

# Temas dos Projetos de Cálculo 3 Aplicados à Engenharia Ambiental

## 1. Modelagem da Temperatura em Região Poluída

**Objetivo:** Analisar como a temperatura do ar varia em função da altitude e da concentração de poluentes atmosféricos, utilizando derivadas parciais e aproximações lineares para estimativas em regiões sem dados diretos.

**Equação:**

$$T(x, y, z) = T_0 - \alpha z + \beta P(x, y, z)$$

**Variáveis:**

- $T(x, y, z)$ : Temperatura do ar no ponto  $(x, y, z)$ , em °C
- $T_0$ : Temperatura ao nível do solo
- $\alpha$ : Taxa de decaimento térmico com altitude ( $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ )
- $z$ : Altitude (km)
- $\beta$ : Coeficiente que relaciona a poluição à temperatura
- $P(x, y, z)$ : Concentração de poluentes ( $\text{g}/\text{m}^3$ )

**Referências:**

- Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). *Atmospheric Science: An Introductory Survey* (2nd ed.). Academic Press.
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge.

## 2. Dispersão de Contaminantes em Aquíferos

**Objetivo:** Modelar a dispersão de contaminantes no subsolo com base na posição e no tempo, e aplicar derivadas parciais para avaliar como a concentração varia ao longo do espaço.

**Equação:**

$$C(x, y, z, t) = C_0 e^{-\lambda t} \cdot e^{-\gamma \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2}}$$

**Variáveis:**

- $C(x, y, z, t)$ : Concentração do contaminante (mg/L)
- $C_0$ : Concentração inicial
- $\lambda$ : Taxa de decaimento temporal
- $\gamma$ : Coeficiente de dispersão
- $(x_0, y_0, z_0)$ : Ponto de origem do vazamento
- $t$ : Tempo (dias)

**Referências:**

- Bear, J. (1979). *Hydraulics of Groundwater*. McGraw-Hill.
- Domenico, P. A., & Schwartz, F. W. (1998). *Physical and Chemical Hydrogeology*. Wiley.

## 3. Curvas de Nível e Erosão do Solo

**Objetivo:** Utilizar curvas de nível e gradiente para identificar regiões de maior declividade e risco de erosão, aplicando diferenciais para estimar o comportamento do relevo com base em dados pontuais.

**Equação:**

$$h(x, y) = A \sin(Bx) \cos(Cy)$$

**Variáveis:**

- $h(x, y)$ : Altitude do solo (m)
- $x, y$ : Coordenadas horizontais no terreno (m)
- $A, B, C$ : Parâmetros relacionados à variação topográfica

### **Referências:**

- Wilson, J. P., & Gallant, J. C. (2000). *Terrain Analysis: Principles and Applications*. Wiley.
- Moore, I. D., Grayson, R. B., & Ladson, A. R. (1991). Digital terrain modelling: A review. *Hydrological Processes*, 5(1), 3-30.

## **4. Modelagem da Qualidade do Ar em Área Urbana**

**Objetivo:** Estudar como a concentração de poluentes varia espacialmente em uma área urbana, considerando altura e densidade de fontes emissoras, e aplicar gradiente e diferencial para prever níveis de poluição em locais sem sensores.

### **Equação:**

$$Q(x, y, z) = Q_0 \cdot e^{-\delta D(x,y)} + \epsilon \cdot H(z)$$

### **Variáveis:**

- $Q(x, y, z)$ : Concentração de poluentes ( $\text{g/m}^3$ )
- $Q_0$ : Concentração de referência
- $D(x, y)$ : Densidade de fontes poluentes (veículos, população, etc.)
- $H(z)$ : Função que modela a estratificação vertical da poluição
- $\delta, \epsilon$ : Parâmetros de ajuste

### **Referências:**

- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics*. Wiley.
- Turner, D. B. (1994). *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. CRC Press.

## **5. Modelagem de Fertilidade do Solo**

**Objetivo:** Estimar a distribuição espacial da fertilidade do solo em uma área agrícola com base em medições pontuais, usando derivadas parciais e aproximação linear para propor otimizações no uso de fertilizantes.

### **Equação:**

$$N(x, y) = N_0 + \alpha x^2 + \beta y^2$$

### **Variáveis:**

- $N(x, y)$ : Concentração de nutrientes no solo (mg/kg)
- $N_0$ : Valor médio de referência
- $\alpha, \beta$ : Coeficientes espaciais
- $x, y$ : Coordenadas horizontais no terreno (m)

**Referências:**

- Cambardella, C. A. et al. (1994). Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(5), 1501–1511.
- Pieri, C. et al. (1995). *Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa*. World Bank.

## 6. Risco de Alagamento com Base em Altitude e Precipitação

**Objetivo:** Simular o risco de alagamento em função da topografia e precipitação acumulada, usando funções de várias variáveis e diferenciais para prever acúmulo de água em regiões críticas.

**Equação:**

$$A(x, y) = R(x, y) - h(x, y)$$

**Variáveis:**

- $A(x, y)$ : Acúmulo de água ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ )
- $R(x, y)$ : Volume de chuva acumulado ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ )
- $h(x, y)$ : Altitude do terreno (m)

**Referências:**

- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- Singh, V. P. (1992). *Elementary Hydrology*. Prentice Hall.

## 7. Dispersão de Gases Tóxicos na Atmosfera

**Objetivo:** Modelar a concentração de gases tóxicos liberados por fontes industriais, utilizando derivadas parciais e aproximação para estimar a dispersão em uma área, e prever os riscos para a saúde pública.

**Equação:**

$$G(x, y, t) = \frac{M}{4\pi Dt} \exp\left(-\frac{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}{4Dt}\right)$$

**Variáveis:**

- $G(x, y, t)$ : Concentração do gás (ppm)
- $M$ : Massa total liberada (kg)
- $D$ : Coeficiente de difusão ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
- $t$ : Tempo desde o vazamento (s)
- $(x_0, y_0)$ : Localização do ponto de emissão

**Referências:**

- Turner, D. B. (1994). *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. CRC Press.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics*. Wiley.