

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. Mendiondo (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 (Qs) 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):

$$Qs = \alpha \ . \ q \ [(1 - \mu.\beta).Cn - Cs] / (Cs - Ci), [\text{volume/tempo/cápita}] \quad (1)$$

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; Cn é a concentração do esgoto não tratado; Cs é a concentração resultante do rio; Ci 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 Qs', 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 mitigadores 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 Qs', 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 à 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 infraestutura 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 infraestutura;**
(v) **de intervenção, com gestão das demandas hídricas**, que aliem 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.**

Questao 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.

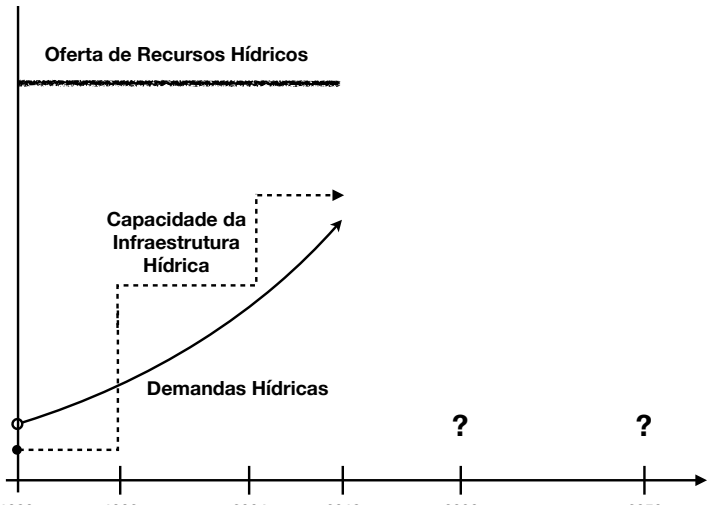


Figura 2. Ofertas, infraestrutura e demandas hídricas (explicado e discutido em aulas de SHS360-2019)

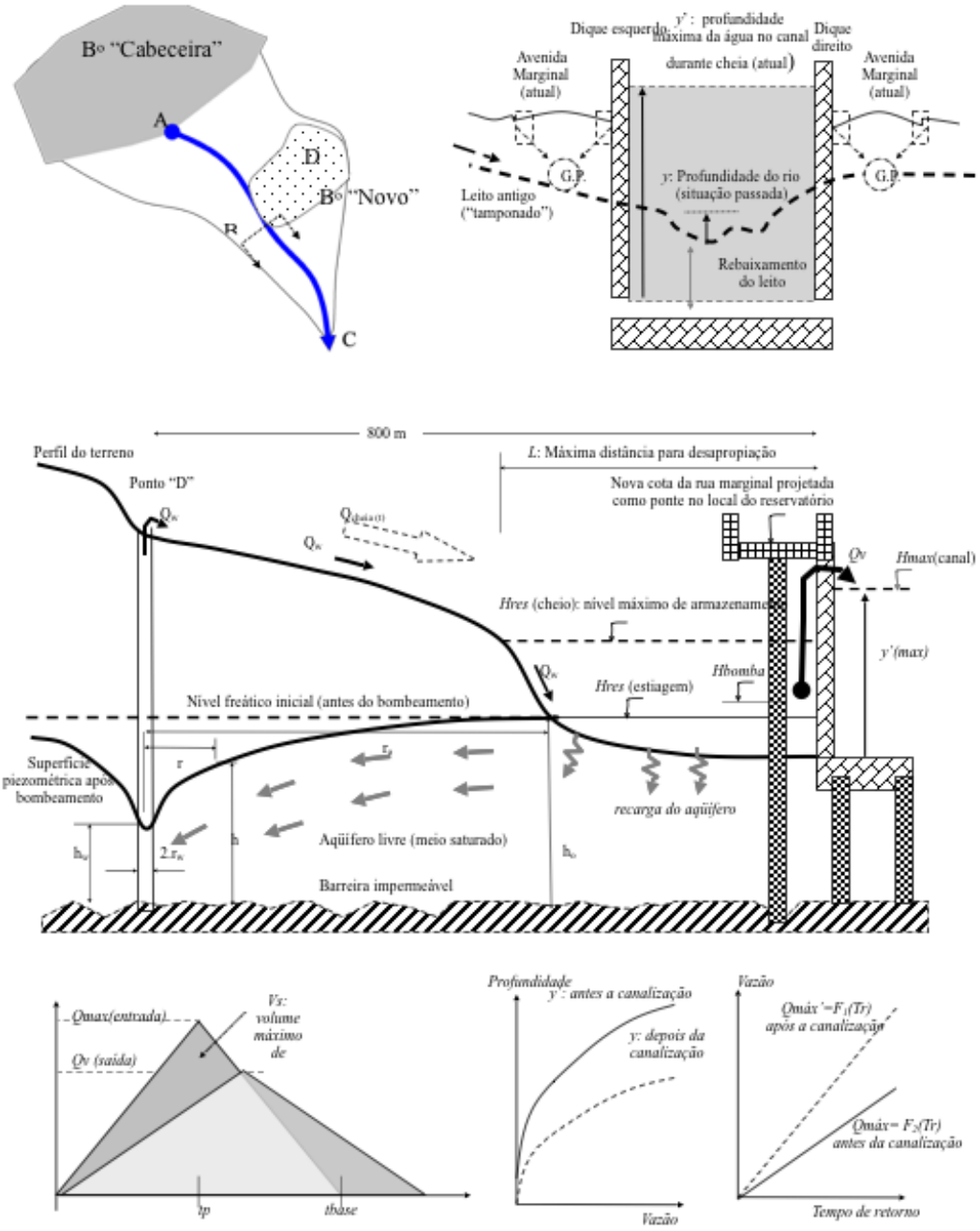


Figura 3. Exemplo de medidas mitigadoras de recursos hídricos (explicado em sala de aula SHS360-2019)

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 cápita. 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**:

(a) **discutir** o gráfico, p.ex. os valores mínimos, máximos e tendências históricas, sejam sustentáveis ou não;
(b) **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);
(c) conforme o gráfico, **discutir e justificar** quais prováveis tendências para o período 2020-2030;
(d) 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 cápita (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/cápita (US$ 11000/cápita), **discutir** tendência até o ano 2030 quando o Brasil alcançará um total de demandas de 2.500 m3/s (PNSH, 2019; p.16);
(e) **discutir** cenários de demandas hídricas de "referência" e de "intervenção, com sistemas resilientes para economias de baixo carbono" para cenário 2030-2050.

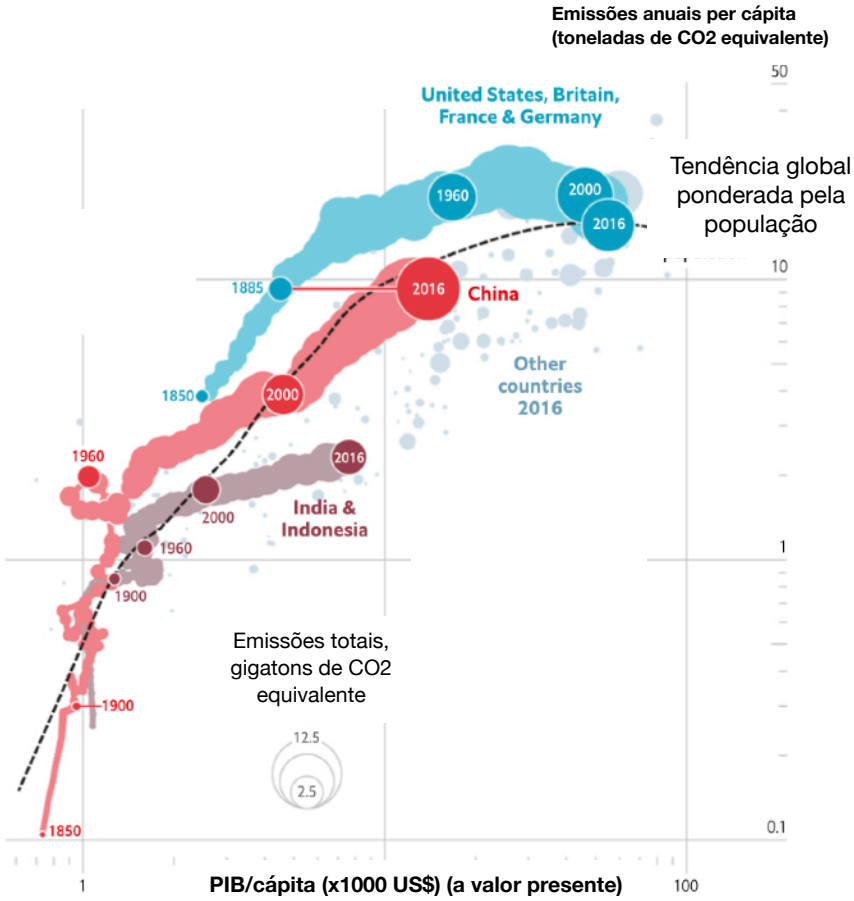


Figura 4. Identificação de economias e emissões de CO2 e suas influências em demandas hídricas e sua sustentabilidade futura. © The Economist 2019, reproduzido sob autorização. (explicado em aula de SHS360-2019)