



Figura 1. Exemplo de risco de poluição difusa por esgoto pluvial e resíduos sólidos, transportados diretamente para a rede de drenagem, sem tratamento. Este risco ainda não foi incorporado aos levantamentos oficiais de falta de saneamento básico nem às demandas não-consuntivas dos 5.570 municípios brasileiros. Foto: E. M. Mendiando (2019)

Questão 1- A figura 1 é uma foto real, tirada em maio de 2019, momentos antes de começar a chover em São Carlos-SP. Nela se apreciam vários sacos de lixo, largados na rua, posicionados alguns metros à montante de uma boca de lobo (ou boca de tormenta) do denominado sistema de “micro-drenagem”. Quando chove, esta rua e calçada de bairro direcionam seus esgotos pluviais, na forma de poluição difusa, sem tratamento, ao Córrego Santa Fe, que é afluente ao Córrego de Mineirinho, o qual corre a poucos metros do prédio de Engenharia Ambiental da USP São Carlos, sem tratamento algum. A equação de vazão sustentável superficial (Q_s) para diluição de esgotos domésticos (isto é, demanda hídrica não-consuntiva) porém sem incluir tratamento de esgotos pluviais nem tratamento do chorume ou do lixiviado de resíduos sólidos, pode ser expressa por (Tucci, 2017; apresentada e discutida em aulas de SHS360-2019):

$$Q_s = \alpha \cdot q [(1 - \mu \cdot \beta) \cdot C_n - C_s] / (C_s - C_i), [\text{volume/tempo/cápita}] \quad (1)$$

onde α é a fração de vazão de retorno, daquela retirada do curso hídrico para abastecimento (q); μ é a proporção (0 a 1) da redução da concentração e da carga (de esgoto doméstico); β é a proporção de esgoto tratado da vazão de retorno; C_n é a concentração do esgoto não tratado; C_s é a concentração resultante do rio; C_i é a concentração do corpo d'água em condições naturais.

Pede-se:

- (i) **mostrar de forma gráfica** um layout em planta (um croqui) do sistema de segurança hídrica que representa a equação (1), **identificando cada uma das variáveis acima mencionadas**;
- (ii) **mostrar de forma gráfica** um novo layout em planta (novo croqui) que inclua o sistema de segurança hídrica melhorado, isto é que, além do tratamento de esgotos domésticos, também incorpore o “tratamento de esgotos pluviais” e “tratamento do chorume e/ou lixiviado dos resíduos sólidos urbanos”;
- (iii) **apresentar/propor a nova equação** de vazão sustentável completa, isto é Q_s' , que incorpore ao tratamento de esgotos domésticos os tratamentos de águas pluviais e do lixiviado ou chorume dos resíduos sólidos;
- (iv) se há mais de 250 bocas de lobo de micro-drenagem na mesma situação da Figura 1, que drenam esgotos pluviais (e às vezes resíduos sólidos) para o Córrego do Alto Mineirinho da USP-2, próximo da Engenharia Ambiental, **listar quais medidas mitigadoras estruturais (de infraestrutura hídrica)** devem ser realizadas ao Córrego do Alto Mineirinho durante seu percurso na USP-2, pois ele está totalmente contaminado;
- (v) se a Lei 11.445/2007 define “águas pluviais” e “resíduos sólidos” formam parte dos sistemas de Saneamento Ambiental, **listar quais medidas mitigadoras de infraestrutura** são urgentes entre 2019 e 2035 (horizonte do Plano Nacional de Segurança Hídrica, ANA, 2019), para reduzir riscos de insegurança hídrica, nos 5.560 municípios brasileiros, que terão valores crescentes de Q_s' , por não ter “correta coleta, deposição e tratamento do lixo” e de não ter “estações de coleta e tratamento de esgoto pluvial”;
- (vi) desde a construção dos prédios de Engenharia Ambiental da USP-2 (entre 2005 e 2019) todo esgoto pluvial oriundos dos Blocos (1, 2, 3, 4 e 5, mais recente) foi direcionado para a APP adjacente, sem tratamento; **você apoia medidas sustentáveis como medidas mitigadoras de tratamento deste esgoto, com baixo custo e reuso para fins não-potáveis (p.ex. ferti-irrigação, limpeza geral, lavagem de calçadas, descargas de sanitários, etc)?**

Questão 2 - A Figura 2 mostra três inventários históricos para uma bacia hidrográfica brasileira entre 1986 e 2018. Nela aparecem: (a) as ofertas hídricas **superficiais** (curva horizontal superior), (b) capacidade teórica da infraestrutura hídrica (curva tracejada), e (c) o total de demandas hídricas **superficiais** (curva contínua).

O Comitê de Bacia discute cenários de referência e de intervenção para garantir a segurança hídrica. **Pede-se justificar graficamente e discutir de forma escrita, clara e circunstanciada, quais comportamentos esperados para a futura capacidade da infraestrutura hídrica** até o ano 2030 e até o ano 2050, conforme os cenários a seguir:

- (i) **cenário de referência**, tendencial tanto para as ofertas hídricas superficiais como para as demandas hídricas superficiais;
- (ii) **cenário de referência**, tendencial das demandas, porém com diminuição da oferta superficial pela metade, entre 2018 e 2050, devido a três efeitos combinados: (ii.1) retiradas clandestinas de água pela falta de monitoramento e fiscalização adequados, (ii.2) contaminação severa das fontes hídricas superficiais causadas pela falta de tratamento da poluição difusa urbana e de tratamento dos agrotóxicos agrícolas rurais, e (ii.3) por mudanças climáticas;
- (iii) **de intervenção, com gestão da oferta sobre o cenário “i”**, acrescentando nova infraestrutura hídrica em 2018 que iguala à oferta superficial, porém quando esta infraestrutura for superada novamente pelas demandas, a nova capacidade de infraestrutura hídrica advirá de fontes subterrâneas para atender as demandas futuras;
- (iv) **de intervenção, com gestão da oferta, idem cenário “iii”, porém com decaimento progressivo da capacidade com o tempo devido à falta de monitoramento, operação e manutenção periódica da rede de infraestrutura;**
- (v) **de intervenção, com gestão das demandas hídricas**, que alie crescimento populacional e crescimento do PIB/cápita, indicando (ao menos) 5 ações concretas de medidas estruturais e não-estruturais (conforme explicados e discutidos em sala de aula da SHS360-2019). **Justificar suas respostas.**

Questão 3- Por um lado, o Programa de Segurança Hídrica (PSH; PNSH, ANA, 2019) totaliza o valor de R\$ 27,58 bilhões em intervenções recomendadas (obras, projetos e estudos) e em média R\$ 1,2 bilhão/ano em operação e manutenção (O&M). Por outro lado, as intervenções habilitadas ao PSH, que requerem estudos complementares, somam investimentos em estudos da ordem de R\$ 187,1 milhões, também orientados à oferta de água e ao controle de cheias. **Pede-se: (1) discutir e justificar** cada um dos gráficos à seguir ligados à “reservação para controle de cheias e de secas”, (2) **explicar com exemplos** como, em cada um destes gráficos, são consideradas as dimensões: “humana”, “econômica”, “ecossistêmica” e de “resiliência”, desde a ótica do PSH. Justifique suas respostas.

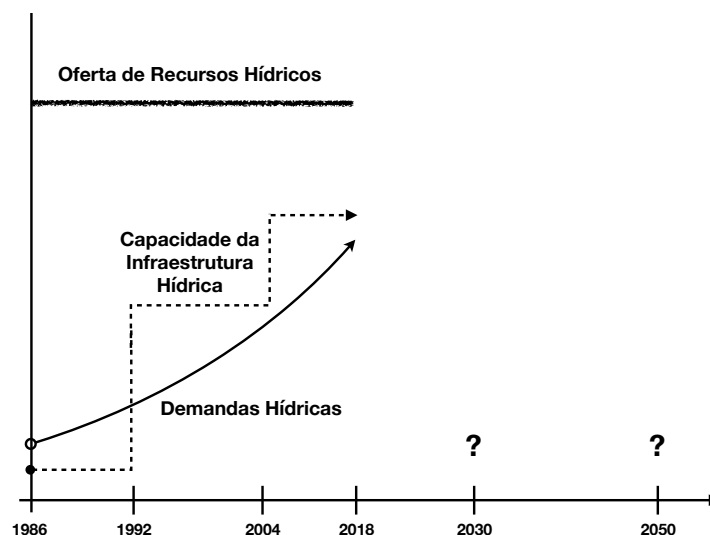


Figura 2. Ofertas, infraestrutura e demandas hídricas (explicado e discutido em aulas de SHS360-2019)

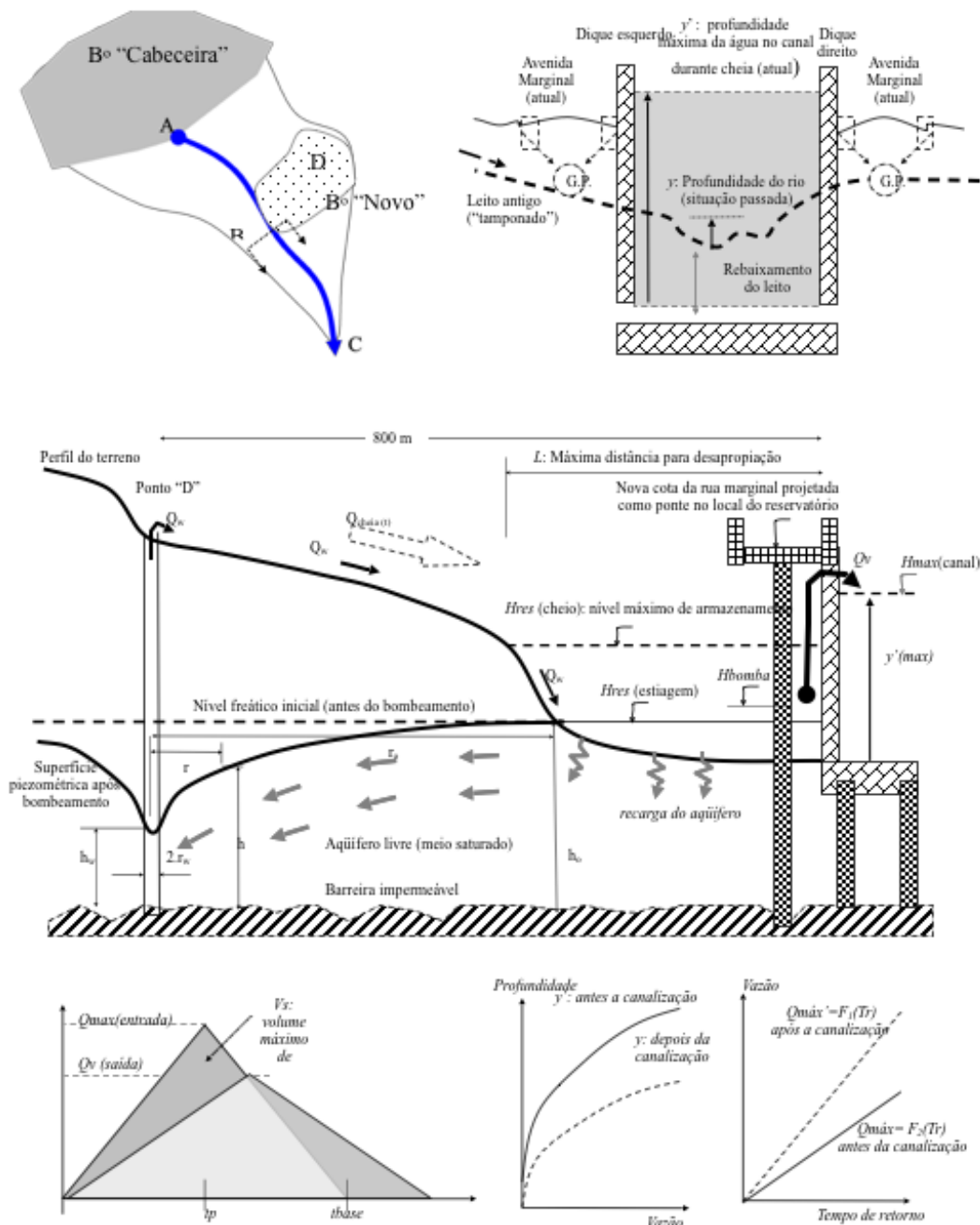


Figura 3. Exemplo de medidas mitigadoras de recursos hídricos (explicado em sala de aula SHS360-2019)

Questão 4 A Figura 4, é um exemplo simples, que mostra o nexo entre sustentabilidade, riqueza e demandas hídricas associadas. A Figura 4 compara a evolução histórica, entre anos de 1850 e de 2016, de diferentes economias baseadas em suas emissões de carbono e seus possíveis impactos ambientais em escala global. No eixo horizontal, aparece o crescimento do PIB/cápita médio, nacional ou regional; no eixo vertical as respectivas emissões de carbono per capita. A declividade das curvas representa a poluição de carbono de cada unidade de riqueza, isto é “emissão de CO2 dividido o PIB” (tonCO2/US\$). **Pede-se:**

- discutir** o gráfico, p.ex. os valores mínimos, máximos e tendências históricas, sejam sustentáveis ou não;
- identificar e comentar tendências** de economias de “alta produção de carbono”, e de “baixa produção de carbono” podem afetar a sustentabilidade (conforme os indicadores dos eixos);
- conforme o gráfico, **discutir e justificar** quais prováveis tendências para o período 2020-2030;
- a partir da situação brasileira, que em 1960 tinha um total de 450 m3/s de demandas hídricas (PNSH, 2019; p.16) quando detinha uma produção média 0,6 tonCO2 per capita (com PIB de US\$ 3425/capita), e em 2016 chegou a aprox. 2.000 m3/s de demandas total, com emissão média de 2,6 tonCO2/capita (US\$ 11000/capita), **discutir** tendência até o ano 2030 quando o Brasil alcançará um total de demandas de 2.500 m3/s (PNSH, 2019; p.16);
- discutir** cenários de demandas hídricas de “referência” e de “intervenção, com sistemas resilientes para economias de baixo carbono” para cenário 2030-2050.

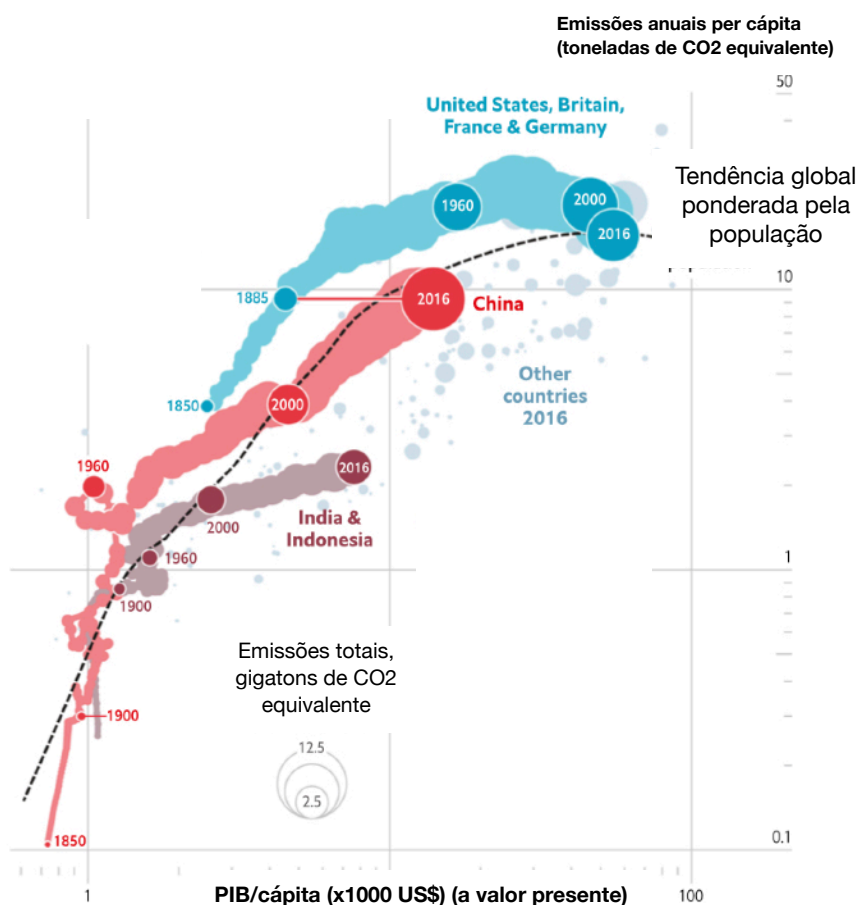


Figura 4. Identificação de economias e emissões de CO2 e suas influências em demandas hídricas e sua sustentabilidade futura. © The Economist 2019, reproduzido sob autorização. (explicado em aula de SHS360-2019)