



CONCURSO ITA 2025

EDITAL: 02/ITA/2025

CARGO: PESQUISADOR

PERFIL: PQ-13

CADERNO DE QUESTÕES

1. Esta prova tem duração de **4 (quatro) horas**.
2. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar ou equipamento eletrônico.**
3. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de respostas** que deverão ser devolvidos ao final do exame.
4. O caderno de questões é composto por **10 questões dissertativas**.
5. As **questões dissertativas devem ser respondidas exclusivamente no caderno de respostas**. Responda sequencialmente as questões, usando caneta preta.
6. **É obrigatória a devolução do caderno de questões e do caderno de respostas**, sob pena de desclassificação do candidato.
7. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

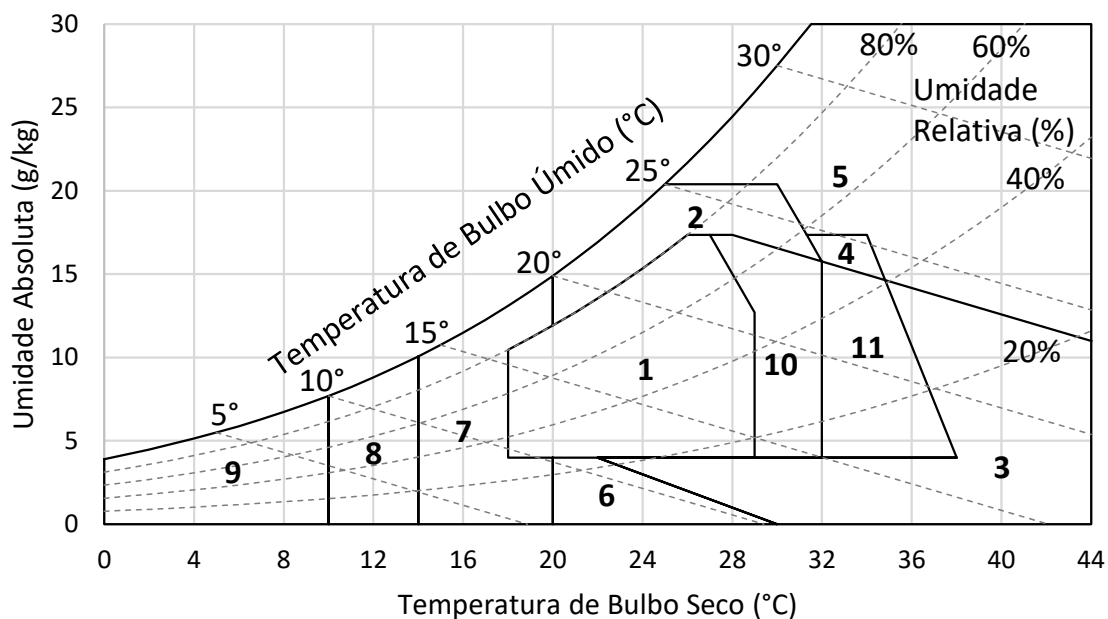


Figura 1: Carta Bioclimática com onze zonas de estratégia bioclimática

Questão 1. O bioclimatismo consiste na concepção de projetos de edificações que tiram partido do clima local para proporcionar conforto térmico com promoção de eficiência energética da edificação e minimização de impacto ambiental. Assim, aproveita-se a ventilação natural, a iluminação natural e a radiação solar de modo racional na concepção de uma edificação. Entre as ferramentas para este fim, a carta bioclimática é uma das mais importantes. Trata-se de uma carta psicrométrica, sobre a qual determinam-se intervalos de umidade e temperatura do ar ambiente, para os quais soluções específicas de promoção de conforto higrotérmico são recomendadas. Estas soluções são chamadas de estratégias bioclimáticas. Na Figura 1, a Zona 1 da carta bioclimática contém os pares ordenados de temperatura e umidade para os quais o conforto em uma edificação pode ser alcançado sem o uso de estratégias específicas. Sobre este assunto, pede-se que o candidato desenvolva os seguintes aspectos:

1. Determine, dentre as onze zonas da carta bioclimática, quais são aquelas para as quais o resfriamento evaporativo é uma estratégia bastante recomendada; justifique o apontamento destas zonas com base em processos de mudança de fase (líquido-vapor) adiabática.
2. Com base em apenas dois dos critérios específicos que caracterizam as Soluções Baseadas na Natureza (NbS), justifique porque a arquitetura bioclimática é uma NbS.

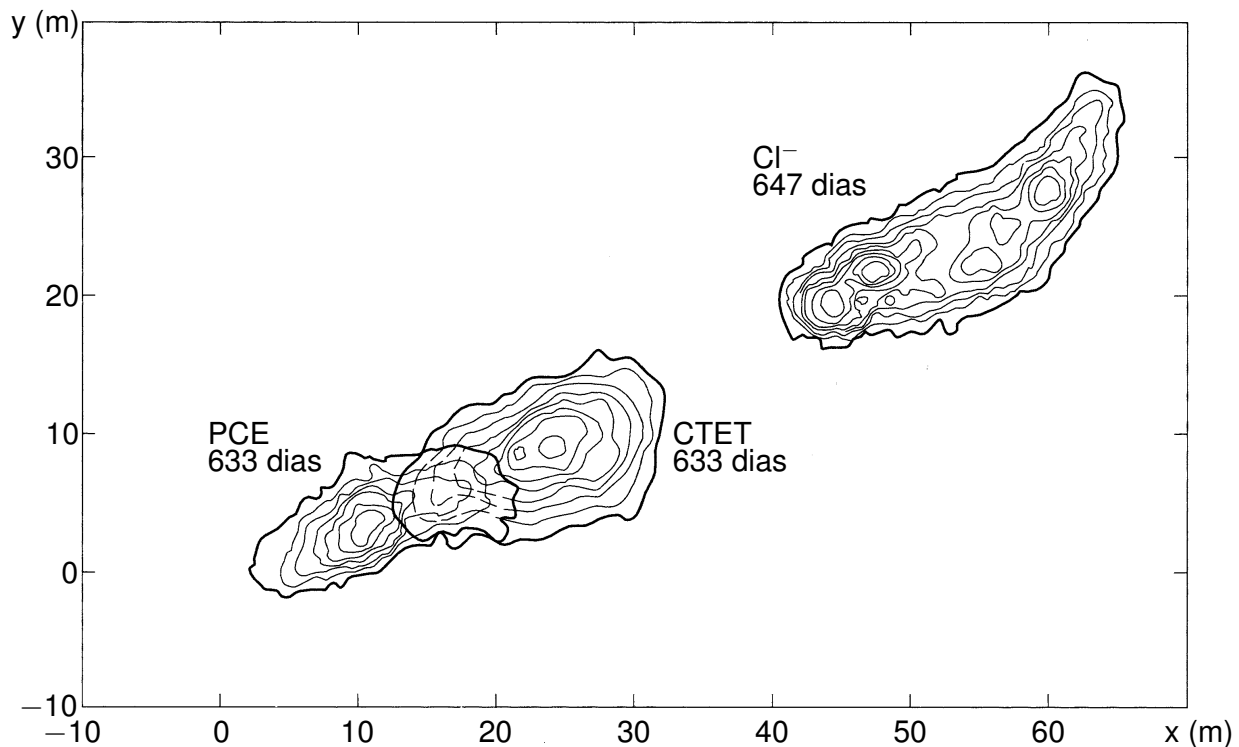


Figura 2: Plumas de cloreto (Cl^-), tetracloreto de carbono (CTET) e tetracloroetileno (PCE) no fim do período experimental. As plumas são baseadas em médias das concentrações em profundidade.

Questão 2. A Figura 2 apresenta resultados de concentrações (plumas) de três substâncias dissolvidas na água subterrânea, quase dois anos depois de terem sido dispostas em um aquífero através de um poço no ponto ($x = 0, y = 0$), no experimento célebre em Borden, no Canadá¹. Trata-se de um aquífero arenoso, com velocidade de fluxo horizontal de 29.6 m/ano. O teor de carbono orgânico do aquífero é baixo (0.02%). Pede-se:

1. Com base na figura em questão, enumere os principais fenômenos de transporte de massa envolvidos no transporte do cloreto (Cl^-); a importância quantitativa destes fenômenos deve ser justificada com base na figura.
2. Apresente as equações que descrevem os fenômenos de fluxo do cloreto, especificando os parâmetros empregados nestas equações.
3. Apresente a equação diferencial que rege o transporte destas substâncias, especificando os parâmetros empregados nesta equação.
4. Comente sobre a importância da distinção entre os fenômenos de transporte em fluido livre e em fluido nos poros um meio poroso e qual a importância destes conceitos para o caso em questão. Enumere outros fenômenos importantes para o transporte de contaminantes em solos.

¹Roberts, P. V., M. N. Goltz, and D. A. Mackay. 1986. A natural gradient experiment on solute transport in a sand aquifer, 3. Retardation estimates and mass balances for organic solutes. *Water Resources Research* 22:2047–2059

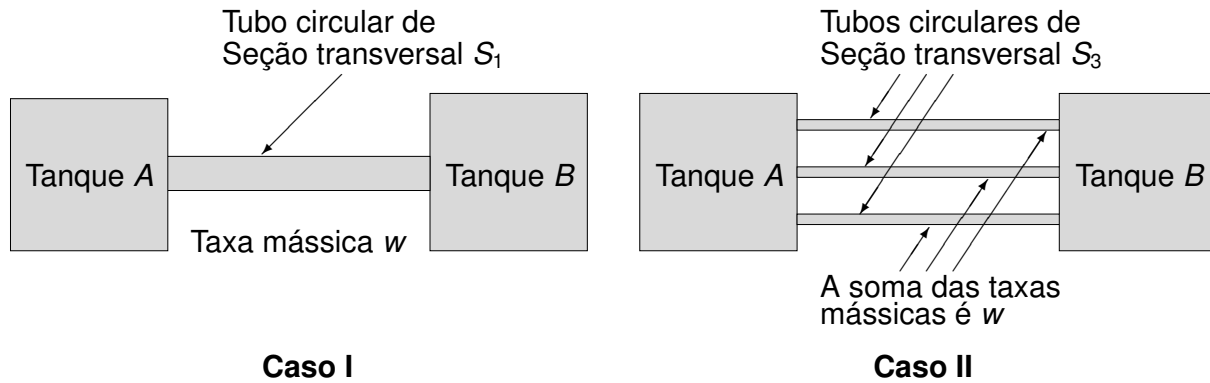


Figura 3: Escoamento entre dois tanques

Questão 3. Seja o escoamento entre dois tanques, conforme mostrado na Figura 3.

Caso I: Um fluido está escoando entre dois tanques A e B em escoamento turbulento ($2.1 \cdot 10^3 < Re < 10^5$) pelo fato de a pressão no tanque A ser superior à pressão no tanque B ($p_A > p_B$). Os tanques estão no mesmo nível e não há bomba na linha. A linha de conexão tem uma área de seção transversal S_1 e a taxa mássica é w para uma queda de pressão de $(p_A - p_B)_I$.

Caso II: Deseja-se trocar a linha de conexão por três linhas, cada uma com seção transversal $S_3 = \frac{S_1}{3}$. Qual é a diferença de pressão $(p_A - p_B)_{II}$ necessária em função de $(p_A - p_B)_I$ para fornecer a mesma taxa mássica total igual à do Caso I? Considere escoamento turbulento através de tubos lisos e o uso da fórmula de Blasius para tubos lisos para o fator de atrito:

$$f = \frac{0.0791}{Re^{1/4}}, \quad 2.1 \cdot 10^3 < Re < 10^5.$$

Adotar a equação universal $\left(h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \right)$. A resposta deve ser obtida como uma expressão potencial do tipo

$$(p_A - p_B)_{II} = \alpha^{\beta/\gamma} (p_A - p_B)_I,$$

onde α , β e γ são números inteiros.

Questão 4. Em um tubo de uma adutora de água tratada, o decaimento inicial de monocloramina segue uma cinética que pode ser aproximada por segunda ordem:

$$\frac{dC}{dt} = -k C^2.$$

A concentração inicial de monocloramina C_0 na saída da Estação de Tratamento de Água (entrada do tubo da adutora) é igual a 3.00 mg/L e a concentração mínima desejável C é igual a 1.00 mg/L. O tubo possui velocidade mínima v igual a 0.60 m/s. Determine o comprimento máximo L aproximado (em km) do tubo da adutora de água tratada que garanta uma concentração de monocloramina superior ao limite mínimo desejável na adutora. Considerar escoamento em regime turbulento em pistão, distribuição de monocloramina uniforme na seção, vazão constante ao longo da adutora e constante cinética k igual a $0.020 \text{ L mg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Questão 5. 1 Considere o problema de garantir o abastecimento de água para consumo humano e animal e para irrigação em uma bacia rural hidrográfica do rio X de 400 km^2 no semiárido nordestino. A demanda agregada é de 70% da vazão média anual de longo curso do rio X , e em muitos anos não pode ser atendida. Considere que existem 20 anos de dados de chuva (1 pluviômetro, dados diários), de vazão na exutória da bacia (dados diários), e de dados horários de uma estação meteorológica automática situada a 40 km de distância do centróide da bacia. 3 intervenções possíveis e talvez complementares incluem:

1. Construção de um canal para adução da vazão adicional necessária, a partir do canal adutor principal de transposição de vazão do rio São Francisco, situado a 100 km de distância do centróide da bacia do rio X .
2. Construção de um açude.
3. Construção de um sistema distribuído de captação de água da chuva em cisternas subterrâneas.

Para cada uma das opções acima, descreva sucintamente as atividades de modelagem computacional que você desenvolveria para avaliar cada solução proposta no que diz respeito a:

1. Risco de não-atendimento da demanda em um ano qualquer.
2. Impactos ambientais positivos e negativos mais prováveis de cada solução.
3. Efeitos da mudança climática sobre o desempenho da solução proposta.

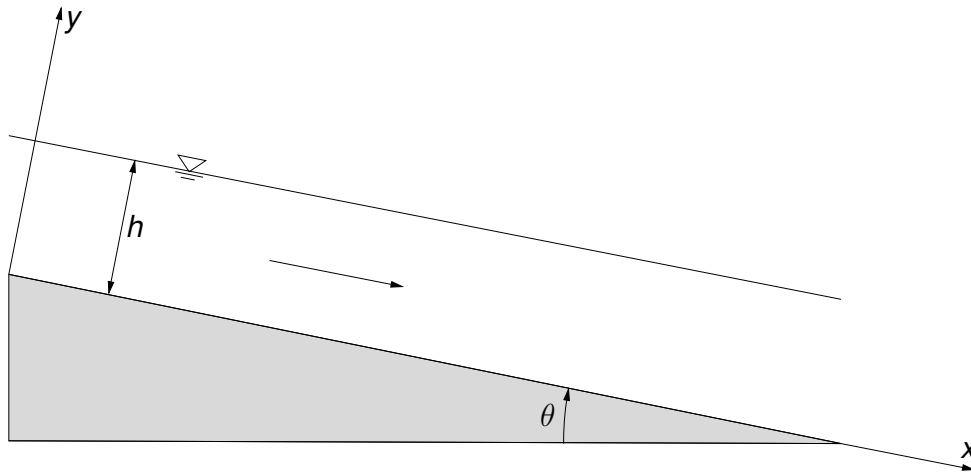


Figura 4: Fluxo sobre superfície inclinada

Questão 6. Considere o escoamento bidimensional, laminar e incompressível, com profundidade h , de um fluido viscoso sobre uma superfície plana infinita e com inclinação θ em relação à superfície da Terra. A Figura 4 ilustra a situação. Pede-se

1. Escreva por extenso as equações de Navier-Stokes

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \vec{v} &= 0 \\ \rho \left[\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right] &= \rho \vec{g} - \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} \end{aligned}$$

em termos de t , x , y , da massa específica ρ , das componentes (e suas derivadas parciais quando for o caso) (v_x, v_y) da velocidade $\vec{v}$, da pressão p (e suas derivadas parciais quando for o caso), das componentes (g_x, g_y) da aceleração da gravidade $\vec{g}$, e da viscosidade dinâmica μ .

2. Simplifique as equações para as hipóteses de escoamento permanente e plenamente desenvolvido em x .
3. Liste as condições de contorno que permitem resolver completamente para v_x , v_y e p , justificando-as fisicamente.
4. Resolva para v_y e p , e utilize os resultados obtidos para simplificar ainda mais as equações diferenciais.
5. Considere que p_0 é o valor da pressão atmosférica, e g é o módulo da aceleração da gravidade. Não é necessário resolver para v_x .

Questão 7. Considere uma injeção instantânea de massa M de soluto na seção $x = 0$ de um canal de água (em repouso), infinito, com área transversal A . A equação governante, condição inicial, e condição de conservação de massa são

$$\begin{aligned}\frac{\partial c}{\partial t} &= D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \\ c(x, 0) &= \frac{M}{A} \delta(x), \\ \int_{-\infty}^{\infty} c(x, t) dx &= \frac{M}{A} \quad \forall t,\end{aligned}$$

onde x é a posição, t é o tempo, $c(x, t)$ é a concentração volumétrica (massa de soluto/volume), D é um coeficiente de difusão e $\delta(x)$ é a delta de Dirac. Atenção: neste problema, M/A deve ser considerado como um única variável.

1. Utilizando análise dimensional, se M/A , $c(x, t)$, $4D$ (4 é um fator adimensional para facilitar a álgebra subsequente), x e t são as variáveis intervenientes, mostre que os dois grupos adimensionais do problema são

$$\begin{aligned}\xi &= \frac{x}{\sqrt{4Dt}} \\ \chi &= \frac{c(x, t)A\sqrt{4Dt}}{M}\end{aligned}$$

2. Se $\chi = f(\xi)$, obtenha (a partir da equação diferencial parcial governante) a equação diferencial ordinária para $f(\xi)$ e condição de conservação de massa equivalente. Não é necessário resolver a equação

Questão 8. Considere os seguintes algoritmos de Aprendizado de Máquina:

- Perceptron Multicamadas (MLP)
- Redes Neurais Convolucionais (CNN)
- Rede Neural Recorrente (RNN)
- Árvore de Decisão (DT)
- Máquinas de Vetores de Suporte (SVM)
- k-means
- DBSCAN

Para cada situação-problema apresentada a seguir, escolha apenas o algoritmo mais apropriado. Se julgar que nenhum dos algoritmos supracitados for adequado, indique essa condição. Justifique! (respostas sem justificativa correta serão canceladas). Situações-Problema:

1. Prever a cotação diária de uma moeda estrangeira a partir do histórico temporal, onde há forte dependência da ordem dos valores anteriores.
2. Classificar imagens de exames de raio-X entre “normal” e “pneumonia”, explorando padrões espaciais.
3. Criar um modelo explicável para aprovar ou negar crédito bancário, com base em regras claras e facilmente interpretáveis (ex.: “se renda $> X$ e dívida $< Y$, então aprovar”).
4. Dividir todos os consumidores em perfis de compra com base em gastos médios mensais.
5. Agrupar ocorrências de terremotos em regiões irregulares, contendo também pontos isolados (ruídos).
6. Classificar documentos de texto em categorias (ex.: “notícia esportiva”, “política”, “cultura”), levando em conta a ordem das palavras.
7. Prever a concentração de poluentes no ar usando séries temporais multivariadas com fortes relações físico-químicas entre as variáveis.
8. Resolver numericamente equações diferenciais parciais (ex.: difusão-convecção) a partir de condições de contorno e leis físicas conhecidas.

Questão 9. No reconhecimento de padrões em imagens de satélite, qual é a importância das resoluções *espacial*, *espectral* e *temporal*? Explique em poucas linhas como cada uma influencia a análise em aplicações de sensoriamento remoto.

Questão 10.

Você é um analista de dados em um projeto de monitoramento ambiental e recebeu uma imagem de satélite de uma área mista contendo floresta, corpos d'água, áreas agrícolas e uma pequena zona urbana. Seu objetivo é criar um mapa de uso e cobertura do solo para esta região. Para cada pixel da imagem, você tem acesso aos valores de refletância de diferentes bandas espectrais, além de um índice de vegetação já calculado. Dados Disponíveis (para um conjunto de pixels de amostra):

- Atributos (Features):
 - Banda_Vermelho: Valor de refletância na banda do vermelho.
 - Banda_IVP: Valor de refletância na banda do Infravermelho Próximo (NIR).
 - NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, calculado como $(IVP - \text{Vermelho}) / (IVP + \text{Vermelho})$. Varia de -1 a $+1$.
- Classes (Rótulos):
 - Água
 - Vegetação (floresta, pastagem)
 - Solo Exposto (áreas agrícolas sem plantio, áreas em construção)

Você decidiu treinar um modelo de Árvore de Decisão para classificar cada pixel da imagem em uma das três classes.

1. Explique por que o atributo NDVI foi provavelmente escolhido pelo algoritmo como a primeira regra (o “nó raiz”) para dividir os dados. Qual é a lógica física por trás dessa decisão no contexto de sensoriamento remoto?
2. Uma crítica comum às Árvores de Decisão é a sua tendência ao superajuste (overfitting), especialmente com dados complexos de sensoriamento remoto. Descreva o que é overfitting neste cenário e proponha uma técnica ou um modelo alternativo (baseado em árvores) que poderia ser usado para mitigar esse problema.

