

Exercício 1: Na Figura 1 aparecem quatro situações de balanços hídricos, entre oferta potencial, total de demandas e capacidade (infraestrutura hídrica). Pede-se: (1) elaborar indicadores quantitativos de segurança hídrica; (2) justificar estes indicadores; (3) comentar o comportamento que estes indicadores teriam para os quatro casos: (a) balanço hídrico equilibrado, (b) infraestrutura hídrica e gestão insuficientes, (c) aumento dos usos, e (d) evento climático extremo. Fonte: Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019). Suposições: oferta, demanda e capacidade hídricas de origem superficial.

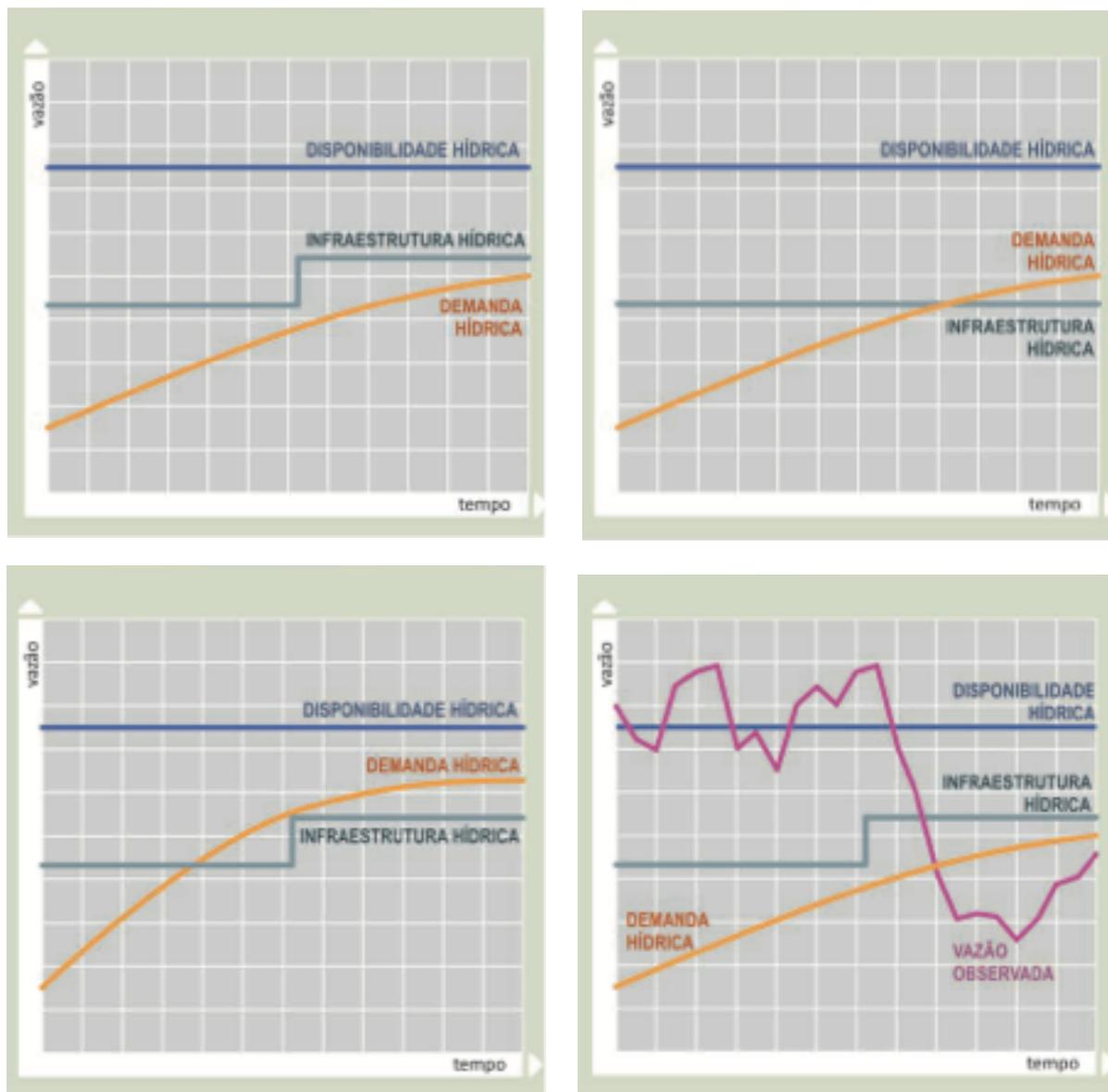


Figura 1. Exemplos de (a) balanço hídrico equilibrado, (b) infraestrutura hídrica e gestão insuficientes, (c) aumento dos usos, e (d) evento climático extremo. Fonte: PNSH (2019)

Exercício 2: idem exercício 1, porém com cenários de “gestão de oferta” e “gestão de demanda”, conforme exemplos ministrados em sala de aula. Justifique seus cenários.

Exercício 3: As demandas hídricas projetadas para o ano 2050 da cidade Pedrinhas-SE indicam vetores de mudança temporal, em relação à situação presente (ano 2017), de: +21% da população, +7% da atividade industrial, +45% das cabeças de gado de referência, +110% das áreas irrigadas, -15% (redução) no coeficiente geral de perdas no abastecimento doméstico e industrial, -31% (redução) do coeficiente de perdas d'água por métodos de irrigação, +11% da evapotranspiração potencial de referência, -8,5% (redução) do coeficiente de transpiração de cultivos, -9% (redução) do consumo médio diário per cápita, e -12% (redução) da intensidade de consumo industrial. Avalie: (a) demandas atuais (em 2017) para consumo doméstico, industrial, de pecuária e de irrigação, a partir de dados sugeridos na literatura ou pela experiência; (b) com base na Figura 2, projete demandas setoriais até o ano 2050, conforme os vetores de mudança acima mencionados. Faça suposições necessárias.

$$\begin{aligned}
 \text{IrrigaçãoDR}^*(t) &= \text{OutorgaIrrigação}(0) \cdot \text{AreaCoef}(t) \cdot \text{LossCoef}_{br}(t) \cdot \text{KcCoef}(t) \cdot \text{ETRCoef}(t) \\
 \text{DomésticoDR}^*(t) &= \text{OutorgaDoméstica}(0) \cdot [1 + \text{PopCoef}(t) \cdot \text{ConsCoef}(t) \cdot \text{LossCoef}_{Dom}(t)] \\
 \text{IndustrialDR}^*(t) &= \text{OutorgaIndustrial}(0) \cdot [1 + \text{PopCoef}(t) \cdot \text{ConsCoef}(t) \cdot \text{LossCoef}_{Ind}(t)] \\
 \text{PecuáriaDR}^*(t) &= \text{OutorgaPecuária}(0) \cdot \text{BEDACoef}(t) \cdot \text{RangeCoef}(t) \cdot \text{NumberRangeCoef}(t); \\
 \text{AreaCoef}(t) &= \frac{\text{AreasIrigadasFuturas}(t)}{\text{AreasIrigadasDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{LossCoef}_{br}(t) &= \frac{\text{FraçãoPerdasFuturas}(t)}{\text{FraçãoPerdasDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{KcCoef}(t) &= \frac{\text{KcMédioFuturo}(t)}{\text{KcMédioDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{ETRCoef}(t) &= \frac{\text{EvapotranspiraçãoREFMédiaFutura}(t)}{\text{EvapotranspiraçãoREFMédiaDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{PopCoef}(t) &= \frac{\text{PopulaçãoFutura}(t)}{\text{PopulaçãoDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{ConsCoef}(t) &= \frac{\text{ConsumoPerCápitaFuturo}(t)}{\text{ConsumoPerCápitaDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{LossCoef}_{Dom}(t) &= \frac{\text{FraçãoPerdasFutura}_{\text{Doméstico}}(t)}{\text{FraçãoPerdasDiagnóstico}_{\text{Doméstico}}(0)}; \\
 \text{LossCoef}_{Ind}(t) &= \frac{\text{FraçãoPerdasFutura}_{\text{Industrial}}(t)}{\text{FraçãoPerdasDiagnóstico}_{\text{Industrial}}(0)} \\
 \text{BEDACoef}(t) &= \frac{\text{BEDAFuturo}(t)}{\text{BEDADiagnóstico}(0)}; \\
 \text{RangeCoef}(t) &= \frac{\text{ConsumoMédioGadoFuturo}(t)}{\text{ConsumoMédioGadoDiagnóstico}(0)}; \\
 \text{NumberRangeCoef}(t) &= \frac{\text{NumeroCabeçasFuturo}(t)}{\text{NumeroCabeçasDiagnóstico}(0)}
 \end{aligned}$$

Figura 2. Métodos de projeção futura de demanda.

## SHS-360-30/04/2020 - Lista de Exercícios - Lista I - Bloco 2 - Segurança Hídrica

Exercício 4: A Tabela 1 apresenta dados da micro-bacia do Alto Tijuco Preto, de montante para jusante. Dados históricos, a partir de cartas e mapas de 1910 quando ainda não tinha moradores na bacia, apresentavam uma área com uma densidade de drenagem alta.

Conforme os dados de Diagnóstico para o futuro Plano Diretor, esta bacia sofreu pela falta de planejamento urbano. Os impactos mais marcantes foram obras de tamponamento de córregos, perdas das nascentes e aterramento de vales. Resultado: aumento da urbanização e diminuição da densidade de drenagem original (variável “DD”, da Tabela 1). Entre 1991 e 2000 a população na bacia continuou a crescer desordenadamente, sem controle na demanda hídrica.

Em 2000, a estimativa da demanda hídrica média é de 565 litros por habitante por dia. Este valor é tomado como referência ao longo de toda a bacia (de montante a jusante). Seu valor inclui consumo doméstico (residencial), comércios, micro-empresas e perdas do sistema de distribuição. A renda média por habitante da bacia em 2000 é de R\$ 456,25, segundo o IBGE e PNUD.

Uma consultora de Engenharia Ambiental avaliou cenários de planejamento da bacia. A metodologia é a criação de cenários futuros até o ano 2025 que orientem à tomada de decisão, de maneira de recuperar ambiental e paisagisticamente esta bacia. Para cada novo córrego destamponado e curva de rio que é re-criada para aumentar a densidade de drenagem da bacia, o custo é de aproximadamente R\$ 7.197,00 por metro linear (contando desde a nascente até a foz).

O Cenário A (até 2025) é uma de tendência atual, mantendo os usos, demandas e crescimento demográfico conforme a década 1991 a 2000. Para este cenário, o crescimento populacional tem uma taxa de + 5%/ano, um crescimento anual da renda per cápita de +1,32 %/ano e um consumo de 565 litros/(hab.dia). Este cenário tem um custo unitário de consumo da água de R\$ 0,01 por m<sup>3</sup>. Neste cenário é mantida a mesma densidade de drenagem que a do ano 2000.

O Cenário B (até 2025) mostra um caminho alternativo e ambiental que procura diminuir as demandas hídricas e aumentar a densidade de drenagem da bacia. Neste cenário, o crescimento populacional na bacia tem uma taxa anual de +1%/ano; o crescimento anual da renda per cápita é de +2,80%/ano e o consumo de água diminuído em 40 % do valor do cenário A. O uso racional é influenciado pelo custo unitário de consumo de água: R\$ 0,15 por m<sup>3</sup>. Neste cenário procura-se chegar à densidade de drenagem histórica (até o ano 1910).

Determinar para todas as sub-bacias:

Identifique a bacia hidrográfica do trabalho

Nome:

Tamanho (área, km<sup>2</sup>)

Número de habitantes: em 1980, em 2000, em 2025 (prospecção)

Número de domicílios: em 1980, em 2000, em 2025 (prospecção)

Ocupação da bacia:

Área (%)

Área rural (%)

Uso da bacia:

Área Urbana: área impermeável residencial(%), área de baldios (%), área de arruamentos (%), área de florestas/bosques (%), área impermeável comercial/industrial (%)

Área Rural: área agrícola (%), área de espelho d'água (%), área de solo exposto/erosão (%)

custos de consumo hídrico para os cenários A e B em 2025,

renda total na bacia para 2000, 2025 (A) e 2025 B,  
custos de perenizar as bacias em 2025, recuperando os valores históricos,  
Diagnostique a qualidade das águas da bacia hidrográfica

Águas subterrâneas (m<sup>3</sup>)

Águas superficiais (m<sup>3</sup>)

Precipitação Anual (mm)

Evaporação / Evapotranspiração Anual (mm)

Resultados do mapeamento da vulnerabilidade e riscos de poluição

Indique as fontes de poluição (enumerar a lista)

Atribua um peso potencial (de 0 a 1) para cada fonte de poluição

Indique a vulnerabilidade potencial (de 0 a 1 da bacia) por:

zona 1:

zona 2:

...etc.

Sugira pontos ideais para monitoramento de qualidade de água na sua bacia

Indique 10 pontos (mín) de monitoramento de água subterrânea

Indique 5 pontos (mín.) de monitoramento de água superficial

Indique 5 pontos (mín) de monitoramento de água pluvial

Apresente o consumo setorial de água na sua bacia:

Com derivação: abastecimento urbano; abastecimento industrial; abastecimento rural; irrigação; aquicultura.

Sem derivação: diluição, transporte e assimilação de esgotos; preservação da fauna e da flora; pecuária; geração hidrelétrica; recreação e lazer; navegação fluvial.

Apresente um quadro síntese com valores (%) e relações (setas) indicando os principais fluxos de demanda hídrica na bacia

Apresente as eficiências médias (valor consumido/valor demandado) para cada consumo setorial dos pontos "a" e "b"

Apresente a produção de resíduos sólidos de cada setor que consome água na sua bacia.

Indique uma Tabela: Oferta Hídrica – Demanda Hídrica – Produção de Resíduo Sólido na Bacia Hidrográfica

Calcule os valores de indicadores de ÁREA VERDE, ÁREA VERDE TOTAL E IMPERMEABILIZAÇÃO são esperados para os dois cenários até 2050.

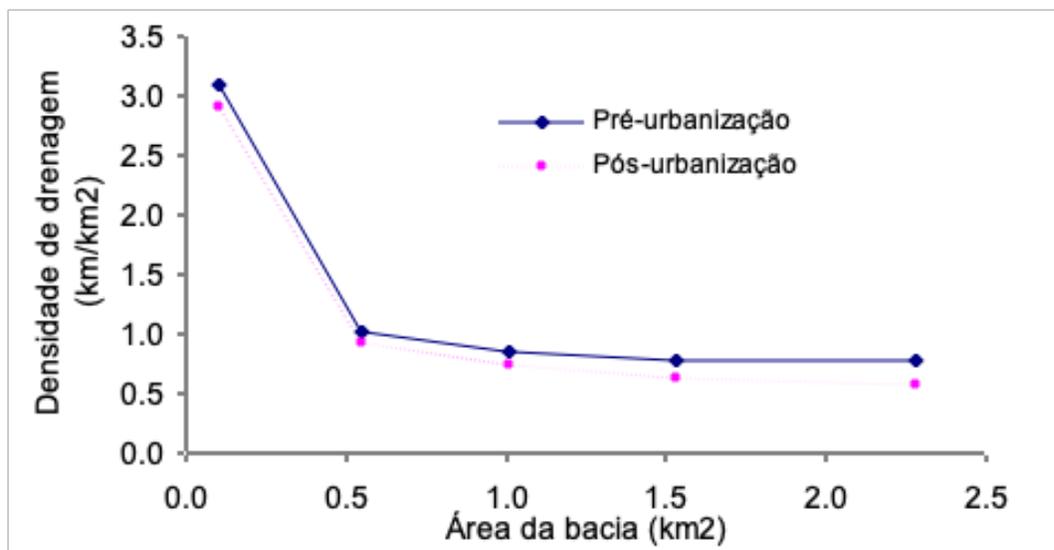


Figura 3. Mudança da densidade de drenagem na bacia do Alto Tijuco Preto.

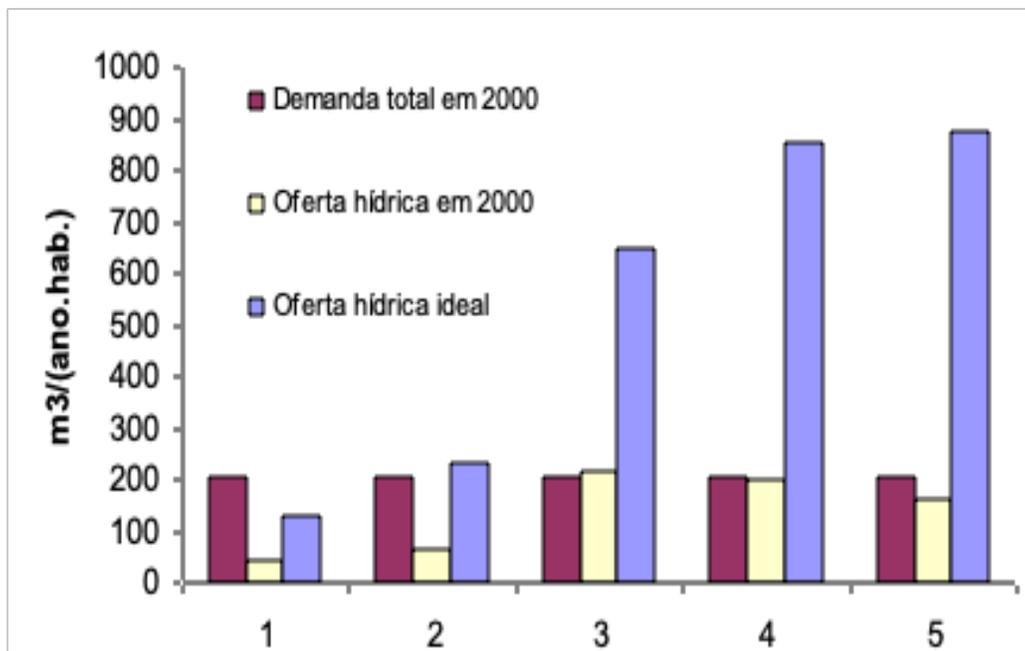
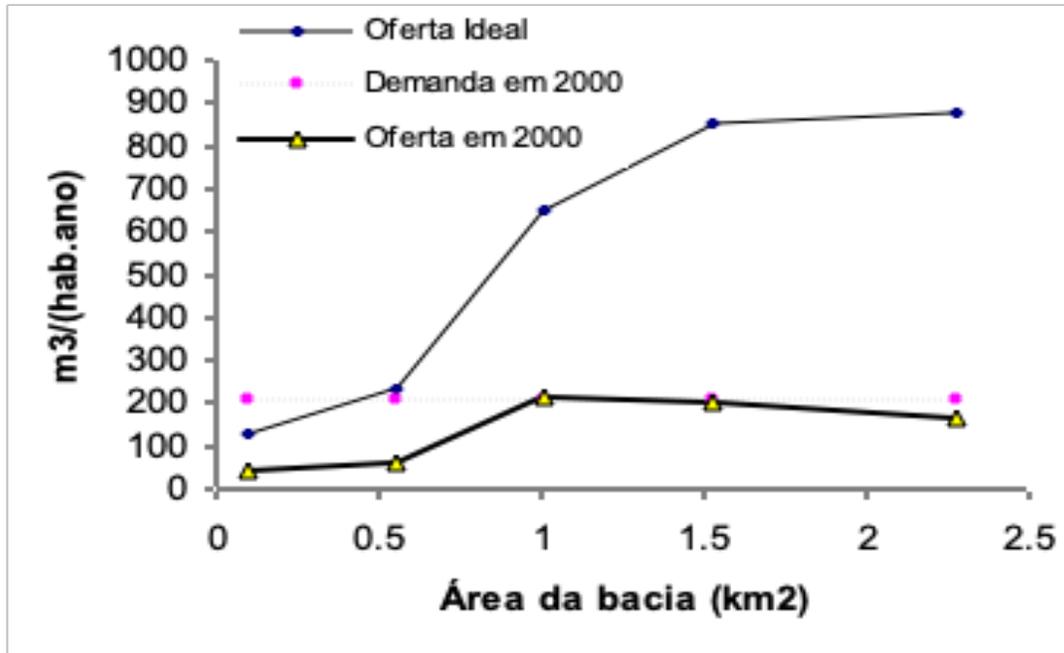


Figura 4. Indicadores de consumo e oferta hídrica na bacia do Alto Tijuco Preto. A oferta ideal é calculada a partir de disponibilidade hídrica histórica e população no ano 2000.