



### Programa de Disciplina

<b>DISCIPLINA</b> <b>Código:</b> ENS 7008 <b>Nome:</b> Hidráulica <b>Equivalência:</b> ENS5101	<b>Carga Horária:</b> 72 horas/aula
<b>EMENTA:</b> Conceitos básicos. Equações de energia e de movimento. Lei universal de distribuição de velocidade. Leis de resistência no escoamento turbulento. Fórmulas práticas para o escoamento em condutos forçados. Perda de carga distribuída e localizada. Sistemas de tubulações. Sistemas elevatórios. Orifícios e tubos curtos. Aulas de Laboratório de Hidráulica em Condutos Forçados.	

### Conteúdo Programático:

1. Revisão dos princípios fundamentais de hidrostática: Regime permanente. Teorema de Bernoulli e sua extensão ao movimento das correntes líquidas - perda de carga.
2. Condutos sob pressão: Generalidades. Perda de carga. Linha piezométrica. Fórmulas fundamentais da perda de carga. Distribuição das velocidades dos filetes líquidos. O número de Reynolds e seu significado como indicador do grau de turbulência do movimento. Perda de carga no regime laminar. Fundamento racional das fórmulas da perda de carga. Condutos lisos e rugosos. Fórmulas racionais da perda de carga. Diagrama de Stanton, segundo Moody. Fórmulas práticas para o cálculo da perda de carga. Tipos gerais das fórmulas. Fórmula de Darcy. Fórmula de Flamant. Fórmula de Hazen - Williams. Perdas de carga acidentais ou localizadas. Influência do tempo de serviço na rugosidade dos condutos.
3. Cálculo dos condutores sob pressão: Condutos simples. Problemas fundamentais. Velocidades empregadas nas canalizações. Relações entre as grandezas  $Q$ ,  $J$ ,  $D$  e  $V$ . Traçado da linha piezométrica. Pressão absoluta e efetiva. Diferentes posições do conduto em relação à linha piezométrica. Condutos em sifão. Sifões invertidos. Condutos equivalentes. Condutos mistos ou em série. Condutos em paralelo. Distribuição em percurso. Potência de uma instalação em recalque. Diâmetro econômico da canalização. Condutos alimentados por ambas as extremidades. Reservatórios de compensação. Problemas de Belanger ou dos três reservatórios.
4. Movimento uniforme em canais: Generalidades. Condições do movimento uniforme. Fórmula de Chezy. Fórmula de Bazin. Fórmula de Ganguillet e Kutter. Fórmula de Manning. Velocidades e declividades admissíveis. Distribuição das velocidades na seção transversal. Problemas gerais do cálculo de canais. Seções trapezoidais e retangulares. Seções de mínima resistência ou de vazão máxima. Trapézio de vazão máxima. Canais de vazão máxima. Canais de perímetro fechado. Canais de seção circular. Cálculo das seções fechadas. Diagramas.

5. Orifícios: Generalidades. Características do escoamento nos orifícios em parede fina. Coeficientes de velocidade, contração e vazão. Orifícios de grande altura em relação à carga. Orifícios afogados ou submersos. Contração incompleta. Escoamento sob pressões diferentes. Influência da velocidade de aproximação. Perda de carga em orifícios. Diagramas. Descarga de comportas e adufas.

6. Bocais ou tubos adicionais: Generalidades. Bocal ajustado. Bocal cilíndrico externo. Bocal cilíndrico reentrante. Bocal cônico convergente. Bocal cônico divergente. Bueiros. Descarregadores em sifão.

7. Vertedores: Generalidades. Vertedores retangulares. Contração da lâmina vertente. Principais fórmulas. Emprego dos vertedores na determinação das vazões. Diversas formas da lâmina vertente. Vertedores afogados ou incompletos. Vertedores inclinados. Vertedores oblíquos ou curvos. Vertedores de soleira espessa. Vertedores triangulares. Vertedores trapezoidais. Vertedores proporcionais. Vertedores tubulares. Vertedores de crista de barragens.

8. Escoamento sob carga variável: Esvaziamento e enchimento de reservatórios - Generalidades. Equações fundamentais. Reservatório de seção horizontal constante, sem contribuição, descarregando por um orifício ou bocal. Reservatório de seção horizontal variável, sem contribuição, descarregando por orifício de fundo. Reservatórios com contribuição, descarregando por orifício ou bocal. Reservatórios descarregando por vertedor.

9. Movimento variado em canais: Energia cinética, quantidade de movimento e energia específica. Variação da energia específica com a profundidade. Regimes recíprocos de escoamento. Salto hidráulico. Movimento gradualmente variado em regime permanente. Determinação qualitativa do perfil da superfície da água. Interpretação das equações. Condições normais e condições críticas. Método geral para discussão da equação. Formas do perfil da água em canais de fraca declividade e forte declividade. Fórmula de Bresse. Integração da equação diferencial do movimento variado. Integração gráfica da equação diferencial do movimento variado. Método da perda de carga média.

## **BIBLIOGRAFIA**

AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ, M.; ARAÚJO, R.; ITO, A.E. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Edgard Blucher. 1998, 8 ed., 669p.

PORTO, R. M. **Hidráulica básica**. São Paulo (SP): EESC, USP; 1998. 519p.

SILVESTRE, P. **Hidráulica geral**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos. 1995, 316p.

BAPTISTA, M. B., COELHO, M.M.L.P., CIRILO, J.A. **Hidráulica aplicada**. Porto alegre: ABRH, 2001.