



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Engenharia Agrícola



## **BARRAGENS E ESTRADAS DE TERRA: ATIVIDADE 2**

Nome: Renan da Silva Guedes

RA: 223979

# 1 Respostas

## Questão 1

O Registro Mundial de Barragens, da Comissão Internacional de Grandes Barragens (CIGB/ICOLD), considera uma grande barragem aquela que possua altura de 15 metros (independentemente do volume de água armazenável em seu reservatório) ou também a que possua altura entre 10 e 15 metros desde que tenha capacidade de armazenar mais de três milhões de metros cúbicos de água em seu reservatório. De acordo com esse critério, a altura de uma barragem é determinada pela diferença da elevação de sua crista até o ponto mais baixo da sua fundação.

## Questão 2

- (a) As barragens possuem diversas utilidades, entre elas pode-se destacar:
- i. Produção de energia elétrica
  - ii. Fornecimento no abastecimento de água para uso humano e/ou industrial
  - iii. Irrigação
  - iv. Navegação
  - v. Lazer e turismo
  - vi. Contenção de resíduos industriais e sedimentos oriundos da prática da mineração
  - vii. Controle de vazão da água atenuando os efeitos das enchentes e das secas nos locais mais suscetíveis às adversidades.

## Questão 3

- (a) Instituições:
- i. ANA: Agência Nacional de Águas
  - ii. ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica
  - iii. ANM: Agência Nacional de Mineração
  - iv. IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
  - v. SEDEC: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

## Questão 4

O solo é compactado visando melhorias na qualidade mecânica a partir da redução do índice de vazios.

O processo de compactação se dá no solo. O mesmo é composto por três elementos essenciais: ar, água e material sólido (mineral ou orgânico). Dessa forma, para que haja a compactação de uma amostra deve-se reduzir o teor de água e ar na porção. Todavia, para se realizar tal procedimento pode ser feito uso de duas categorias de compactação. A primeira, classificada como mecânica, é realizada aplicando máquinas, enquanto a segunda – manual – é realizada pelo ser humano ao utilizar ferramentas para assistência.

O ensaio utilizado para se obter os parâmetros de compactação foi idealizado por Ralph Proctor (1933) recebendo seu sobrenome. Nele é feito uso de um cilindro metálico e uma amostra de solo a ser analisada. A primeira etapa consiste na secagem e destorroamento da amostra, de modo que o material se torne homogêneo. Antes de inseri-lo no

cilindro é necessário deixar a amostra com 5 % de sua umidade abaixo da ótima. Dessa forma, é feita a sua inserção no cilindro seguida do amassamento até atingir uma altura próxima da terça parte da altura do cilindro. O procedimento é repetido para a segunda e terceira camada, sempre acrescentando a amostra de modo a ocupar um terço do volume do cilindro. Para a última camada é importante utilizar um anel que garanta homogeneidade da compactação do material eminente. Por fim, para que a altura de solo coincida com a do cilindro é retirado o excesso por meio de uma espátula. Com o cilindro totalmente preenchido, leva-se o conjunto solo mais cilindro para a pesagem numa balança. Com base na massa obtida e volume do cilindro ( $\approx 1 \text{ dm}^3$ ), calcula-se a massa específica da amostra. Por fim, com esse dado obtém-se a massa específica seca.

Feito isso, com o valor de umidade e massa específica da amostra seca é feita a plotagem gráfica posicionando a coordenada obtida. Basta repetir o processo aumentando a umidade em 2 % e coletando a nova massa específica seca. Com isso, ao notar queda nos valores da massa específica é possível conseguir a umidade ótima da amostra. Nesse ponto ocorre o melhor estabelecimento da compactação sendo o ponto ideal para conferir boa qualidade mecânica ao solo. Entretanto, é importante lembrar que o ensaio de Proctor é válido para valores de umidade e massa específica seca obtidos para uma energia de compactação constante.

### Questão 5

A trincheira de vedação (*cut-off*) representa uma cortina preenchida com material argiloso compactado. Essa cortina de vedação sob o corpo da barragem visa interromper o fluxo sob a mesma, através da construção de uma barreira impermeável.

### Questão 6

Nos taludes de montante normalmente é feito uso do enrocamento ou *rip-rap*. De forma semelhante às outras proteções, esta também visa diminuir os efeitos da erosão e o consequente transporte de material. Para isso, é feito uso de duas camadas na composição. A camada interna, formada por areias e pedregulhos de granulometrias controladas, visa prevenir a perda de solo do maciço através dos vazios do enrocamento. A camada externa é composta por pedras de tamanhos suficientes para não serem carregadas pelas ondas do reservatório. Ela tem a finalidade de proteger o aterro da erosão e desviar o impacto de uma onda antes que ela atinja o solo compactado.

### Questão 7

Normalmente é feito uso de grama para proteção do talude, podendo também ser usado outro material, como enrocamento, desde que seja economicamente viável. Também é aconselhável a implementação de canaletas de drenagem, visando coletar a água de forma adequada.

O talude de jusante deve ser protegido contra a erosão ocasionada pela água ao deslocar-se em grandes velocidades do topo ao pé do talude.

### Questão 8

Os sistemas de drenos são construídos visando controlar a erosão interna das barragens. Dessa forma, é feita a inclusão de filtros, drenos e transições subverticais ou inclinadas na obra.

Normalmente são utilizadas areias com granulometria previamente estabelecida, as quais devem ser devidamente compactadas durante a execução. O dreno vertical geralmente é composto por areia grossa, aluvionar isenta de finos, sendo especificado que no máximo 5% do material atravesse um peneira #200. Esse procedimento é realizado visando impedir a coesão que pode originar trincas de tração no interior do dreno. Dessa forma, devem ser satisfeitas as condições de filtragem e drenagem da água percolada através da barragem, ou seja, os seus vazios devem ser suficientemente pequenos, para evitar que as partículas do aterro sejam carreadas através deles e suficientemente grandes, para proporcionar permeabilidade adequada para o escoamento da água, evitando o desenvolvimento de elevadas forças de percolação e de pressões hidrostáticas (Gaioto, 2003)

### Questão 9

Para a realização desse procedimento denominado de fase dos desvios de rios algumas características devem ser levadas em consideração, como:

- (a) Características da obra
- (b) Condições topográficas
- (c) Condições geológicas
- (d) Cronograma da obra (plano de execução)

As fases referidas podem ser divididas em duas categorias. A primeira diz respeito aos desvio contendo somente uma fase, enquanto a segunda apresenta múltiplas fases.

Os fatores que são condicionantes na escolha do desvio do rio influem no tipo de fase escolhido e nas estruturas de desvio a serem utilizadas. Dessa forma, são três os condicionantes para a execução dessa obra:

- Físicos
- Técnicos
- Financeiros

Podendo ser estendidos às seguintes etapas

- Aspectos físicos:
  - Topografia
  - Geologia
  - Regime hidrológico e hidráulico; e
  - Localização.
- Aspectos técnicos:
  - Características da obra principal:
    - \* Arranjo geral;
    - \* Cronograma da obra; e
    - \* Métodos e materiais construtivos.
  - Impacto sócio-ambiental;
  - Experiência da projetista e da construtora;

- Reaproveitamento de equipamentos e estruturas de obras anteriores; e
- Risco de falha aceitável.
- Aspectos financeiros
  - Custos das obras.

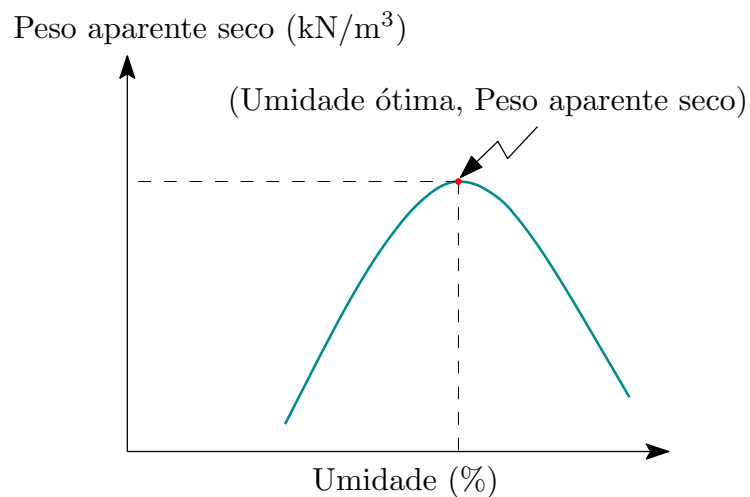
### Questão 10

O principal ensaio realizado é o de Proctor. Por meio do traçado da “curva de compactação” é possível estabelecer a umidade que fornece melhor qualidade mecânica ao solo e, dessa forma, sob mesma energia de compactação determinar a resistência da amostra.

Os parâmetros essenciais que devem ser fornecidos no laboratório são:

1. Peso aparente seco
2. Umidade da amostra

Com base nesses dados é traçada



## 2 Referências

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (RJ) (ed.). Apresentação das Barragens. In: Apresentação de Barragens. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://cbdb.org.br/apresentacao-das-barragens>. Acesso em: 20 maio 2020.

INSTITUTO MINERE (BH). Principais usos das barragens e suas aplicabilidades: Geotecnia e Barragens. [S. l.]: Luiz Paniago, 26 out. 2018. Disponível em: <https://instituto-minere.com.br/blog/principais-usos-das-barragens-e-suas-aplicabilidades>. Acesso em: 15 maio 2020.

CURSO SOBRE UTILIZAÇÃO DO GUIA DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM E DE DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE BARRAGENS, 2017, Rio de Janeiro. Manual do Empreendedor sobre de Segurança de Barragens - Volumes III e V [...]. [S. l.: s. n.], 2017. 90 p. v. 2. Tema: Barragens de Aterro - Terra e Enrocamento. Disponível em: [http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/capacitacao/Arquivos\\_Cursos/curso-guia-de-diretrizes-para-elaboracao-de-projeto-de-barragens-e-revisao-periodica-modulo-2-barragens-de-aterro.pdf](http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/capacitacao/Arquivos_Cursos/curso-guia-de-diretrizes-para-elaboracao-de-projeto-de-barragens-e-revisao-periodica-modulo-2-barragens-de-aterro.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

TÓPICOS EM GEOTECNIA E OBRAS DE TERRA : BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO, [s. l.], v. Unidade 5, p. 15-17, 2004. Disponível em: [http://www.ufjf.br/nuggeo/files/2009/11/togot\\_unid05.pdf](http://www.ufjf.br/nuggeo/files/2009/11/togot_unid05.pdf). Acesso em: 11 maio 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Curso de Segurança de Barragens: Boas práticas, [s. l.], aula 3, 2016. Disponível em: <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/destaque-superior/boas-praticas/curso-de-seguranca-de-barragens-daee-1/aula-3-segur-barragem-2016tipo.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

COMPACTAÇÃO - Mecânica dos Solos. YouTube: Me Salva! ENEM 2020, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XSyzfMIT-4s>. Acesso em: 15 maio 2020.

ROCHA, Gabriel dos Santos; TAMADA, Kikuo. DESVIO DE RIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS. Boletim Técnico, [S. l.], p. 13-15, 8 fev. 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-08122006-164741/publico/BoletimTecnicoGabrielRocha.pdf>. Acesso em: 13 maio 2020.