



PLANO DE ENSINO

DISCIPLINA: ENS 7044 – OBRAS HIDRAULICAS

Carga horária total: 54 horas

Horário: 5ª f. 9:10 3cr.

Turmas: 09211 - Engenharia Sanitária e Ambiental

Semestre: 2020/01 - Calendário Suplementar Excepcional

Professor: Davide Franco, d.franco.ocean@gmail.com

1. EMENTA

Aproveitamentos hidráulicos: finalidades, impactos, descrição de elementos constitutivos. Reservatórios: diagramas cota-área-volume, caudabilidade: curvas de massa e de diferenças totalizadas. Barragens de gravidade: análise de estabilidade, segurança ao tombamento e deslizamento, tensões no solo. Projeto duma seção estável e econômica. Vertedores para barragens: especificação do perfil, coeficiente de vazão, método para dimensionamento dum vertedor livre: equação do balanço de massa. Bacias de dissipação: análise da localização do ressalto para diferentes situações, dimensionamento duma bacia de dissipação simples. PCH: conceito, implantação, aspectos legais, etc.

2. OBJETIVO

Introduzir os estudantes ao estudo do tópico “Barragens”, fornecendo-lhes conhecimentos básicos para o projeto completo duma pequena barragem de gravidade.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E RESPECTIVA BIBLIOGRAFIA

- I. **Recursos hídricos.** Ciclo hidrológico global. Ciclo hidrológico local - bacia hidrográfica. Clima e recursos hídricos no Brasil. Desenvolvimento de recursos hídricos e estacionariedade de series hidrológicas. Impacto do clima sobre recursos hídricos. Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do Estado de Santa Catarina.
- II. **Caracterização do regime de vazões do rio.** Hidrograma. Histograma e curva de permanência. Análise de tendências. Caracterização sazonal. Tempo de retorno e distribuição empírica. Modelos de distribuição de probabilidade para vazões extremas. Estimativa de vazões mínimas. Estimativa de vazões máximas.

- III. **Reservatórios.** Uso dos reservatórios. Regularização de vazões naturais. Características físicas dos reservatórios. Tipos de reservatórios. Tipo de regularização de vazão. Elaboração dos diagramas cota x área e cota x volume. Caudabilidade de reservatórios. Hidrograma, curva de massa e curva de diferenças totalizadas. Uso das curvas para solução dos 2 tipos de problemas de caudabilidade: dimensionamento do volume útil e cálculo da vazão firme.
- IV. **Barragens.** História. Finalidade. Seleção do sitio. Classificação. Barragens rígidas: B. de gravidade; B. em arco; B. em contraforte. Barragens não rígidas: B. em aterro e enrocamento. Segurança em barragens. Legislação sobre barragens no Brasil.
- V. **Barragens em concreto.** Forma da seção. Metodologias construtivas. Seção típica. Esforços atuantes sobre a barragem. Calculo simplificado da estabilidade de barragens de gravidade. Algoritmo para o dimensionamento de uma barragem em concreto.
- VI. **Aspectos hidráulicos.** Vertedores. Ressalto hidráulico. Dimensionamento da bacia de dissipação. Propagação da onda de cheia em reservatórios. Dimensionamento do vertedor.

Bibliografia recomendada:

- ANA – Brasil, 2010. Atlas Brasil, Vol.1. *Abastecimento urbano de água*. Vol.2. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*.
- DAAE - São Paulo, 2005. *Guia prático para projeto de pequenas obras hidráulicas*. Vol.1,2,3 e 4.
- De Melo Porto, R., 2006. *Hidráulica básica*. 4a Ed. - EESC USP – Projeto REENGE.
- Eletrobrás, 2000. Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas.
- Eletrobrás, 2003. *Crêterios de projeto civil de usinas hidrelétricas*.
- **Franco D, 2020. Notas de obras hidráulicas.**
- Ministério de Integração Nacional, 2002. *Manual de segurança e inspeção de barragens*.
- Naghettini, M. e De Andrade Pinto, E.J., 2007. *Hidrologia estatística*. CPRM.
- SDS – DRH – SC, 2013. *Coletânea de legislação de recursos hídricos do Estado de Santa Catarina*.
- SDS – DRH – SC, 2018. *Plano estadual de recursos hídricos de Santa Catarina*.
- **USACE, 1995. Gravity dam design.**
- **USACE, 2004. General design and construction considerations for Earth and rock-fill dams.**
- **USACE, 2005. Stability analysis of concrete structure.**
- WCD, 2000. *Dams and development. A new framework for decision making. The report of the world commission on dams*. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling,
- Listas de exercícios, artigos, material digital

4. METODOLOGIA

A elaboração de um projeto de dimensionamento em modo colaborativo irá nortear o desenvolvimento do curso. Os tópicos do cronograma serão discutidos em videoaulas gravadas em modo assíncrono. Notas de aula e apresentação de slide serão disponibilizadas antecipadamente no Moodle. São previstos encontros síncronos de apresentação e correção de tarefas, como para esclarecimento de dúvidas. O fórum do Moodle e a comunicação via e-mail serão base do feedback com os estudantes.

5. CRONOGRAMA

Semana	Dia	Tópico – conteúdos
1	3/setembro	Retomada das atividades (Síncrona) ✓ Apresentação do cronograma, das metodologias de ensino, das avaliações
2	10/setembro	Recursos hídricos – bacia hidrográfica ✓ Ciclo hidrológico global ✓ Ciclo hidrológico local - bacia hidrográfica Clima e recursos hídricos no Brasil ✓ Desenvolvimento de recursos hídricos e estacionariedade de series hidrológicas ✓ Impacto do clima sobre recursos hídricos Estudo de caso: Caracterização morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, Florianópolis – SC.
3	17/setembro	Recurso hídricos – regime de vazões do rio ✓ Hidrograma ✓ Histograma e curva de permanência ✓ Análise de tendências ✓ Caracterização sazonal Apresentação TP – Parte I: Regime do rio (Síncrona – 1 ha)
4	24/setembro	Barragens: ✓ História; Finalidade; Seleção do sitio; Classificação. ✓ Barragens rígidas: B. de gravidade; B. em arco; B. em contraforte;
5	1/outubro	Recursos hídricos – vazões extremas ✓ Tempo de retorno e distribuição empírica ✓ Modelos de distribuição de probabilidade para vazões extremas ✓ Estimativa de vazões mínimas ✓ Estimativa de vazões máximas Devolução TP – Parte I: Regime do rio Apresentação TP – Parte II: Vazões extremas (Síncrona – 1 ha)
6	8/outubro	Reservatórios ✓ Uso dos reservatórios ✓ Regularização de vazões naturais ✓ Características físicas dos reservatórios ✓ Tipos de reservatórios ✓ Tipo de regularização de vazão ✓ Elaboração dos diagramas cota x área e cota x volume Esclarecimento de dúvidas sobre a Parte II (Síncrona - 1 ha)

Semana	Dia	Tópico – conteúdos
7	15/outubro	<p style="text-align: right;">Devolução TP – Parte II: Vazões extremas</p> <p>Reservatórios</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caudabilidade de reservatórios. ✓ Hidrograma, curva de massa e curva de diferenças totalizadas. ✓ Uso das curvas para solução dos 2 tipos de problemas de caudabilidade: dimensionamento do volume útil e cálculo da vazão firme. <p>Apresentação TP – Parte III: Disponibilidade hídrica (Síncrona – 1 ha)</p>
8	22/outubro	<p>Barragens:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Barragens não rígidas: B. em aterro e enrocamento ✓ Segurança em barragens <p>Esclarecimento de dúvidas sobre a Parte III (Síncrona - 1 ha)</p>
9	29/outubro	<p style="text-align: right;">Devolução TP – Parte III: Disponibilidade hídrica</p> <p>Barragens em concreto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Forma da seção ✓ Metodologias construtivas ✓ Legislação sobre barragens no Brasil <p>Apresentação TP – Parte IV: Volume e áreas (Síncrona 1 ha)</p>
10	5/novembro	<p>Aspectos hidráulicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Vertedores <p>Esclarecimento de dúvidas sobre a Parte IV (Síncrona - 1 ha)</p>
11	12/novembro	<p style="text-align: right;">Devolução TP – Parte IV: Volumes e áreas</p> <p>Barragens em concreto: Projeto de barragem de gravidade</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Seção típica ✓ Esforços atuantes sobre a barragem ✓ Calculo simplificado da estabilidade de barragens de gravidade ✓ Algoritmo para o dimensionamento de uma barragem em concreto <p>Apresentação TP – Parte V: Projeto barragem (Síncrona – 1 ha)</p>
12	19/novembro	<p>Aspectos hidráulicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ressalto hidráulico ✓ Dimensionamento da bacia de dissipação <p>Esclarecimento de dúvidas sobre a Parte V (Síncrona - 1 ha)</p>
13	26/novembro	<p style="text-align: right;">Devolução TP – Parte V: Projeto barragem</p> <p>Aspectos hidráulicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Propagação da onda de cheia em reservatórios ✓ Dimensionamento do vertedor <p>Apresentação TP – Parte VI: Estrutura vertedora (Síncrona – 1 ha)</p>
14	3/dezembro	<p>Estudo de caso: Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do Estado de Santa Catarina</p> <p>Esclarecimento de dúvidas sobre a Parte VI (Síncrona - 1 ha)</p>
15	10/dezembro	<p style="text-align: right;">Devolução TP – Parte VI: Estrutura vertedora</p> <p>PROJETO – discussão e conclusões (Síncrona 1 há)</p>
16	17/dezembro	NOTAS FINAIS

6. FORMAS DE AVALIAÇÃO E AFERIÇÃO DE FREQUÊNCIA

A avaliação é baseada num trabalho colaborativo de caráter aplicado sobre um anteprojeto duma barragem de gravidade num local fictício. O trabalho é dividido em 6 partes como mostrado na tabela a seguir. A nota do trabalho será a média pesada das seis avaliações realizadas.

	Assunto	Peso	Data prevista (de – até)
I	Regime do rio <ul style="list-style-type: none">• Identificação de tendências• Verificação de sazonalidade• Caracterização estatística	10	17 de setembro 1 de outubro
II	Vazões extremas <ul style="list-style-type: none">• Estimativa de vazões mínimas• Determinação da vazão sanitária• Estimativa de vazões máximas• Determinação do volume de espera	10	1 de outubro 15 de outubro
III	Disponibilidade hídrica <ul style="list-style-type: none">• Definição da vazão firme• Caudabilidade – volume útil nulo - determinação da vazão útil• Caudabilidade – vazão firme - determinação do volume útil	20	15 de outubro 29 de outubro
IV	Volume e áreas <ul style="list-style-type: none">• Elaboração e verificação do modelo numérico do terreno• Construção das curvas cota x área e cota x volume• Determinação das cotas de projeto	20	29 de outubro 12 de novembro
V	Projeto da barragem <ul style="list-style-type: none">• Projeto e estudo de três alternativas estáveis de seção	20	12 de novembro 26 de novembro
VI	Estrutura vertedora <ul style="list-style-type: none">• Projeto e estudo dum vertedor livre tipo WES• Dimensionamento de um canal extravasor de baixa declividade	20	26 de novembro 3 de dezembro

O trabalho em grupo será realizado em modo cooperativo pelos estudantes, e acompanhado via fórum pelo professor.

A frequência será verificada na participação das atividades síncronas de apresentação das partes do trabalho, e no cumprimento das datas de entrega das avaliações previstas.

As aulas interativas de esclarecimento de dúvidas não serão consideradas de frequência obrigatória. As atividades síncronas serão realizadas a partir das 9:10.