



## PROGRAMA DE DISCIPLINA

---

**DISCIPLINA:** MICROMETEOROLOGIA

**CÓDIGO:** METR034

**CARGA HORÁRIA:** 80 horas

---

**EMENTA:**

Balço de energia em superfície. Camada limite atmosférica (CLA). Movimento do ar no interior da CLA. Parâmetros aerodinâmicos. Estabilidade atmosférica – número de Richardson. Turbulência na CLA. Vento e transporte turbulento. Fluxos turbulentos. Poluição atmosférica na CLA. Teoria da Similitude. Climatologia urbana.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:**

UNIDADE 1 – BALANÇO DE ENERGIA EM SUPERFÍCIE:

Introdução.

Conceitos básicos:

- a) Radiação
- b) Condução
- c) Convecção
- d) Quantidade de movimento

Perfil do vento e parâmetros aerodinâmicos:

- a) Equação do vento
- b) Velocidade de fricção
- c) Comprimento de rugosidade
- d) Altura do deslocamento do plano zero

Balço de energia em superfície:

- a) Hipóteses de fechamento/condições de contorno
- b) Definições e conceitos básicos:
  - b.1) Saldo de radiação
  - b.2) Fluxo de calor no solo

- b.3) Fluxo de calor sensível
- b.4) Fluxo de calor latente
- c) Cálculo do fluxo de calor no solo
- d) Cálculo dos fluxos de calor sensível e de calor latente
  - d.1) Método da razão de Bowen
  - d.2) Método da resistência
  - d.3) Método aerodinâmico
  - d.4) Método da correlação dos vórtices turbulentos
- e) Aplicações
- f) Instrumentação

## UNIDADE 2 – CAMADA LIMITE ATMOSFÉRICA E TURBULÊNCIA:

Camada limite:

- a) Introdução
- b) Camada Limite Atmosférica (CLA):
  - b.1) Sub-camada laminar
  - b.2) Camada limite superficial]
  - b.3) Camada de mistura
  - b.4) Camada limite convectiva
  - b.5) Zona de entranhamento
  - b.6) Camada residual
  - b.7) Camada limite interna e “Fetch”
- c) Evolução temporal da CLA
  - c.1) Dia– Camada limite convectiva
  - c.2) Noite– Camada limite norturan / estável

Turbulência na CLA

- a) Estabilidade atmosférica
  - a.1) Estabilidade estática
  - a.2) Número de Reynolds
  - a.3) Número de Richardson

- a.4) Comprimento de Monin-Obukhov
- b) Características da turbulência na CLA
- c) Medidas das características da turbulência na CLA
- d) Propriedades espectrais
- e) Hipótese de Taylor
- f) Escalas integrais
- g) Espectros de energia
- h) Relação entre espectro de energia e a escala integral de tempo
- i) Teoria de Kolmogoroff
- j) Espectro e funções de estrutura dos escalares no domínio inércia
- k) Escala de comprimento e coeficientes de troca turbulenta deduzidos dos espectros.

### UNIDADE 3 – TEORIA DE SIMILITUDE E POLUIÇÃO NA CLA:

Teoria da similitude:

- a) Introdução
- b) Análise dimensional
- c) Variáveis de escala
- d) Teoria da similitude na CLS (Monin e Obukhov)
  - d.1) Relações de similitude na camada limite estável
  - d.2) Relações de similitude na camada limite neutra
  - d.3) Relações de similitude na camada limite convectiva

Poluição atmosférica na camada limite:

- a) Principais tipos de poluentes
- b) Classificação das fontes
- c) Emissões
- d) Controles atmosféricos
- e) Dispersão na camada limite
- f) Características individuais de uma pluma
- g) Poluição urbana e regional.

#### UNIDADE 4 – CLIMATOLOGIA URBANA:

Modificação intencional do microclima:

- a) Controles de superfície
- b) Proteção contra o frio
- c) Dispersão de nevoeiros
- d) Quebra vento
- e) Clima em casas de vegetação
- f) Climatização artificial em edifícios

Modificação não intencional do microclima:

- a) Modificação por edifícios
- b) Modificação por áreas urbanas

Balço de energia e de água em regiões urbanas

Fontes antropogênicas de calor e de água

Microclima no interior do Dossel urbano

Balço de energia em um “Canyon”

Ilha de calor urbana

Umidade, nevoeiro e vento

Clima na camada limite urbana

Efeitos da urbanização sobre:

- a) a radiação de ondas curtas e de ondas longas
- b) a nebulosidade
- c) a precipitação

#### **REFERÊNCIAS:**

##### **BIBLIOGRÁFIA BÁSICA**

- ARYA, S. P. **Introduction to Micrometeorology**. USA: ELSEVIER ISE, 2nd Ed., 420p, 2001.
- GEIGER, R. **The climate near de ground**. Cambridge: Havard University, 1965.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Methuem & Co., 1978.
- STULL, R. B. **An introduction to boundary layer meteorology**. Dordrecht: Kluwer Acadm. Publishers, 1988.

- SUTTON O.G., **Micrometeorology: a study of physical process in the lowest layers of the earth's atmosphere.** McGraw-Hill, 1953.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- BRUTSAERT, W. **Evaporation into the atmosphere, theory, history and applications.** Netherlands: Reidel Publ., 1982.
- FOKEN, T. **Micrometeorology.** Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- KAIMAL, J. C.; FINNIGAN, J. J. **Atmospheric boundary layer flows: their structure and measurement.** New York: Oxford University Press, 1994.
- MUNN, R. E. **Descriptive micrometeorology.** New York: Academic Press, 1966.