



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Ambiental

## Ficha 2 (variável)

|   |  |                      |  |                  |                    |                             |
|---|--|----------------------|--|------------------|--------------------|-----------------------------|
| Disciplina: Dispersão Atmosférica e Qualidade do Ar |  |                      |  |                  |                    | Código: TEA023              |
| Natureza:   | (x) Semestral                            | ( ) Anual            | ( ) Modular  |                  |                    | Vagas: 60                   |
| (x) Obrigatória                                     |  |                      |  |                  |                    |                             |
| ( ) Optativa  |  |                      |  |                  |                    |                             |
| Pré-Requisito:                                      |  | Co-requisito:        | Modalidade: (x) Presencial ( ) Totalmente EAD .... *CH EaD |                  |                    |                             |
| Métodos Numéricos, CMA311, CMA411, CF062            |  |                      |  |                  |                    |                             |
| CH Total: 90  | Padrão (PD): 90                          | Laboratório (LB): 00 | Campo (CP): 00   | Estágio (ES): 00 | Orientada (OR): 00 | Prática Específica (PE): 00 |
| CH Semanal: 06                                      | Estágio de Formação Pedagógica (EFP): 00 | Extensão (EXT): 00   | Prática como Componente Curricular (PCC): 00               |                  |                    |                             |
| Carga horária semestral 60 PD                       |  |                      |  |                  |                    |                             |

## Ementa (Unidades Didáticas)

Estudo das propriedades físicas da camada limite atmosférica, dos processos que controlam a dispersão dos poluentes na atmosfera e dos principais métodos e técnicas empregadas na modelagem matemática desses processos.

Obs: Devido ao fato do semestre ser mais curto, e considerando a carga horária da disciplina, não é possível cobrir toda carga horária prevista com as aulas regulares e faz-se necessário, como excepcionalidade, complementar a carga horária faltante com atividades não presenciais de listas de exercícios. A frequência correspondente será verificada por meio da entrega das listas correspondentes.

## PROGRAMA (Itens de cada unidade didática)

Início: 31/01/2022

Fim: 09/05/2022

Aulas às 3as e 5as, 07:30–09:10

| Aula | Data          | Conteúdo  | Progresso   |
|------|---------------|---|---|
| 1    | 3ª 01/02/2022 | Fenomenologia da Camada-Limite Atmosférica. Turbulência.  | Fenomenologia da Camada-Limite Atmosférica. Turbulência.  |
| 2    | 5ª 03/02/2022 | Turbulência como um processo estocástico no tempo e no espaço. Decomposição de Reynolds - I                       | Termodinâmica: umidade atmosférica: definições. Temperatura virtual. Condições de contorno e fórmulas de cálculo. |
| 3    | 3ª 08/02/2022 | Diversos tipos de médias. Balanços integrais para fluxos de escalares.  | Termodinâmica: temperatura potencial e hidrostática. Aproximação de Boussinesq                                    |
| 4    | 5ª 10/02/2022 | Termodinâmica: umidade atmosférica: definições. Temperatura virtual. Condições de contorno e fórmulas de cálculo. | Aproximação de Boussinesq para a conservação de massa   |
| 5    | 3ª 15/02/2022 | Termodinâmica: temperatura potencial e hidrostática.  | Aproximação de Boussinesq para conservação de massa e quantidade de movimento.                                    |



|    |               |  |   |
|----|---------------|--|---|
| 6  | 5ª 17/02/2022 | A aproximação de Boussinesq.   | Equações para flutuações, equação de estado linearizada, etc.       |
| 7  | 3ª 22/02/2022 | Uma discussão qualitativa das equações de ordem 1 e 2. Dissipação.   | Uma discussão qualitativa das equações de ordem 1 e 2.              |
| 8  | 5ª 24/02/2022 | <b>P1</b>  |   |
|    | 2ª 28/02/2022 | <b>Carnaval</b>  |   |
|    | 4ª 02/03/2022 | <b>Carnaval</b>  |   |
| 9  | 5ª 03/03/2022 | Teoria de Similaridade de Monin-Obukhov  | A equação da ECT e intro à TSMO                                     |
| 10 | 3ª 08/03/2022 | Teoria de Similaridade de Monin-Obukhov  | Fluxos superficiais   |
| 11 | 5ª 10/03/2022 | Teoria de Similaridade de Monin-Obukhov  | Escalas $u^*$ , $\theta^*$ , etc, e apresentação da TSMO            |
| 12 | 3ª 15/03/2022 | Parametrização da camada de mistura.   | Escalas $u^*$ , $\theta^*$ , etc, e apresentação da TSMO            |
| 13 | 5ª 17/03/2022 | Processamento de dados de turbulência. Estimativa da velocidade de atrito. Estimativa de erros.  | Escalas $u^*$ , $\theta^*$ , etc, e apresentação da TSMO            |
| 14 | 3ª 22/03/2022 | A correção WPL.  | método da razão de Bowen, equação psicrométrica, a velocidade $w_f$ |
| 15 | 5ª 24/03/2022 | Métodos indiretos de estimativa de fluxos: variância e dissipação.   |   |
| 16 | 3ª 29/03/2022 | O movimento da Terra em torno do Sol. Declinação. Ângulo Zenital. Radiação Solar Extra-Atmosférica. O Balanço de Energia na Superfície. Modelos para Radiação Solar. Modelos para Radiação Atmosférica, Radiação emitida e fluxo de calor no solo. |   |
| 17 | 5ª 31/03/2022 | O método do balanço de energia/razão de Bowen. O conceito de evaporação de equilíbrio. Priestley-Taylor. Penman-Monteith.  |   |
| 18 | 3ª 05/04/2022 | Modelos climatológicos de evaporação e de evapotranspiração. Advecção-aridez, relação complementar, de Bouchet a Brutsaert passando por Morton.  |   |
| 19 | 5ª 07/04/2022 | <b>P2</b>  |   |
| 20 | 3ª 12/04/2022 | Modelos climatológicos de evaporação e de evapotranspiração. Seasonal Water Budget.  |   |
| 21 | 5ª 14/04/2022 | Qualidade do Ar: Uma visão geral de poluentes atmosféricos. CONAMA. Padrões norte-americanos e europeus, etc..   |   |
|    | 6ª 15/04/2022 | <b>Feriado: Paixão de Cristo</b>   |   |
| 22 | 3ª 19/04/2022 | A teoria de difusão turbulenta de Taylor. Comparação com a solução Euleriana. Difusão turbulenta em função da escala integral lagrangeana.   |   |
| 23 | 5ª 21/04/2022 | Soluções com taxas constantes de injeção.  |   |
| 24 | 3ª 26/04/2022 | Cálculos práticos: Classes de Estabilidade de Pasquill. Morfologia de plumas. alturas efetivas, estimativa de coeficientes de dispersão.   |   |
| 25 | 5ª 28/04/2022 | Método de Briggs, altura da pluma. Modelos de pluma gaussiana.   |   |
| 26 | 3ª 03/05/2022 | Modelagem de dispersão: AERMOD   |   |
| 27 | 5ª 05/05/2022 | <b>P3</b>  |   |
|    | 2ª 10/05/2022 | <b>F</b>   |   |

## OBJETIVO GERAL



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Ambiental

Compreender a física da camada-limite atmosférica, e conhecer as principais grandezas que influenciam sua dinâmica.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

Entender conceitos básicos de turbulência, tanto do ponto de vista teórico quanto de medições. Entender como se mede, e como se estima ou parametriza os fluxos superficiais de massa, quantidade de movimento e energia, e como esses fluxos afetam a hidrologia e a dispersão de poluentes. Conhecer modelos simples de interação superfície-atmosfera. Conhecer modelos simples de dispersão de poluentes.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A disciplina será dada em aulas presenciais

### FORMAS DE AVALIAÇÃO

FORMAS DE AVALIAÇÃO A avaliação será feita por meio de 3 trabalhos escolares (provas: P1, P2, P3). A média  $P = (P1 + P2 + P3)/3$  deverá ser maior que 40 para o aluno ir para exame final, e maior que 70 para aprovação direta. Em seguida, haverá um trabalho final (prova) F. Alunos com média final  $M = (P + F)/2$  igual ou superior a 50 estarão aprovados.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

Beychok, M. R. Fundamentals of stack gas dispersion *Milton R. Beychok*, 1994.  
Dias, N. L.; Gobbi, M. F. & Cunha, C. L. N. Estado da Arte em Ciclo do Carbono em Reservatórios (Jorge Machado Damázio, org.) Abordagens Micrometeorológicas para a estimativa de fluxos de gases de efeito estufa entre a superfície e a atmosfera. 1 ed. Rio de Janeiro. *CEPEL*, 2012, 1, 192-237.  
Stull, R. An Introduction to Boundary-Layer Meteorology. *Kluwer*, 1988.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

Brutsaert, W. Evaporation into the atmosphere. *D. Reidel*, 1982.  
Garratt, J. The atmospheric boundary layer *Cambridge University Press, U.K.*, 1994, 335 pp.  
Meteorology for scientists and engineers, 2 . ed., R.B. Stull, Brooks/Cole, 2000.  
Introduction to micrometeorology, 2 ed. , S.P. Arya, Academic Press, 2001.  
Workbook of atmospheric dispersion estimates, 2 . ed., D.B. Turner, CRC-Press, 1994

Professor da Disciplina: Nelson Luís Dias ([nldias@ufpr.br](mailto:nldias@ufpr.br))

Assinatura: 



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Ambiental

Chefe de Departamento ou Unidade Equivalente:  
Assinatura: