

Questão 1 (2,5 pontos). Um rio urbano, afluente de outra bacia urbana, que recebe efluentes de esgotos tratados e não tratados, precisa uma vazão sustentável (ver equação abaixo).

$$Q_s = \frac{\alpha \cdot q[(1 - \mu\beta)C_n - C_s]}{(C_s - C_i)}$$

Esta vazão Q_s é determinada em função da meta relacionada a um parâmetro de qualidade que caracteriza as condições ambientais. Neste caso, espera-se para a classe 2 do CONAMA¹ que o corpo d'água tenha até 5 mg/L (C_s). Um valor em condições naturais espera-se que tenha da ordem de 2mg/L (C_i). A concentração do esgoto em natura é da ordem de 300-400 mg/L (C_n). O valor de $\alpha = 0,6 - 0,9$. A demanda esperada é da ordem de 160 a 200 L/dia/habitante. A equação fica dependente apenas da proporção de esgoto coletado e tratado e da redução de carga. Caso $\mu\beta = 1$ onde se tem todo esgoto coletado e redução de 100% da carga, a equação seria incoerente. Isto ocorre porque se aceita um nível de qualidade inferior a qualidade natural. Esta equação tem ajuste onde o maior valor de $\mu = 1 - C_s/C_n$ é nível de redução de carga equivalente a atender a concentração meta do corpo hídrico. O valor de $Q_s(\mu, \beta)$ ou seja é função dos níveis de coleta e tratamento. Considerando **os dados usados**, no limite de um serviço esperado de 65 a 95% de coleta e 30 a 85% de tratamento, pede-se (a) fazer um croqui/layout mostrando todas as variáveis e parâmetros da equação anterior, mostrando uma planta baixa do problema, (b) justificar com seu memorial de cálculo por que a vazão sustentável: seria de 2,81m³/hab/dia, e para um cenário de baixa coleta 0% e sem tratamento, a vazão aumenta para 15,71 m³/hab/dia, (c) responder: este indicador Q_s mostra que a demanda de água para controle de qualidade é sempre superior a demanda de água consuntiva, ou não? Por que? **Justificar** quanto custaria um relatório profissional deste tipo de problemas? .

Questão 2 (2 pontos): Moradores relatam que, em média, a cada 2 anos, sofrem com extravasamentos repentinos de um canal de drenagem urbana, construído de paredes de concreto (n-Manning = 0,014), com 4,6 Km de comprimento total, cuja seção transversal é retangular uniforme de 1,8 m de largura e 1,3 m de altura e cuja declividade média longitudinal é de 1%. A bacia tem um coeficiente médio de escoamento de 0,45. **Sua firma de engenharia ambiental é contratada para:** (a) **desenvolver** um croqui ou layout do problema e possíveis medidas mitigadoras, (b) **apresentar** bases técnicas de verificação hidráulica que justifiquem que o atual canal está subdimensionado e não impede esses extravasamentos frequentes, e (c) **projetar** uma medida mitigadora emergencial, rebaixando o fundo do canal existente até uma profundidade que mitigue estes extravasamentos frequentes. Justificar o memorial de cálculo, hipóteses e uso magnitudes. **Justificar** quanto custaria um relatório profissional deste tipo de problemas?

Adotar: $I_{max}(mm/h) = 1380 Tr(ano)^{0,31}/(21+Duracao(min))^{0,85}$; $V(m/s) = 1/n \cdot (Am/Pm)^{2/3} S^{1/2}$;

$Q(m^3/s) = V \cdot Am$; $Q_{max}(m^3/s) = C \cdot I_{max}(mm/h) \cdot Abacia(ha) / 360$; sendo Am : área molhada, Pm : perímetro molhado.

Questão 3 (3,0 pontos). Sua firma foi recontratada para projetar medidas mitigadoras mais duradouras e mais sustentáveis para atender o Plano Diretor 2050. Este sugere um canal renaturalizado, e com urbanização controlada, com mudanças e adaptações futuras em relação aos valores presentes de projeto; p.ex. no coeficiente de escoamento médio da bacia (de +22%), n-Manning maior (de +500%) oriundo de material diferente de concreto a partir de uma concepção hidráulica mais ambiental e próxima das condições naturais. Ainda este novo projeto contempla: tempo de retorno de projeto maior (50 anos), incorporar curvas e meandros, diminuindo a declividade longitudinal pela metade e ter seção transversal composta do canal, subdivida em calha principal (com igual largura ao canal atual, porém com profundidade máxima diferente) e mais duas áreas de várzeas construídas de +10m de largura cada uma, medidas a partir do canal principal, que acompanham o canal principal, e que entram em funcionamento hidráulico cada vez que o canal principal superar a profundidade de de 1,5m. Sem incluir mudanças nas curvas IDF locais: (a) **apresentar** croqui/layout do problema e soluções de medidas mitigadoras pretendidas (planta baixa, perfil longitudinal e seção transversal), (b) **determinar** a nova vazão máxima de projeto conforme a futura condição de bacia, (c) **projetar** o futuro canal renaturalizado, determinando as profundidades máximas (no canal principal e nas suas várzeas construídas) que atenda a vazão máxima de projeto. Justificar o memorial de cálculo, hipóteses e uso magnitudes. (d) **Justificar** quanto custaria um relatório profissional deste tipo de problemas?

Questão 4 (2,5 pontos). Entre Outubro/2013 e Maio/2014, uma anomalia climática diminuiu significativamente as chuvas esperadas no Sudeste Brasileiro e desencadeou uma grave insegurança hídrica em regiões metropolitanas. A crise foi caracterizada por: uma drástica queda de produção de água(Q, fluxo azul superficial), uma adequada regionalização da produção de cargas de poluição difusa em rios a partir do tamanho da área de drenagem afluente da bacia de montante (carga = f (área)), mas com uma lamentável falta de prevenção de uso racional (a demanda hídrica urbana foi constante, e somente diminui após a deflagração da crise). Reproduza os balanços hídricos sazonais (Outubro/2013 e Maio/2014), em bacias embutidas ,todas de diferentes tamanhos de áreas de drenagem, todas elas afluentes a um mesmo manancial de abastecimento, considerando: P = 847mm(valor médio regional), produção de água (Q) de: 151 mm(A=1940 km²), 141 mm(A=1234 km²), 146mm (A=2 km², com 13% de fração de ocupação de florestas), 74mm(A=1,6 km², com 58% de fração de ocupação de florestas), 59mm (A=393 km², com 60% de fração de florestas), 41mm (A=313 km², com 71% de florestas). Em cada uma destas bacias, **apresentar** (a) o croqui do problema e soluções solicitadas (à seguir), (b) os fluxos verdes e azuis superficiais admissíveis considerando que demandas não-consuntivas de carga de N-NO3 existentes em cursos hídricos foi estimada em N-

EESC/USP. SHS0360. Prova 1 – Teórica. Trabalho individual. Proibido uso de wifi e de material compartilhado durante a prova.

$NO \text{ (kg/dia)} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ Area(ha)}^{1.3433}$, e (2) um número máximo de habitantes, por bacia, que tenha sua dotação diária atendida em 177 L/dia/hab, (c) **justificar** quanto custaria um relatório profissional deste tipo de problemas?