

**Questão 1.** Brasil tem 3.386 barragens de rejeitos de minérios, hidrelétricas e reserva de abastecimento de água que serão vistoriadas para evitar desastres como o de Brumadinho. As principais medidas mitigadoras estarão vinculadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Na Figura 1 aparecem as demandas ambientais e turísticas em torno da usina de Furnas. Sua bacia de drenagem é de: 50464 km<sup>2</sup>, com volume útil de: 17.2 km<sup>3</sup>, potencia instalada de: 1312 MW, vazão média de longo período de 943 m<sup>3</sup>/s, a capacidade máxima do vertedor é de 13000 m<sup>3</sup>/s, com uma restrição de vazão máxima à jusante de: 4000 m<sup>3</sup>/s. O Plano de Sustentabilidade 2030 incorporará todos os ODS (Figura 1, inferior). **Pede-se:** fornecer exemplos de 2-3 medidas mitigadoras de impactos ambientais da UHE Furnas **para cada** objetivo de desenvolvimento (ODS). Justificar respostas conforme discussões realizadas na SHS360/2019. Incorpore as hipóteses necessárias. **Material de Apoio:** Aulas, Tabela de Barragens no Brasil (distribuída com alunos da disciplina) e leituras recomendadas para apoio no Curso: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.13154>



Figura 1. Superior: Aspectos ambientais e turísticos em torno da UHE Furnas-MG. Inferior: ODS (2019).

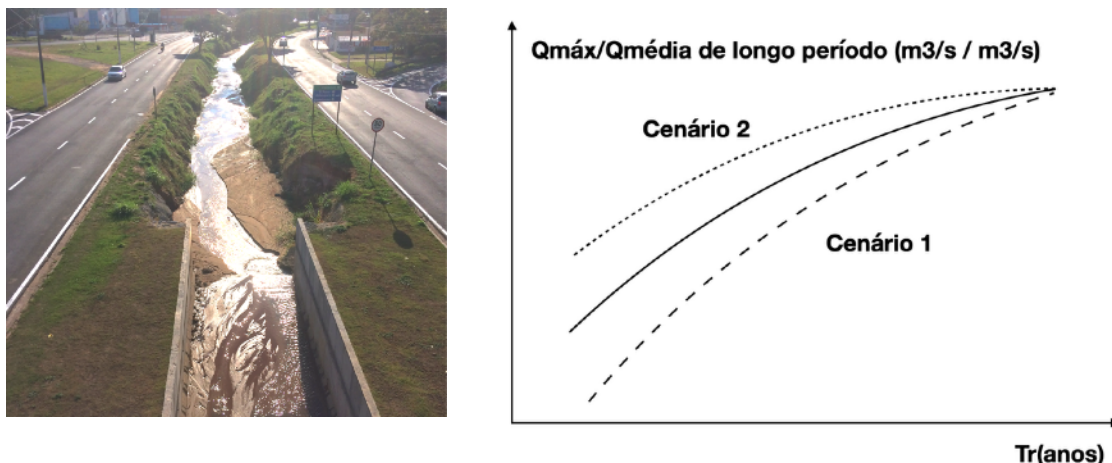


Figura 2. Esquerda: vista de montante para jusante do Córrego Invernada, Município de Valinhos-SP, com situação em 2019 de assoreamento, canalização parcial, retificação de canal e ocupação das várzeas laterais. Direita: ilustração conceitual de comparação de curvas de projeto de vazões máximas com base em dados históricos e estacionários (curva contínua) e dois cenários não-estacionários. Fonte: EMM (2019/2020)

**Questão 2** A partir de dados históricos e com hipótese de estacionariedade, o Canal do Córrego Invernada do Município de Valinhos-SP tem projeto original de obras de drenagem usando curva de dimensionamento tradicional (Figura 2, linha contínua). A Prefeitura prevê no seu Plano Diretor 2020-2050 **medidas mitigadoras via cenários alternativos. Um deles é a renaturalização do canal, mitigando os problemas atuais (ver Figura 2, esquerda). O outro cenário introduz mudanças climáticas com maior frequência de eventos extremos.** Pede-se: (2.1) **identificar e justificar** os cenários de medidas mitigadoras da Figura 2 (linhas de traços) em relação ao Plano Diretor da Prefeitura; (2.2) a partir da equação de *Risco* (%) =  $[1 - (1 - 1/Tr)^N] * 100$ , onde  $Tr$ (anos) e  $N$ (anos), **explicitar quantitativa e conceitualmente** como pode-se aumentar o risco de falha da obra, considerando um cenário de não-estacionariedade; (3) **apresentar** uma tabela, com duas colunas sendo elas: “A-Abordagem Estacionária”, e “B-Abordagem Não-Estacionária”, e três linhas, comparando: “i-tempo de retorno ( $Tr$  e  $Tr'$ )”, “ii-  $N$  e  $N'$ ”, e “iii-  $Risco(Tr)$ , e  $Risco'(Tr')$ ”, sendo  $Tr'$ ,  $N'$  e  $Risco'$  os correspondentes valores para abordagens não estacionárias; (4) se o canal foi construído em 1975, para eventos máximos de Tempo de Retorno de 50 anos e vida útil de 30 anos, **discutir** como deverão ser as medidas mitigadoras para uma vida útil estendida até ano 2050, isto é como deverão ser  $Tr'$ ,  $N'$ , e  $Risco'$ . **Justifique** suas respostas, conforme discutido em sala de SHS360.

**Questão 3** Da questão anterior, apresente uma figura conceitual, temporal, entre 1975 e 2050, com curvas de infraestrutura hídrica (capacidade) e de demanda da drenagem, para dois cenários. Cenário de referência, com infraestrutura hídrica com rápida deterioração e envelhecimento devido à falta de manutenção, e com uma acelerada demanda de drenagem devido à falta de controle da urbanização na área de drenagem. Cenário de intervenção, com medidas mitigadoras, que incorporam uma capacidade de infraestrutura de drenagem sustentável e mais resiliente a extremos, com manutenção adequada das obras de engenharia, e com uma demanda da drenagem desacelerada por medidas estruturais e não-estruturais na bacia de drenagem de montante. **Pede-se:** (1) **apresentar** uma figura conceitual destes dois cenários, identificando a vida útil de ambos cenários; (2) para o cenário de intervenção, **listar 5 medidas mitigadoras** estruturais e 5 medidas mitigadoras não-estruturais, conforme exemplos discutidos em sala de aula de SHS360.

**Questão 4** Figura 3 mostra reservatórios das UHE Jurumirim (Rio Paranapanema) e Barra Bonita (Rio Tietê). A represa de Jurumirim, construída em 1956, tem altura de 56 m, uma bacia hidrográfica tem uma área de 17.800 km<sup>2</sup>, uma vazão média de longo período de: 203 m<sup>3</sup>/s, capacidade máxima de vertedor de: 2530 m<sup>3</sup>/s, uma restrição de vazão máxima à jusante de: 1200 m<sup>3</sup>/s, uma capacidade de geração de 100 MW, área alagada do reservatório de 449 km<sup>2</sup>, Volume útil 3.165 hm<sup>3</sup>, e Volume total: 7.702 hm<sup>3</sup>. A UHE Barra Bonita, com construção iniciada em 1957, tem altura máxima de 32,5 m, uma bacia de drenagem de 32.330 Km<sup>2</sup>, um volume útil do reservatório de: 2.5 km<sup>3</sup>, uma vazão média de longo período de: 416 m<sup>3</sup>/s, capacidade máxima do vertedor de: 4530 m<sup>3</sup>/s, uma restrição de vazão máxima à jusante de 2000 m<sup>3</sup>/s, uma potencia instalada de 140 MW, área alagada máxima do reservatório de até 310 km<sup>2</sup>. **Pede-se:** (1) com as variáveis fornecidas, **propor de forma livre, porém justificada e de autoria própria**, 4 indicadores de segurança hídrica e energética, que incorporem aspectos de impactos ambientais; (2) **quantificar e discutir** esses indicadores, comparando seus resultados quantitativos entre ambos reservatórios; (3) **propor e justificar** como esses indicadores podem estar relacionados com medidas mitigadoras de, ao menos, 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS; Figura 1, inferior). Detalhe: na UHE de Barra Bonita é permitida a navegação (Figura 4)

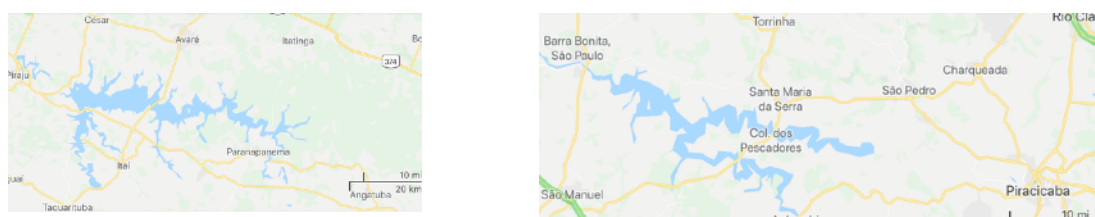


Fig 3. Reservatórios das UHEs de Jurumirim (esquerda) e Barra Bonita (direita). Fonte: GoogleMaps©

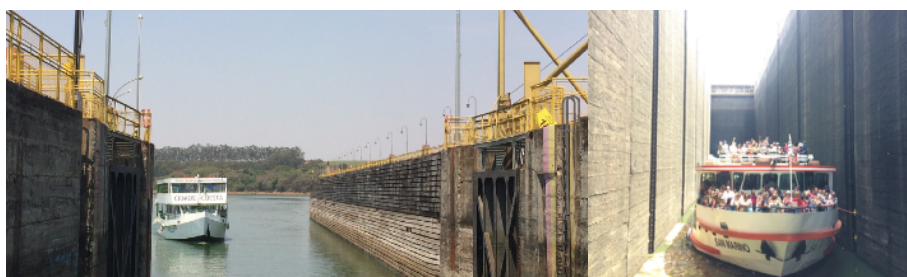


Figura 4. Detalhe de navegação em eclusas da Barragem de Barra Bonita, Rio Tietê. Foto: EMM (2017).



**Questão 5** A Figura 5 apresenta o custo anual (eixo vertical) de implantação, operação e manutenção (R\$/cápita) de medidas mitigadoras para poluição difusa da drenagem urbana projetados para a USP1 e USP2 Sao Carlos. O eixo horizontal da Figura 5 mostra a fração de área impermeável da bacia que drena até a medida mitigadora. No eixo vertical, “0” representa “0%” de urbanização, e “1”, representa “100%”, ou máximo de urbanização. Existem dois tipos de medidas mitigadoras: as que priorizam uma detenção temporária da poluição, e aquelas que propiciam uma re-infiltração (“retenção”) da poluição nas proximidades das técnicas compensatórias. Sob a hipótese que estes custos unitários (R\$/cápita) possam ser representativos para outras áreas, e se mantenham constantes no tempo, para fins de planejamento e gestão territorial, responder **três questões:** (a) na Figura 5, **estimar quantitativamente** quanto aumentariam os custos totais anuais (R\$) de uma medida mitigadora, entre o ano 2019 e o ano 2030, se se espera até 2030 um aumento de +30% da urbanização na área de drenagem que hoje (2019) tem custo de mitigação de 0,06 R\$/cápita e 28% de urbanização, (b) baseados nos dados da Figura 5, **discutir** como integrar essas medidas mitigadoras visando o cumprimento da Lei de Saneamento Básico (Lei Federal 11.445) e os ODS, (c ) **escolher** uma área teste da Figura 5 e estimar os custos de medidas mitigadoras de drenagem urbano.

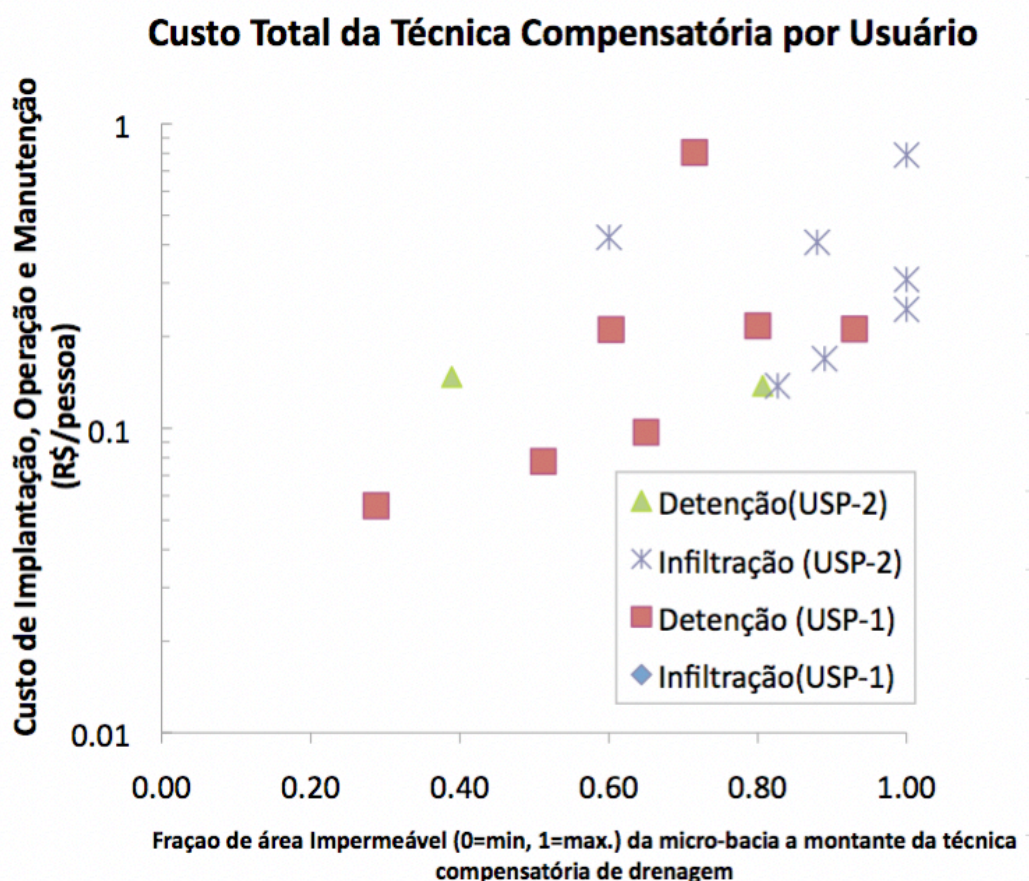


Figura 5. Custos unitários anuais de medidas mitigadoras de drenagem urbano em função do grau de urbanização de áreas de montante.