

**PROGRAMA DE COMPONENTE CURRICULAR**

CENTRO	COLEGIADO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - CETEC	

Código	Título	Carga Horária				Ano
		T	P	E	Total	
CET014	HIDRÁULICA APLICADA	34	34	-	68	2010

Pré-Requisito	Natureza
MATEMÁTICA E FÍSICA GERAL	OBRIGATÓRIA

**Ementa**

Propriedades Físicas dos Líquidos. Hidrostática e Hidrodinâmica. escoamento em Condutos Forçados. Elevação de Água.

**Objetivos**

- Ministrar os princípios básicos de hidráulica geral ou teórica, de forma a proporcionar aos alunos a compreensão dos fenômenos físicos aplicados aos líquidos e das inter-relações das principais variáveis hidráulicas.
- Aplicar os conhecimentos básicos consolidados no dimensionamento e avaliação de projetos hidroagrícolas.
- Proporcionar aos alunos a capacidade de decisão técnica, bem como desenvolver o senso crítico ético-profissional voltado para os projetos hidroagrícolas auto-sustentáveis. Isto é, projetos tecnicamente bem dimensionados, economicamente viáveis, socialmente justos e ambientalmente sustentáveis.

**Metodologia**

O conteúdo da disciplina será apresentado por meio de aulas expositivas, com auxílio de recursos audiovisuais, sendo estimulada a participação do aluno, e serão desdobradas em trabalhos de grupo, intra e extraclasse, em aulas práticas de laboratório e com exercícios de aplicação na sala de aula e exercícios propostos extraclasse, visando aprofundar o conhecimento e análise detalhada dos tópicos abordados. As modalidades de ensino-aprendizagem-avaliação serão instrumentos de contínua negociação de interesse didático-pedagógico entre docente e discente. Serão disponibilizadas apostilas e listas de exercícios (formuladas pelo professor da disciplina) e programa HYDROM para cálculos hidráulicos, distribuídos em cd (meio digital) e em site a ser brevemente fornecido aos alunos da disciplina, bem como na COOPEA, onde, através de matriz previamente distribuída pelo professor, poderão tirar cópia xérox deste material de estudo.

**Conteúdo Programático**

**1.INTRODUÇÃO E PROPRIEDADES DOS LÍQUIDOS (Apostila 01)**

**1.1. Introdução**

1.1.1. Conceito e história da hidráulica.

- 
- 1.1.2.Divisão da hidráulica
  - 1.1.3.Importância da hidráulica no contexto da agricultura.

## **1.2.Propriedades dos Líquidos**

- 1.2.1.Mobilidade.
- 1.2.2.Isotropia – Lei de Pascal.
- 1.2.3.Massa Específica.
- 1.2.4.Peso específico.
- 1.2.5.Densidade.
- 1.2.6.Compressibilidade.
- 1.2.7.Elasticidade.
- 1.2.8.Viscosidade:
  - 1.2.8.1.Viscosidade dinâmica.
  - 1.2.8.2.Viscosidade cinemática.
- 1.2.9.Coesão.
- 1.2.10.Adesão.
- 1.2.11.Tensão superficial.
- 1.2.12.Capilaridade.
- 1.2.13.Pressão de vapor.

## **2.HIDROSTÁTICA:**

### **2.1.Estudo das Pressões (Apostila 02)**

- 2.1.1.Conceito.
- 2.1.2.Pressão dos líquidos.
- 2.1.3.Lei de Stevin.
- 2.1.4.Pressão absoluta e manométrica.
- 2.1.5.Manometria – Medidores de pressão.

### **2.2. Empuxo sobre Superfícies Planas Submersas (Apostila 03)**

- 2.2.1.Empuxo ou força total dos líquidos
- 2.2.2.Centro de pressão e ponto de aplicação do empuxo em superfícies planas submersas:
  - 2.2.2.1.Horizontais.
  - 2.2.2.2.Verticais.
  - 2.2.2.3. Inclínadas.
- 2.2.3.Expressão analítica simplificada para determinação do ponto de aplicação do empuxo quando a S.L.L. tangencia o topo da superfície submersa ou quando a limita superiormente.

### **2.3.Aplicações práticas do estudo da pressão e do empuxo**

- 2.3.1.Dimensionamento de barragens de gravidade.
- 2.3.2.Pressão interna dos líquidos em tubulações.

### **2.4.Dimensões Básicas dos Tubos de PVC (Apostila 04)**

## **3.HIDRODINÂMICA (Apostila 05)**

- 3.1.Conceito.
- 3.2.Vazão ou descarga.
- 3.3.Equação da continuidade.
- 3.4.Classificação do movimento dos líquidos.
- 3.5.Energia – Princípio de conservação de energia:
  - 3.5.1.Potencial
  - 3.5.2.Piezométrica
  - 3.5.3. .Cinética
  - 3.5.4.Outras formas de energia
- 3.6.Teorema de Bernoulli

- 
- 3.6.1. Para líquidos perfeitos.
  - 3.6.2. Para líquidos naturais ou reais.
  - 3.7. Potencia da corrente líquida

## **4. CONDUTOS FORÇADOS**

### **4.1. Introdução (Apostila 06)**

- 4.1.1. Conceito
- 4.1.2. Regime de escoamento – Laminar e Turbulento – Número de Reynolds
- 4.1.3. Perda de carga e linha de carga – Equação geral da resistência.
- 4.1.4. Velocidades médias recomendáveis.

### **4.2. Perfil da velocidade (Apostila 07)**

- 4.2.1. Perfil da velocidade nos condutos forçados
- 4.2.2. Filme laminar ou camada limite
- 4.2.3. Rugosidade absoluta e relativa nos condutos forçados.
- 4.2.4. Classificação dos tubos quanto à rugosidade interna das paredes.

### **4.3. Fórmula Universal ou de Darcy-Weisbach (Apostila 08)**

- 4.3.1. Condutos forçados – Dimensionamento
- 4.3.2. Fórmulas utilizadas no dimensionamento de condutos forçados
- 4.3.3. Fórmula Universal ou de Darcy-Weisbach.
- 4.3.4. Obtenção do fator de atrito “f” pelo diagrama de Moody.
- 4.3.5. Obtenção do fator de atrito “f” pelo uso de fórmulas.
- 4.3.6. Dedução de algumas fórmulas utilizadas no dimensionamento de condutos forçados:
  - 4.3.6.1. Para o regime turbulento:
    - 4.3.6.1.1. Fórmula de Blasius combinada com a fórmula Universal para THL com  $Re < 100.000$
    - 4.3.6.1.2. Fórmula de Colebrook-White, em função do diâmetro e da perda de carga unitária.
  - 4.3.6.2. Para o regime laminar:
    - 4.3.6.2.1. Fórmula Universal ou de Darcy-Weisbach, em função da velocidade.
    - 4.3.6.2.2. Fórmula Universal ou de Darcy-Weisbach, em função da vazão.

### **4.4. Fórmulas Práticas ou Empíricas (Apostila 09)**

- 4.4.1. Fórmulas práticas ou empíricas – Características e campo geral de aplicação.
- 4.4.2. Fórmula de Hazen-Williams
- 4.4.3. Fórmula de Flamant
- 4.4.4. Fórmula de Fair-Whipple-Hsiao

### **4.5. Estudo dos Condutos Equivalentes (Apostila 10)**

- 4.5.1. Condutos equivalentes:
  - 4.5.1.1. Pela equação Universal
  - 4.5.1.2. Pela equação de Hazen-Williams
  - 4.5.1.3. Pela equação Flamant
  - 4.5.1.4. Pela equação Fair-Whipple-Hsiao
- 4.5.2. Condutos mistos ou em série
  - 4.5.2.1. Equação geral
    - 4.5.2.1.1. Para a fórmula Universal
    - 4.5.2.1.2. Pela fórmula de Hazen-Williams
    - 4.5.2.1.3. Pela fórmula Flamant
    - 4.5.2.1.4. Pela fórmula Fair-Whipple-Hsiao

### **4.6. Linha de Carga em Abastecimento de Água por Gravidade (Apostila 11)**

- 4.6.1. Generalidades
- 4.6.2. Posição do encanamento em relação à linha de carga
- 4.6.3. Perfis de distribuição de água por gravidade

---

#### **4.7. Perdas de Carga Localizadas (Apostila 12)**

4.7.1. Generalidades

4.7.2. Método dos coeficientes.

4.7.3. Método dos comprimentos equivalentes.

#### **4.8. Descarga de Reservatórios (Apostila 13)**

4.8.1. Generalidades

4.8.2. Conduto descarregando livremente na atmosfera

4.8.3. Tubulação terminando em bocal

#### **4.9. Sifões (Apostila 14)**

4.9.1. Conceito

4.9.2. Funcionamento

4.9.3. Partes componentes

4.9.4. Condições de funcionamento:

4.9.4.1. 1ª condição

4.9.4.2. 2ª condição

4.9.4.3. 3ª condição

4.9.5. Perdas de carga

4.9.6. Diâmetro do sifão

4.9.7. Pressão no vértice do sifão

#### **4.10. Características Hidráulicas dos Emissores de Irrigação (Apostila 15)**

4.10.1. Generalidades: conceito e classificação de orifícios e bocais e suas relações com os emissores de irrigação

4.10.2. Vazão em orifícios e bocais

4.10.3. Aplicação da vazão de orifícios e bocais nos emissores de irrigação:

4.10.3.1. Nos aspersores

4.10.3.2. Nos microaspersores e gotejadores – Obtenção da equação pressão-vazão e importância do expoente “x” na variação pressão-vazão.

4.10.4. Características e tipos de emissores (gotejadores e microaspersores)

#### **4.11. Tubulações com Múltiplas Saídas (Apostila 16)**

4.11.1. generalidades - Princípios gerais de funcionamento

4.11.2. Coeficiente de Christiansen – Método de obtenção: Fórmula e Tabela.

4.11.3. Fórmulas utilizadas no dimensionamento de linhas laterais e de derivação de sistemas de irrigação (aspersão, microaspersão e gotejamento) – Universal ou de Darcy Weisbach e Hazen-Williams.

4.11.4. Critérios de dimensionamento:

4.11.4.1. Linhas laterais de irrigação por aspersão

4.11.4.2. Linhas laterais e de derivação de irrigação localizada

4.11.5. Perfil da distribuição de pressão:

4.11.5.1. Nas linhas laterais de irrigação por aspersão

4.11.5.2. Nas linhas laterais de irrigação localizada

4.11.5.3. Nas linhas de derivação de irrigação localizada

4.11.6. Exemplos práticos de dimensionamento de linhas laterais de irrigação por aspersão.

4.11.7. Exemplos práticos de dimensionamento de linhas laterais de irrigação por microaspersão e gotejamento.

4.11.8. Exemplos práticos de dimensionamento de linhas de derivação de irrigação por microaspersão e gotejamento.

### **5. CAPTAÇÃO E ELEVAÇÃO DE ÁGUA**

5.1. Considerações gerais.

5.2. Bombas centrífugas:

- 
- 5.2.1. Estudo dos componentes.
  - 5.2.2. Classificação e tipos de bombas centrífugas.
  - 5.2.3. Princípio de funcionamento.
  - 5.2.4. Potência necessária a um sistema de recalque.
  - 5.2.5. Potência instalada.
  - 5.2.6. Leis de afinidade hidráulica.
  - 5.2.7. NPSH – Net positive suction head.
    - 5.2.7.1. Medidas para combater a cavitação,.
  - 5.2.8. Estudo das curvas características – Aplicações (seleção do ponto de trabalho).
  - 5.2.9. Velocidade de rotação e rotação específica.
  - 5.2.10. Cavitação.
  - 5.2.11. Associação de bombas:
    - 5.2.11.1. Associação de bombas em série
    - 5.2.11.2. Associação de bombas em paralelo.
  - 5.2.12. ponto de funcionamento da bomba (Curva característica do sistema bomba/ tubulação).
  - 5.2.13. dimensionamento de tubulação de recalque:
    - 5.2.13.1. Velocidade econômica.
    - 5.2.13.2. Fórmula de Bresse.
    - 5.2.13.3. Fórmula da ABNT.
    - 5.2.13.4. Dimensionamento com base na análise econômica.
  - 5.2.14. Estudo do transiente hidráulico ou golpe de aríete:
    - 5.2.14.1. Descrição do fenômeno.
    - 5.2.14.2. Cálculo da sobre pressão hidráulica em manobra rápida de válvulas.
    - 5.2.14.3. Cálculo da sobre pressão hidráulica em manobra lenta de válvulas.
    - 5.2.14.4. Medidas de proteção contra o golpe de aríete.

---

Estão previstas três (03) avaliações mensais, previamente marcadas, cujas datas e horários poderão ser redefinidos oportunamente, fruto de acordo discente-docente.

**Não serão aplicadas as famigeradas segundas chamada das provas mensais.**

O aluno que não comparecer a uma das provas mensais terá de apresentar ATESTADO MÉDICO de profissional credenciado e habilitado da UFRB, dentro do prazo regimental. Após avaliação criteriosa deste documento, o professor marcará um dia e horário para aplicação da segunda chamada, que constará de prova oral sobre a parte teórica e prova escrita, constando de alguns problemas dos tópicos contemplados na referida avaliação.

---

## **Bibliografia**

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR – LIVROS:**

1. AZEVEDO NETO, J. M.; ALVAREZ, G. A. **Manual de hidráulica**. 8ª. Ed. Atual. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. 669p.
2. BACK, A. J. **Hidráulica e hidrometria aplicada (com programa Hidrom para cálculo)**. Florianópolis: Epagri, 2006. 299p.
3. BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV. 1989. 596p.
4. NEVES, E. T. **Curso de hidráulica**. 9ª. Ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1989. 577p.

---

## BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL - APOSTILAS DO CURSO:

1. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** introdução e propriedades dos líquidos. Vol. 1, (Apostila), 2010. 10p.
2. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** hidrostática - estudo das pressões. Vol. 2, (Apostila), 2010. 16p.
3. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** hidrostática - empuxo sobre superfícies planas submersas. Vol. 3, (Apostila), 2010. 22p.
4. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** hidrostática – dimensões básicas dos tubos de PVC. Vol. 4, (Apostila), 2010. 17p.
5. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** hidrodinâmica. Vol. 5, (Apostila), 2010. 26p.
6. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados - introdução. Vol. 6, (Apostila), 2010. 9p.
7. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – perfil da velocidade. Vol. 7, (Apostila), 2010. 7p.
8. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – dimensionamento – fórmula universal. Vol. 8, (Apostila), 2010. 23p.
9. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – dimensionamento – fórmulas práticas ou empíricas. Vol. 10, (Apostila), 2010. 9p.
10. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – estudo dos condutos equivalentes. Vol. 10, (Apostila), 2010. 8p.
11. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – linha de carga em abastecimento de água por gravidade. Vol. 11, (Apostila), 2010. 6p.
12. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – perdas de carga localizadas. Vol. 12, (Apostila), 2010. 9p.
13. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – descarga de reservatórios. Vol. 13, (Apostila), 2010. 5p.
14. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – sifões. Vol. 14, (Apostila), 2010. 9p.
15. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – características hidráulicas dos emissores de irrigação. Vol. 15, (Apostila), 2010. 12p.
16. SANTOS, J. A. S. **Hidráulica aplicada:** condutos forçados – tubulações com múltiplas saídas. Vol. 16, (Apostila), 2010. 25p.

---

**Diretor do Centro**

---

**Coordenador do Colegiado**