Se em um projeto de terraplenagem, a porcentagem de empolamento adotada for 60%, a relação entre o volume de material no corte pelo volume de material solto é:

- a) 0,375.
- b) 1,625.
- c) 0,714.
- d) 0,625.
- e) 1,714.



## Comentários

Dizer que a porcentagem de empolamento é de 60% é o mesmo que dizer que para cada 1 m<sup>3</sup> de material no corte, ter-se-á 1,60 m<sup>3</sup> de material solto para ser transportado. Dito isto, a relação entre o volume no corte e o de material solto é:

$$\frac{1 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m}^3} = 0,625$$

## GABARITO: D

14. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Em terraplenagem, a definição dos equipamentos a serem utilizados depende dos materiais que se pretende movimentar. Os materiais denominados de 1ª categoria consistem em:

- rochas fragmentadas cuja extração depende de ripper.
- solos e todos os materiais que podem ser escavados por tratores escavo-transportadores de pneus.
- solos cuja extração depende de escarificador.
- materiais que dependem de desmonte prévio com escarificador e emprego descontínuo de explosivos de baixa potência.
- rochas sãs, incluindo os matacões maciços.

## Comentários

A questão aborda a classificação dos materiais para fins de terraplenagem. Neste sentido, o DNIT os classifica da seguinte forma:

- 1ª Categoria:** Compreendem os materiais facilmente escaváveis com equipamentos comuns (scrapers, tratores, escavadeiras, carregadeiras, etc.), qualquer que seja o teor de umidade. São caracterizados como solos residuais ou sedimentares, rochas em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros.
- 2ª Categoria:** Compreendem os materiais mais resistentes ao desmonte e que não admitem a utilização de equipamentos comuns sem a realização de tratamentos prévios (pré-escarificação ou utilização descontínua de explosivos). São caracterizados por pedras soltas, blocos de rocha de volume inferior a 2 m<sup>3</sup> e matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1 metro.
- 3ª Categoria:** Compreendem os materiais que admitem desmonte pelo emprego contínuo de explosivos ou de técnicas equivalentes de desmonte a frio. São caracterizados por materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e por blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>.



Essa classificação é importante porque quanto mais resistente à escavação for o material, maior a quantidade de horas de equipamentos e maior o custo de escavação.

Portanto, analisando as assertivas, conclui-se que as alternativas 'a', 'c' e 'd' tratam de materiais de 2ª categoria, pois necessitam do emprego de escarificador (ou ripper) e/ou explosivos para a escavação. Já a alternativa 'e' apresenta um material de 3ª categoria, escavado, geralmente, com uso de explosivos. Por fim, a alternativa 'b' apresenta um material de 1ª categoria, cuja escavação pode ser realizada com tratores de pneus. Assim sendo, o gabarito é a alternativa 'b'.

#### **GABARITO: B**

**15. (FCC/2013/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) O processo de movimentação de terra, conhecido como terraplenagem, é constituído por algumas operações básicas que ocorrem em sequência ou de forma simultânea. NÃO é fase integrante da movimentação de terra a**

- a) escavação.
- b) limpeza do terreno.
- c) carga do material escavado.
- d) remoção com transporte.
- e) descarga com espalhamento.

#### **Comentários**

As quatro operações básicas de terraplenagem são:

- i. escavação;
- ii. carga do material escavado;
- iii. transporte;
- iv. descarga e espalhamento.

Logo, a limpeza do terreno não faz parte das operações básicas de terraplenagem. Ela é uma atividade preliminar que antecede o processo de escavação.

#### **GABARITO: B**

**16. (FCC/2013/ALERN/ANALISTA LEGISLATIVO) Nas investigações geotécnicas para a elaboração de um projeto de implantação de uma edificação, foi identificada a ocorrência de material de 3ª categoria. Nesta região, será executado, segundo projeto de terraplenagem, um corte acarretando necessidade de remoção de material. Esta remoção deverá ser executada, preferencialmente, com o uso de**



- a) retroescavadeira.
- b) escarificador ou ripper.
- c) trator esteira.
- d) explosivos.
- e) scraper rebocado.

## Comentários

Analisando cada assertiva:

- a) retroescavadeira: geralmente é empregada na escavação de material de 1ª e de 2ª categorias, em que a remoção é mais fácil.
- b) escarificador ou ripper: É utilizado principalmente na escavação de materiais de 2ª categoria, compostos de rochas em avançado estado de decomposição.
- c) trator esteira: assim como a retroescavadeira, é mais empregado na escavação de materiais de 1ª e 2ª categorias.
- d) explosivos: a remoção de materiais de 3ª categoria se dá com emprego contínuo de explosivos, logo é esta a alternativa correta.
- e) scraper rebocado: é mais um equipamento utilizado na escavação de material de 1ª e 2ª categorias.

Note que não significa dizer que cada equipamento somente é utilizado na escavação de um tipo específico de material, mas eles podem ser utilizados em conjunto. Por exemplo, na escavação de material de 2ª categoria pode ser utilizado o escarificador em conjunto com explosivos. Mas no caso de materiais de 3ª categoria, certamente haverá o uso contínuo de explosivos, por isso a alternativa 'd' é o gabarito.

## GABARITO: D

**17. (FCC/2013/CEF/ENGENHEIRO CIVIL) Quando da execução de aterros compactados, deve-se levar em consideração a diversidade de equipamentos disponíveis e, principalmente, o tipo de solo a ser trabalhado. Assim, a cada tipo de solo deve corresponder um equipamento adequado e eficiente. Para a compactação de um solo argiloso, a especificação mais adequada de equipamento é o rolo**

- a) liso estático.
- b) liso vibratório.
- c) pé de carneiro estático.
- d) de grade.
- e) de placas.

## Comentários

Vamos ver o que o manual de implantação básica do DNIT diz sobre cada tipo de rolo:



- a) Os rolos lisos estáticos são de pouca aplicação em terraplenagem. O efeito de compactação é dado de cima para baixo, provocando, em certos casos, o aparecimento de uma camada superficial compactada deixando a parte mais profunda parcialmente solta. Quando utilizados, são recomendados para materiais granulares.
- b) Segundo o DNIT, é um rolo de alta eficiência na compactação de todo tipo de solo. Contudo, são mais recomendados para materiais arenosos e pedregulhos.
- c) Os rolos pé de carneiro são mais eficientes em solos argilosos e siltosos, em que é necessário aplicar altas pressões para vencer a coesão do solo.
- d) Rolos de grade são indicados para materiais granulares ou em blocos.
- e) Compactadores em placas são eficientes em materiais granulares.

Dessa forma, para materiais argilosos, o mais indicado é o rolo pé de carneiro estático.

### GABARITO: C

**18. (FCC/2013/TRT-12ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) A compactação é o processo de aumento da resistência do solo pela redução do índice de vazios. Em campo, alguns fatores influem no processo, como o teor de umidade do solo, que deve estar próximo ao teor de umidade ótima obtido em laboratório, e a energia de compactação. A determinação da energia aplicada independe**

- a) da velocidade do rolo compactador.
- b) da pressão estática aplicada pelo equipamento.
- c) do número de passadas do equipamento.
- d) do espalhamento do solo.
- e) da espessura da camada compactada.

### Comentários

O processo de compactação de solos é influenciado por diversos fatores. Os de maior influência são:

- Umidade do solo;
- Número e **espessura das camadas**;
- Energia de compactação;
- Tipo de equipamento utilizado.

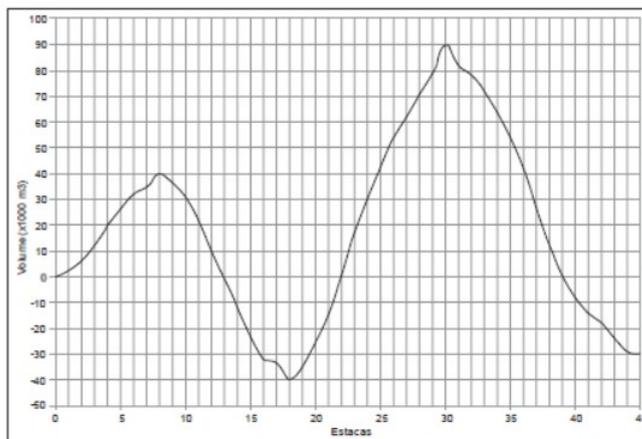
Sobre a energia de compactação, ela depende da **pressão aplicada**, do número e espessura das camadas, da **velocidade de aplicação**, e **número de passadas** do equipamento, entre outros.

Visto isto, o único item que não influencia na energia aplicada é o espalhamento do solo.

### GABARITO: D



19. (FCC/2013/TRT-12ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Considere o diagrama de Brückner, abaixo, que representa o projeto de terraplenagem de um segmento de 900 m (45 estacas).



Considere também, as assertivas acerca deste projeto:

- I. O volume do maior corte é igual a 130.000 m<sup>3</sup>.
- II. Na estaca 13 localiza-se um ponto de passagem, entre um corte e um aterro.
- III. O valor do menor aterro é igual a 80.000 m<sup>3</sup>.
- IV. Na estaca 30 localiza-se o ponto mais alto do corte.

Está correto o que consta em

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

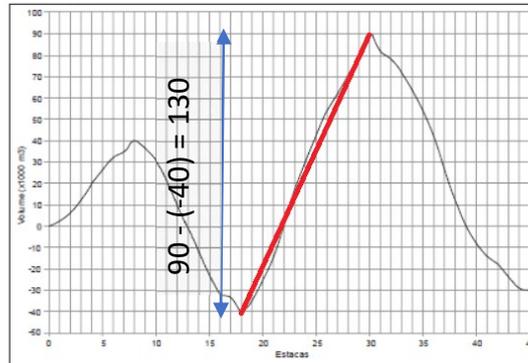
### Comentários

O digrama de Brückner traz no eixo horizontal o estaqueamento da rodovia e no eixo vertical o volume acumulado de cortes (convencionalmente positivos: ganha-se material) e de aterros (convencionalmente negativos: deposita-se material).

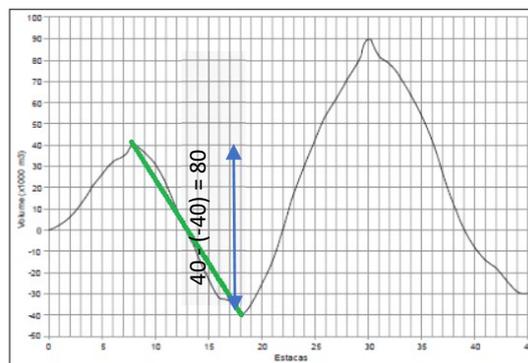
Os trechos ascendentes do diagrama correspondem aos cortes, ou seções mistas com predominância de corte, enquanto os trechos descendentes são os aterros, ou seções mistas com predominância de aterros. Dessa forma, ao atingir um ponto de máximo, ocorre a passagem de um corte para um aterro: Deixa-se de acumular (“ganhar”) material e passa-se a depositá-lo (“perder”). Já ao atingir um ponto de mínimo, ocorre a passagem de um trecho de aterro para um corte: deixa-se de depositar (“perder”) material e passa-se a acumulá-lo (“ganhar”). Dito isto, vejamos o que afirma cada assertiva:



- I. **O volume do maior corte é igual a 130.000 m<sup>3</sup>:** O maior corte corresponde ao maior trecho ascendente, indicado pela linha vermelha na figura abaixo, que vai da estaca 18 até à estaca 30. Nesta região temos que a diferença de ordenadas é de 130, totalizando, assim, um volume de corte de 130.000 m<sup>3</sup>.



- II. **Na estaca 13 localiza-se um ponto de passagem, entre um corte e um aterro:** A passagem de corte para aterro ocorre nos pontos de máximo, como nas estacas 8 e 30. A estaca 13 está em uma região em que ocorre somente aterro.
- III. **O valor do menor aterro é igual a 80.000 m<sup>3</sup>:** o menor aterro está localizado entre as estacas 8 e 18 (linha verde da figura abaixo) e possui um volume total de 80.000 m<sup>3</sup>, que é a diferença de ordenadas do diagrama.



- IV. **Na estaca 30 localiza-se o ponto mais alto do corte:** A estaca 30 corresponde a um ponto de máximo, ou seja, à passagem de um corte para um aterro. Não há, apenas com o diagrama, como afirmar que esse é o ponto mais alto do corte.

## GABARITO: B

### 20. (FCC/2008/TRF-5ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Na compactação de solos,

- exige-se uma mistura de 5% de argila, 70% de silte, 15% de areia e 10% de água, devidamente misturados com trator de lâmina e compactados com rolo.
- durante a execução de uma plataforma, o solo deve ser espalhado em camadas de, no máximo, 40 cm, compactadas logo em seguida, mantida a umidade mínima possível.



- c) exige-se uma mistura de 10% de argila, 60% de silte, 25% de areia e 5% de água, devidamente misturados com trator de lâmina e compactados com rolo.
- d) durante a execução de uma plataforma, o solo deve ser espalhado em camadas de, no máximo, 20 cm, compactadas logo em seguida, mantida a umidade ótima de trabalho.
- e) o compactador pé-de-carneiro só deve ser utilizado nas últimas camadas da plataforma, em espessura ideal de 50 cm de solo solto, sobre um aterro de, pelo menos, 3 m.

### Comentários

As alternativas 'a' e 'c' apresentam um percentual de mistura que seria obrigatório para todas as operações de compactação. Contudo, não existe essa obrigação, de forma que as assertivas estão incorretas. A alternativa 'b', além de apresentar uma espessura de camada exagerada, diz que se deve manter o solo com a umidade mínima possível, o que não é verdade. A umidade deve ser a ótima. Analogamente a alternativa 'b', a alternativa 'e' apresenta uma espessura exagerada para as camadas de aterro.

Em relação à espessura das camadas de aterro, é importante que você leve para a sua prova o seguinte: **Para o corpo dos aterros, a espessura de cada camada compactada não deve ultrapassar 30cm. Para as camadas finais, essa espessura não deve ultrapassar 20 cm.**

Visto isso, a alternativa correta é a letra 'd'.

### GABARITO: D

**21. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) Atenção: Considere o texto abaixo para responder a questão.**

**Na execução de serviços de terraplenagem, diferenciam-se quatro operações básicas denominadas ciclo de operação, que podem ocorrer de maneiras simultâneas ou seqüenciais.**

São elas:

- escavação ou corte
- carga do material escavado (ou carga da caçamba)
- transporte
- descarga e espalhamento

**A terraplenagem normalmente é remunerada por m<sup>3</sup> de terra medido no corte, considerando alguns fatores que envolvem o tempo de ciclo efetivo e o volume de terra efetivamente transportados.**

**Assim sendo, é INCORRETO afirmar que**



- a) importante estudar os tempos de parada que normalmente ocorrem durante o percurso.
- b) a produção do equipamento (volume escavado, transportado e descarregado na unidade de tempo) também é importante.
- c) o fator de empolamento contribui desfavoravelmente no custo do processo.
- d) o fator de rendimento ou de eficiência é geralmente superior a unidade.
- e) as condições meteorológicas afetam o fator de rendimento ou de eficiência.

## Comentários

Analisando cada uma das assertivas:

- a) Para a obtenção dos tempos de ciclo de cada equipamento é de suma importância o estudo dos tempos de parada que ocorrem durante o percurso. Logo, assertiva correta.
- b) Isso mesmo. O volume de terra transportado é diretamente influenciado pela produção do equipamento.
- c) O fator de empolamento relaciona o volume natural com o volume solto, sendo que o volume solto é maior que o volume natural. Logo, o volume transportado é maior que o efetivamente escavado. Assim sendo, podemos concluir que o fator de empolamento contribui desfavoravelmente no custo do processo, uma vez que é transportado um maior volume do que o escavado.
- d) Nunca o rendimento ou a eficiência de uma máquina será superior a 100%. Ou seja, maior do que a unidade. Logo, essa é a assertiva incorreta.
- e) A eficiência ou rendimento de uma equipe de terraplenagem está diretamente relacionada às condições meteorológicas. Chuvas impedem a operação normal das máquinas e alteram a umidade do solo.

## GABARITO: D

22. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) Atenção: Para responder a questão, considere os dados abaixo.

$V_{comp}$ : volume compactado de um aterro =  $100 \text{ m}^3$

$V_s$ : volume solto

$V_c$ : volume no corte ou natural =  $V_n$

$\phi_1$ : fator de empolamento = 0,80

$\phi_2$ : fator de redução = 0,90

Capacidade de cada caminhão =  $5,0 \text{ m}^3$

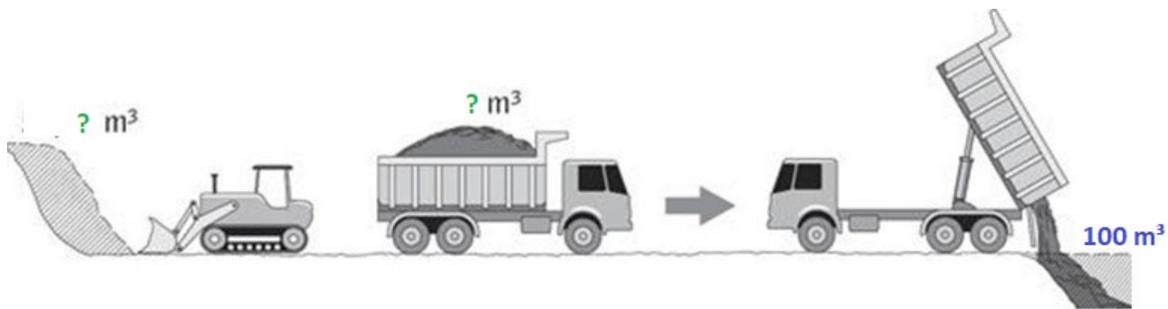
O volume de terra natural necessário para aterrar o terreno é, em  $\text{m}^3$ , de aproximadamente:



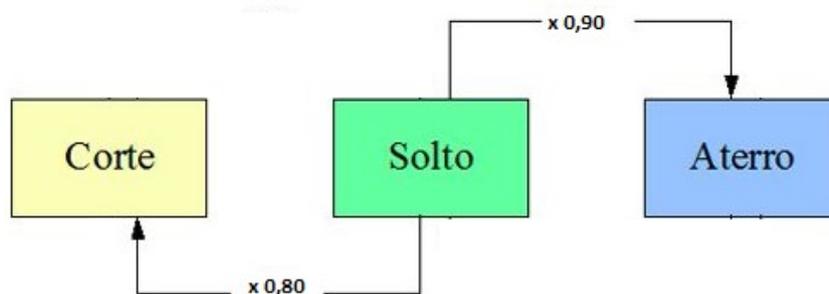
- a) 89.
- b) 125.
- c) 111.
- d) 139.
- e) 80.

### Comentários

De acordo com as informações dadas no enunciado, o volume compactado do aterro é de  $100 \text{ m}^3$ . Não foi dado o volume solto (transportado), nem o volume no corte (natural). Esquematizamos essa primeira informação na figura abaixo.



Contudo, o enunciado nos dá o fator de empolamento e o fator de redução. O fator de empolamento relaciona o volume natural (no corte) com o volume transportado (solto). Já o fator de redução relaciona o volume compactado (aterro) com o volume transportado (solto). Assim sendo, a próxima figura e equações resumem estas relações.



$$V_{comp} = 0,90 \cdot V_s \quad \rightarrow \quad V_s = 1,11 \cdot V_{comp}$$

$$V_c = 0,80 \cdot V_s \quad \rightarrow \quad V_s = 1,25 \cdot V_c$$

Isso significa que cada  $1 \text{ m}^3$  de solo transportado, corresponde a  $0,8 \text{ m}^3$  de solo escavado (corte) e a  $0,9 \text{ m}^3$  de solo compactado no aterro. Dessa forma, se o volume total de aterro compactado é de  $100 \text{ m}^3$ , significa que o volume transportado é de:

$$V_s = 1,11 \cdot V_{comp} = 1,11 \cdot 100 = 111 \text{ m}^3$$

E o volume escavado:

$$V_c = 0,80 \cdot V_s = 0,80 \cdot 111 = 88,8 \text{ m}^3 \approx 89 \text{ m}^3$$

É interessante observar também que, além destes dois fatores, existe também o fator de contração, que relaciona o volume no aterro com o volume no corte.

**GABARITO: A**

## QUESTIONÁRIO DE REVISÃO E APERFEIÇOAMENTO

*A ideia do questionário é elevar o nível da sua compreensão no assunto e, ao mesmo tempo, proporcionar uma outra forma de revisão de pontos importantes do conteúdo, a partir de perguntas que exigem respostas subjetivas.*

*São questões um pouco mais desafiadoras, porque a redação de seu enunciado não ajuda na sua resolução, como ocorre nas clássicas questões objetivas.*

*O objetivo é que você realize uma autoexplicação mental de alguns pontos do conteúdo, para consolidar melhor o que aprendeu ;)*

*Além disso, as questões objetivas, em regra, abordam pontos isolados de um dado assunto. Assim, ao resolver várias questões objetivas, o candidato acaba memorizando pontos isolados do conteúdo, mas muitas vezes acaba não entendendo como esses pontos se conectam.*

*Assim, no questionário, buscaremos trazer também situações que ajudem você a conectar melhor os diversos pontos do conteúdo, na medida do possível.*

*É importante frisar que não estamos adentrando em um nível de profundidade maior que o exigido na sua prova, mas apenas permitindo que você compreenda melhor o assunto de modo a facilitar a resolução de questões objetivas típicas de concursos, ok?*

*Nosso compromisso é proporcionar a você uma revisão de alto nível!*

*Vamos ao nosso questionário:*



## 1. Perguntas

1. Quais são as operações básicas e os equipamentos utilizados na terraplenagem?
2. Quais são os processos de compactação dos solos e como ela é realizada no campo?
3. Qual é a diferença entre fator de empolamento e fator de contração?
4. Em qual situação é possível deixar de fazer o destocamento de árvores no desmatamento de uma área que será aterrada?
5. Qual é a diferença entre ensaios de Proctor Normal, Intermediário e Modificado?
6. Quantos ensaios de compactação devem ser realizados no corpo de um aterro e na sua camada final?
7. Quais são as características importantes para entender um diagrama de Brückner?
8. Qual é o trator mais indicado para operar a grandes distâncias?
9. Qual é o trator mais indicado para terrenos “moles”?
10. Qual é o rolo compactador mais indicado para material argiloso?
11. Qual é a diferença entre um motoscaper e um scraper-rebocado?
12. Qual é o equipamento responsável por dar o acabamento na etapa de terraplenagem?
13. Qual é o tipo de solo que, em geral, apresenta menor teor de umidade ótima?
14. Como um trator deve trabalhar em terrenos inclinados?
15. Se em um projeto de terraplenagem, a porcentagem de empolamento adotada for 60%, a relação entre o volume de material no corte pelo volume de material solto é?
16. Quais são os fatores que influenciam o processo de compactação de um solo em campo?

## 2. Perguntas com respostas

1. Quais são as operações básicas e os equipamentos utilizados na terraplenagem?

As quatro operações básicas da terraplenagem são:

- i. escavação;
- ii. carga do material escavado;
- iii. transporte;



iv. descarga e espalhamento.

Alguns autores incluem ainda a compactação como uma operação básica. Para a realização destas atividades são utilizados diversos equipamentos, individualmente ou em conjunto. Os principais tipos são:

- Unidades de tração: trator de rodas ou de esteiras;
- Unidades escavoempurradoras: trator de lâmina ou “bulldozer”;
- Unidades escavotransportadoras: scraper rebocado e motoscraper;
- Unidades escavocarregadoras: carregadeiras e escavadeiras;
- Unidades aplainadoras: motoniveladora;
- Unidades de transporte: caminhão basculante comum; vagões; e caminhões fora-de-estrada.

## 2. Quais são os processos de compactação dos solos e como ela é realizada no campo?

A compactação é o processo de redução dos vazios do solo através da expulsão do ar presente nos interstícios da matriz. Essa expulsão ocorre através da aplicação de energia mecânica que promove a agregação e densificação do solo.

No processo de compactação, além do equipamento mecânico que fornecerá a energia, deve-se utilizar água como lubrificante das partículas de solo. No caso de solos coesivos a função da água é envolver as partículas mais finas do solo, dotando-as de coesão. Qualquer acréscimo superior ao necessário faz com que as partículas se separem. Já nos solos não coesivos (areias) a função da água é lubrificar, facilitando o entrosamento entre as partículas.

Cada tipo de solo possui um processo de transmissão de energia que é mais eficiente na execução da compactação. Basicamente existem quatro tipos de processos:

- Por compressão** – é aplicada uma força vertical constante que provoca o deslocamento vertical do solo.
- Por amassamento** – aplicação simultânea de forças verticais e horizontais provenientes do equipamento utilizado. É o mais indicado para solos coesivos.
- Por vibração** – a aplicação das forças verticais se dá com uma frequência de repetição. É adequado para solos arenosos.
- Por impacto** – consiste na aplicação de forças verticais com repetição.
- Misto** – quando ocorre a combinação de dois processos num mesmo movimento.

Em obras rodoviárias, a compactação geralmente ocorre com a utilização de rolos compactadores, os principais tipos são:

- Rolos pé de carneiro:** Consiste de um tambor oco no qual se inserem saliências de comprimentos de 20 a 25cm, denominadas “patas”, e que ficam em fileiras desencontradas. As patas penetram na



camada solta do solo, executando a compactação do fundo para o topo. Este tipo de rolo **é indicado para solos coesivos, como argilas e siltes**, apresentando pouco eficiência para solos não coesivos (areias). O mecanismo de compactação dos rolos pé de carneiro é o amassamento.

- b) **Rolos de pneus:** são constituídos por uma plataforma metálica apoiada em dois eixos com pneumáticos. O número de pneumáticos em cada eixo é variável, com um mínimo de três, até seis ou mais, distribuídos de forma desalinhada, de forma a permitir o contato permanente das rodas com o terreno, ainda que haja irregularidades. É o tipo de rolo mais versátil, podendo ser utilizado na maioria dos solos (misturas de areia, silte e argila), com **boa eficiência em solos de granulação fina arenosa** (misturas de areia com silte ou argila). Assim como o pé de carneiro, o mecanismo de compactação dos rolos de pneus é o amassamento.
- c) **Rolos lisos vibratórios:** Nos **solos não-coesivos**, isto é, que disponham de baixa percentagem de argila (**solos arenosos**), os rolos pé-de-carneiro mostram-se totalmente inadequados para efetuar a compactação, pois apenas conseguem revolver o terreno, sem nenhuma compactação. Para esse tipo de solo, os rolos vibratórios têm se mostrado mais eficiente. Consistem de no acionamento de uma massa móvel colocada com excentricidade em relação a um eixo, provocando vibrações de certa frequência e amplitude, que se propaga pelo tambor até o terreno.

### 3. Qual é a diferença entre fator de empolamento e fator de contração?

Ao escavar uma massa de solo, essa sofre um aumento de volume devido à desagregação das partículas e aumento dos vazios. Esse fenômeno é chamado de empolamento. O fator de empolamento é a razão entre o volume no estado natural (ou volume no corte) e o volume no estado solto (volume a ser transportado).

$$\text{Fator de empolamento} = \frac{V_{\text{corte}}}{V_{\text{solto}}}$$

Por outro lado, ao compactar uma massa de solo, o volume compactado tende a ser diferente do volume no estado natural. Geralmente o volume compactado é menor, mas isso não é uma regra. A razão entre o volume compactado (volume no aterro) e o volume no estado natural (volume no corte) é chamado de fator de contração.

$$\text{Fator de contração} = \frac{V_{\text{comp}}}{V_{\text{corte}}}$$

Por fim, o inverso do fator de contração, ou seja, a razão entre o volume no estado natural e o volume compactado, é denominado de fator de homogeneização.

$$\text{Fator de homogeneização} = \frac{V_{\text{corte}}}{V_{\text{comp}}} = \frac{1}{\text{Fator de contração}}$$

4. Em qual situação é possível deixar de fazer o destocamento de árvores no desmatamento de uma área que será aterrada?



O desmatamento ocorre durante a execução dos serviços preliminares às operações de terraplenagem, na etapa de remoção da camada vegetal. Ele deve ser executado dentro dos limites de offset da rodovia, acrescido de uma faixa mínima de operação.

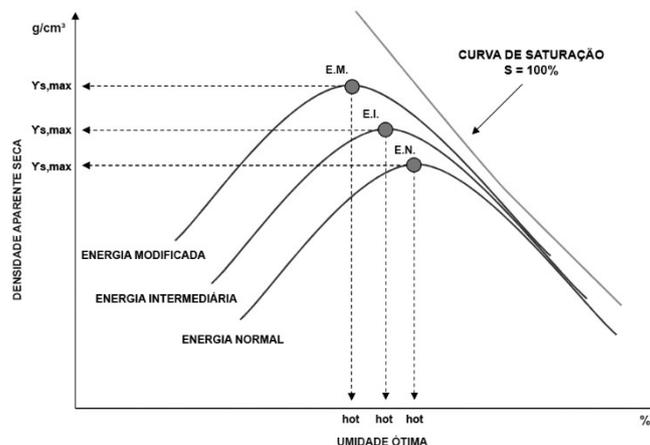
Nas áreas destinadas a aterros, é possível deixar de fazer o destocamento das árvores se a cota vermelha (altura do aterro) for maior que 2,00 m. Nestes casos, é possível apenas fazer o corte das árvores no nível do terreno natural.

### 5. Qual é a diferença entre ensaios de Proctor Normal, Intermediário e Modificado?

A principal diferença consiste na energia de compactação aplicada ao solo. O ensaio de Proctor Normal aplica uma energia menor que o Intermediário, que, por sua vez, aplica uma energia menor que o Modificado. Em laboratório, essa energia é simulada pelo número de golpes do soquete utilizado na moldagem do corpo de prova, de forma que:

Energia	Nº de Golpes
Normal	12
Intermediário	26
Modificado	55

Como a energia aplicada é maior, o índice de vazios do solo submetido ao ensaio modificado será menor, logo o seu volume também. Assim, a amostra é mais densa, possuindo uma maior massa específica. A figura abaixo mostra esse fenômeno.



Note ainda que quanto menor a energia de compactação, maior é a umidade ótima para atingir a máxima massa específica em um mesmo tipo de solo.

### 6. Quantos ensaios de compactação devem ser realizados no corpo de um aterro e na sua camada final?

No corpo do aterro devem ser realizados um ensaio de Proctor Normal para cada 1000 m³ de solo. Já nas camadas finais, devem ser realizados um ensaio de Proctor Intermediário para cada 200 m³ de solo.



Em ambos o caso, o grau de compactação obtido deve ser de, no mínimo, 100%.

### 7. Quais são as características importantes para entender um diagrama de Brückner?

- a) Os trechos ascendentes correspondem aos cortes.
- b) Os trechos descendentes correspondem aos aterros.
- c) Um ponto de máximo significa uma mudança de um trecho de corte para aterro.
- d) Um ponto de mínimo significa uma mudança de um trecho de aterro para um corte.
- e) Um segmento de área fechada representa uma compensação entre corte e aterro.
- f) A área de um segmento fechado equivale ao momento de transporte.
- g) O diagrama de Brückner não representa o perfil da rodovia. Logo, não há nenhuma relação com a topografia.
- h) A diferença de ordenadas do diagrama equivale ao volume de terra entre dois pontos.

### 8. Qual é o trator mais indicado para operar a grandes distâncias?

Grandes distâncias exigem equipamentos mais velozes para que se tornem mais econômicas. Por isso, o mais indicado são os tratores sobre rodas, que possuem uma maior velocidade do que os tratores sobre esteiras, desde que o terreno apresente capacidade de suporte adequada para a operação com pneus.

### 9. Qual é o trator mais indicado para terrenos “moles”?

Em terrenos “moles”, ou seja, com baixa capacidade de suporte, o trator mais indicado é sobre esteiras.

### 10. Qual é o rolo compactador mais indicado para material argiloso?

O rolo compactador mais indicado para materiais argilosos é o rolo tipo pé de carneiro, devido ao fato de trabalhar pelo mecanismo de amassamento.

### 11. Qual é a diferença entre um motoscraper e um scraper-rebocado?

As unidades escavotransportadoras são as que escavam, carregam e transportam materiais de consistência (normalmente materiais de 1a categoria) média a distâncias médias. São representadas por dois tipos básicos: “scraper rebocado” e “scraper automotriz” ou “moto-scraper”.

A principal diferença entre um e outro é que o scraper rebocado é uma caçamba que precisa ser tracionado por um trator, geralmente de esteiras, enquanto o moto-scraper é um scraper com um único eixo que se apoia sobre um rebocador, tendo uma maior autonomia.



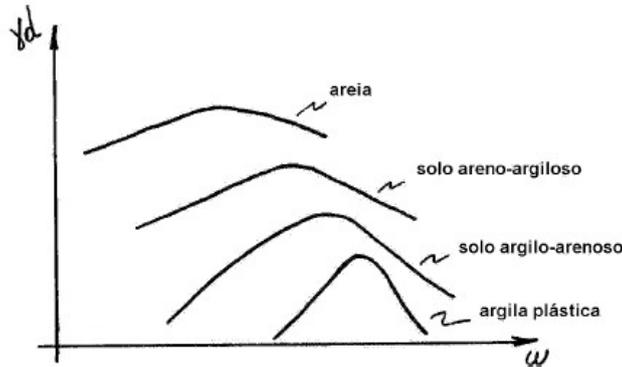
### 12. Qual é o equipamento responsável por dar o acabamento na etapa de terraplenagem?

As unidades aplainadoras são especialmente indicadas ao acabamento da terraplenagem, isto é, às operações para conformar o terreno aos greides finais do projeto. Como principais características estes equipamentos apresentam grande mobilidade da lâmina de corte e precisão de movimentos, o que possibilita seu posicionamento nas situações mais diversas.

São constituídas, basicamente, de uma unidade de tração, normalmente por rodas de pneus, e uma lâmina intermediária (lâmina de corte) que pode variar de ângulo, ajustando-se à geometria prevista. O equipamento que desenvolve essa função é denominado de motoniveladora.

### 13. Qual é o tipo de solo que, em geral, apresenta menor teor de umidade ótima?

Cada tipo de solo possui curvas de compactação distintas. Em geral, as areias apresentam massas específicas maiores para teores de umidade menores, se comparado com os solos argilosos.



### 14. Como um trator deve trabalhar em terrenos inclinados?

Em terrenos inclinados, o trator deve trabalhar sempre de cima para baixo.

### 15. Se em um projeto de terraplenagem, a porcentagem de empolamento adotada for 60%, a relação entre o volume de material no corte pelo volume de material solto é?

Dizer que a porcentagem de empolamento é de 60% é o mesmo que dizer que para cada 1 m<sup>3</sup> de material no corte, ter-se-á 1,60 m<sup>3</sup> de material solto para ser transportado. Dito isto, a relação entre o volume no corte e o de material solto é:

$$\frac{1 \text{ m}^3}{1,60 \text{ m}^3} = 0,625$$

## 16. Quais são os fatores que influenciam o processo de compactação de um solo em campo?

O processo de compactação de solos é influenciado por diversos fatores. Os de maior influência são:

- Umidade do solo;
- Número e espessura das camadas;
- Energia de compactação;
- Tipo de equipamento utilizado.

Sobre a energia de compactação, ela depende da pressão aplicada, do número e espessura das camadas, da velocidade de aplicação, e número de passadas do equipamento, entre outros.

...

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

Abraços e bons estudos!

“Imagine uma nova história para sua vida e acredite nela.”

(Paulo Coelho)

# Douglas Oliveira



Insta: [www.instagram.com/prof.douglasoliveira](https://www.instagram.com/prof.douglasoliveira)



## LISTA DE QUESTÕES ESTRATÉGICAS

1. (VUNESP/2019/SEMAE PIRACICABA/ENGENHEIRO CIVIL) Durante a construção de um trecho de estrada com 20 m de largura e 500 m de extensão verificou-se que parte do material do subleito deveria ser substituído por material melhor, por apresentar CBR inferior a 2%. O volume mínimo de material a ser substituído, em metros cúbicos, é
- a) 6.000.
  - b) 8.000.
  - c) 10.000.
  - d) 12.000.
  - e) 15.000.
2. (VUNESP/2016/MPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) As distâncias de transporte dos empréstimos e bota-foras devem ser consideradas
- a) como a somatória dos percursos totais dos veículos, do ponto de extração ao ponto de depósito do material escavado.
  - b) como a distância em linha reta entre os centros de gravidade de extração e o centro de gravidade de depósito.
  - c) como a distância média percorrida pelos veículos de transporte de material.
  - d) de centro de gravidade de extração a centro de gravidade de depósito, considerando o percurso de ida e volta.
  - e) de centro de gravidade de extração a centro de gravidade de depósito, considerando apenas o percurso de ida.
3. (VUNESP/2016/Prefeitura Pres. Prudente/ENGENHEIRO CIVIL) Em uma obra de terraplenagem, será necessário escavar e transportar  $50 \text{ m}^3$  de solo para nivelamento do terreno. Após análises, foi determinado que o coeficiente de empolamento do solo é de 30%. Se a empreiteira responsável pelo serviço tiver caçambas com capacidade de  $5 \text{ m}^3$ , o número necessário de caçambas para o transporte do solo é
- a) 8.
  - b) 13.
  - c) 15.



- d) 17.
- e) 20.

4. (VUNESP/2016/Prefeitura Guarulhos/ENGENHEIRO CIVIL) Para a perenização de uma estrada vicinal, foi necessário executar um aterro entre as estacas 12 e 16, em um trecho retilíneo dessa estrada, sendo feito o levantamento topográfico necessário para o pagamento do volume executado.

Cada estaca dista 20 m da seguinte, e a tabela a seguir apresenta a área de cada uma das seções de aterro levantada na estaca correspondente.

Estacas	Áreas das seções (m <sup>2</sup> )
12	12,00
13	23,00
14	38,00
15	24,00
16	8,00

Considerando as informações do enunciado e da tabela, o volume total de aterro, medido em m<sup>3</sup>, a ser pago será de

- a) 1.050,00.
- b) 1.900,00.
- c) 2.020,00.
- d) 3.100,00.
- e) 6.200,00.

5. (VUNESP/2015/Prefeitura de São Paulo/Auditor de Controle Interno) No transporte de material de primeira categoria, para efeito de mobilização de equipamento, considera-se, para o cálculo de volume a ser transportado, o volume do

- a) aterro e o fator de homogeneização.
- b) corte e o fator de homogeneização.
- c) corte e o fator de empolamento.
- d) aterro e o fator de empolamento.
- e) aterro e o fator de compactação.



6. (VUNESP/2015/Prefeitura de São Paulo/Auditor de Controle Interno) Como são quantificados os serviços preliminares de terraplenagem, que compreendem a limpeza do terreno, carga e transporte do material proveniente dessa operação a até uma distância de 5 km?

- a) Todo o serviço será medido em  $m^3$  efetivamente transportados.
- b) A limpeza será medida em  $m^2$ , e o transporte em  $m^3$  de material transportado.
- c) Todo o serviço será medido em  $m^3$  executados, medidos no local da limpeza.
- d) Todo o serviço será medido em  $m^2$  efetivamente executados.
- e) A limpeza será medida em  $m^3$ , e o transporte em  $m^3/dam$ .

7. (FCC/2017/TRT 11ª Região/ANALISTA JUDICIÁRIO) No projeto de terraplenagem de uma plataforma horizontal, prevê-se a sobra de 8.400  $m^3$  de solo para utilização em outra obra.

Dados:

Cotas em metros obtidas por quadriculação do terreno de 20 em 20 metros.

Seções	Estacas			
	1	2	3	4
A	31	20	20	21
B	22	28	24	24
C	22	23	23	18

Considerando a sobra de solo prevista, a cota final para a plataforma horizontal, em metros, é de

- a) 20,00.
- b) 23,50.
- c) 22,00.
- d) 18,50.
- e) 24,50.

8. (FCC/2016/ARSETE/ENGENHEIRO CIVIL) Na elaboração de um orçamento para a realização de obras de terraplenagem em um terreno onde será implantada uma edificação da secretaria de obras do Município de Teresina, o engenheiro verificou um excedente, no corte, igual a 5  $m^3$  de solo. Considerando que as massas específicas do solo nos estados natural e solto, são respectivamente, 1,25  $ton/m^3$  e 1,1  $ton/m^3$ , a massa total excedente, em toneladas, a ser transportada é igual a,

- a) 4,00.
- b) 6,25.



- c) 4,40.
- d) 5,50.
- e) 6,88.

**9. (FCC/2016/METRÔ-SP/ENGENHEIRO CIVIL) O processo de movimentação de terra é desenvolvido por meio de um conjunto de operações que envolve escavações, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento executados a fim de transformar o estado natural de um terreno para uma nova configuração.**

**Assim, corte e aterro compõem o escopo de trabalho que se desenvolve, levando em conta que**

- a) antes dos trabalhos das máquinas pesadas, é importante que as valetas no topo dos taludes estejam concretadas e prontas.
- b) a camada de solo orgânico deve ser utilizada prioritariamente no início da etapa de aterros e reaterros.
- c) para evitar que a terra exposta provoque assoreamento de rios e córregos, contaminações e mesmo erosão, o planejamento deve concentrar os trabalhos nos meses situados entre os períodos de chuva e estiagem.
- d) para evitar a erosão completa, nos casos de escavação marginais aos córregos, deve-se prever lagoas de deposição de resíduos dotadas de desembocadura que levem o volume de água diretamente aos cursos d'água.
- e) a remoção da terra nos taludes seja feita de baixo para cima até o último patamar, sendo que a porção escavada deve ser revestida com material de escavação novo, para que não se evidencie a erosão do solo.

**10. (FCC/2016/SEMAM/ANALISTA AMBIENTAL) Nos trabalhos de terraplenagem de uma gleba optou-se por utilizar uma escavadeira com raio de giro mínimo – MSR (Minimal Swing Radius Excavator) projetada para operação em espaços**

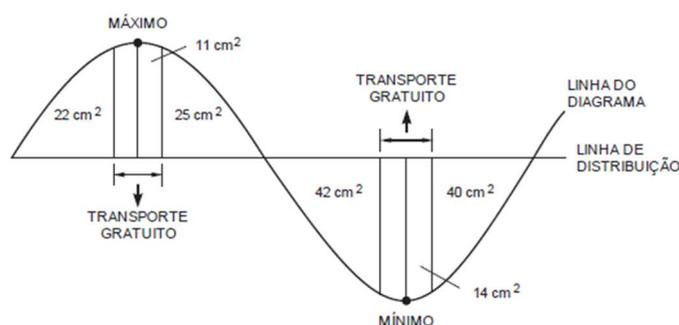
- a) amplos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 50% da largura do material rodante.
- b) amplos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 20% da largura do material rodante.
- c) reduzidos, que possui uma estrutura inferior com um raio de giro mais longo e com seu equipamento e acessório girando dentro de 25% da largura do material rodante.
- d) reduzidos, que possui uma estrutura inferior com um raio de giro mais longo e com seu equipamento e acessório girando dentro de 10% da largura do material rodante.
- e) reduzidos, que possui uma estrutura superior com um raio de giro mais curto e com seu equipamento e acessório girando dentro de 120% da largura do material rodante.



11. (FCC/2016/SEMAM/ANALISTA AMBIENTAL) Considerando os trabalhos rodoviários de terraplenagem, uma retroescavadeira pode ser utilizada para

- produzir uma vala em operação contínua pelo movimento da máquina.
- compactar materiais com uma placa de compactação, para trabalhos de demolição por gancho ou esfera e para manuseio de materiais com equipamento e acessório especiais.
- conduzir equipamento de carregamento montado na dianteira e equipamento de retroescavação montado na traseira (normalmente com estabilizadores).
- transportar e descarregar ou espalhar material aonde o carregamento é realizado por meios externos.
- cortar, carregar, transportar, descarregar e espalhar materiais pelo movimento avante da máquina.

12. (FCC/2015/CNMP/ANALISTA) Considere o diagrama de massas abaixo:



Dados:

– escala horizontal 1 cm = 20 m

– escala vertical 1 cm = 100 m<sup>3</sup>

– custo do transporte do metro cúbico à distância de um decâmetro = R\$ 5,00

O custo de transporte para o trecho total do diagrama é, em reais,

- 129.000,00.
- 154.000,00.
- 77.000,00.
- 64.500,00.
- 32.250,00.

13. (FCC/2015/DPE-RR/ENGENHEIRO CIVIL) Se em um projeto de terraplenagem, a porcentagem de empolamento adotada for 60%, a relação entre o volume de material no corte pelo volume de material solto é:

- 0,375.



- b) 1,625.
- c) 0,714.
- d) 0,625.
- e) 1,714.

**14. (FCC/2015/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) Em terraplenagem, a definição dos equipamentos a serem utilizados depende dos materiais que se pretende movimentar. Os materiais denominados de 1ª categoria consistem em:**

- a) rochas fragmentadas cuja extração depende de ripper.
- b) solos e todos os materiais que podem ser escavados por tratores escavo-transportadores de pneus.
- c) solos cuja extração depende de escarificador.
- d) materiais que dependem de desmonte prévio com escarificador e emprego descontínuo de explosivos de baixa potência.
- e) rochas sãs, incluindo os matacões maciços.

**15. (FCC/2013/DPE-SP/ENGENHEIRO CIVIL) O processo de movimentação de terra, conhecido como terraplenagem, é constituído por algumas operações básicas que ocorrem em sequência ou de forma simultânea. NÃO é fase integrante da movimentação de terra a**

- a) escavação.
- b) limpeza do terreno.
- c) carga do material escavado.
- d) remoção com transporte.
- e) descarga com espalhamento.

**16. (FCC/2013/ALERN/ANALISTA LEGISLATIVO) Nas investigações geotécnicas para a elaboração de um projeto de implantação de uma edificação, foi identificada a ocorrência de material de 3ª categoria. Nesta região, será executado, segundo projeto de terraplenagem, um corte acarretando necessidade de remoção de material. Esta remoção deverá ser executada, preferencialmente, com o uso de**

- a) retroescavadeira.
- b) escarificador ou ripper.
- c) trator esteira.
- d) explosivos.
- e) scraper rebocado.



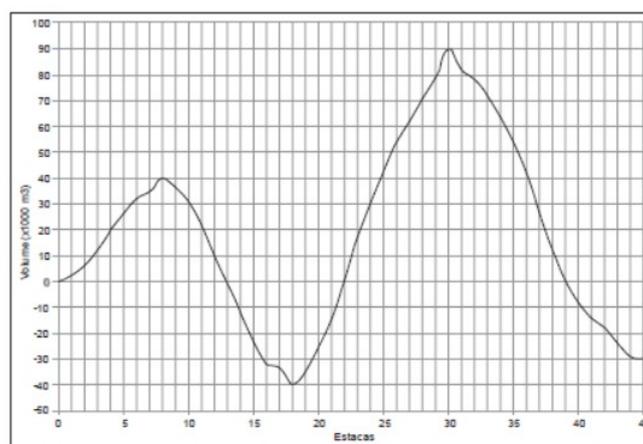
17. (FCC/2013/CEF/ENGENHEIRO CIVIL) Quando da execução de aterros compactados, deve-se levar em consideração a diversidade de equipamentos disponíveis e, principalmente, o tipo de solo a ser trabalhado. Assim, a cada tipo de solo deve corresponder um equipamento adequado e eficiente. Para a compactação de um solo argiloso, a especificação mais adequada de equipamento é o rolo

- a) liso estático.
- b) liso vibratório.
- c) pé de carneiro estático.
- d) de grade.
- e) de placas.

18. (FCC/2013/TRT-12ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) A compactação é o processo de aumento da resistência do solo pela redução do índice de vazios. Em campo, alguns fatores influem no processo, como o teor de umidade do solo, que deve estar próximo ao teor de umidade ótima obtido em laboratório, e a energia de compactação. A determinação da energia aplicada independe

- a) da velocidade do rolo compactador.
- b) da pressão estática aplicada pelo equipamento.
- c) do número de passadas do equipamento.
- d) do espalhamento do solo.
- e) da espessura da camada compactada.

19. (FCC/2013/TRT-12ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Considere o diagrama de Brückner, abaixo, que representa o projeto de terraplenagem de um segmento de 900 m (45 estacas).



Considere também, as assertivas acerca deste projeto:

- I. O volume do maior corte é igual a 130.000 m<sup>3</sup>.
- II. Na estaca 13 localiza-se um ponto de passagem, entre um corte e um aterro.



III. O valor do menor aterro é igual a 80.000 m<sup>3</sup>.

IV. Na estaca 30 localiza-se o ponto mais alto do corte.

Está correto o que consta em

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

20. (FCC/2008/TRF-5ª REGIÃO/ENGENHEIRO CIVIL) Na compactação de solos,

- a) exige-se uma mistura de 5% de argila, 70% de silte, 15% de areia e 10% de água, devidamente misturados com trator de lâmina e compactados com rolo.
- b) durante a execução de uma plataforma, o solo deve ser espalhado em camadas de, no máximo, 40 cm, compactadas logo em seguida, mantida a umidade mínima possível.
- c) exige-se uma mistura de 10% de argila, 60% de silte, 25% de areia e 5% de água, devidamente misturados com trator de lâmina e compactados com rolo.
- d) durante a execução de uma plataforma, o solo deve ser espalhado em camadas de, no máximo, 20 cm, compactadas logo em seguida, mantida a umidade ótima de trabalho.
- e) o compactador pé-de-carneiro só deve ser utilizado nas últimas camadas da plataforma, em espessura ideal de 50 cm de solo solto, sobre um aterro de, pelo menos, 3 m.

21. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) Atenção: Considere o texto abaixo para responder a questão.

Na execução de serviços de terraplenagem, diferenciam-se quatro operações básicas denominadas ciclo de operação, que podem ocorrer de maneiras simultâneas ou seqüenciais.

São elas:

- escavação ou corte
- carga do material escavado (ou carga da caçamba)
- transporte
- descarga e espalhamento

A terraplenagem normalmente é remunerada por m<sup>3</sup> de terra medido no corte, considerando alguns fatores que envolvem o tempo de ciclo efetivo e o volume de terra efetivamente transportados.



Assim sendo, é INCORRETO afirmar que

- a) importante estudar os tempos de parada que normalmente ocorrem durante o percurso.
- b) a produção do equipamento (volume escavado, transportado e descarregado na unidade de tempo) também é importante.
- c) o fator de empolamento contribui desfavoravelmente no custo do processo.
- d) o fator de rendimento ou de eficiência é geralmente superior a unidade.
- e) as condições meteorológicas afetam o fator de rendimento ou de eficiência.

22. (FCC/2007/MPU/ENGENHEIRO CIVIL) Atenção: Para responder a questão, considere os dados abaixo.

$V_{comp}$ : volume compactado de um aterro =  $100 \text{ m}^3$

$V_s$ : volume solto

$V_c$ : volume no corte ou natural =  $V_n$

$\phi_1$ : fator de empolamento = 0,80

$\phi_2$ : fator de redução = 0,90

Capacidade de cada caminhão =  $5,0 \text{ m}^3$

O volume de terra natural necessário para aterrar o terreno é, em  $\text{m}^3$ , de aproximadamente:

- a) 89.
- b) 125.
- c) 111.
- d) 139.
- e) 80.



## Gabarito



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



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

NETO, João Barbosa de Souza. Estradas II – Notas de Aula. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2009.

RICARDO, H.S & CATALANI, G. (2007). “Manual Prático de Escavação – Terraplenagem e Escavação de Rocha”. São Paulo. PINI.



# 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.