

Enunciado 1(*): Em maio de 2022, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico publica novas regras para segurança de barragens para usos múltiplos de água, e define novas obrigações para os empreendedores das barragens fiscalizadas pela instituição no sentido da segurança dessas estruturas (*). Suponha que uma Firma de Engenharia Ambiental é especializada adequar barragens existentes para atender propósitos múltiplos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, Figura 1) e estuda o atual ambiente regulador no Brasil. **Pede-se: (1.a) visite e assista** o vídeo do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (**) e **responda** quais são os princípios básicos da Lei 12.334/2010; **(1.b) selecione**, da lista de barragens disponibilizada na SHS360/2023, três (3) barragens fiscalizadas pela ANA quanto à segurança, isto é para usos múltiplos de águas em rios de domínio da União – interestaduais – e que não são usadas para geração de energia hidrelétrica; **(1.c) defina** brevemente que são (**): *Inspecões de Segurança Regular (ISR) e Especial (ISE) dos empreendimentos fiscalizados pela Agência, a Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB), o Plano de Ação de Emergência (PAE) e o Plano de Segurança da Barragem (PSB)*; **(1.d) justifique** três (3) vantagens deste marco regulatório que atraeriam egressos de Engenharia Ambiental por esta área profissional de engenharias.

Links de apoio:

(*) <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-publica-novas-regras-para-seguranca-de-barragens-para-usos-multiplos-de-agua>

(**) <https://www.snisb.gov.br/>

(***) http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm



Figura 1. Reservação para atender múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Enunciado 2(*): Figura 2 mostra reservatórios da UHE-Jurumirim e UHE-Barra Bonita. A represa de Jurumirim, construída em 1956, tem altura de 56 m, uma bacia hidrográfica tem uma área de 17.800 km², uma vazão média de longo período de: 203 m³/s, capacidade máxima de vertedor de: 2530 m³/s, uma restrição de vazão máxima à jusante de: 1200 m³/s, uma capacidade de geração de 100 MW, área alagada do reservatório de 449 km², Volume útil 3.165 hm³, e Volume total: 7.702 hm³. A UHE Barra Bonita, com construção iniciada em 1957, tem altura máxima de 32,5 m, uma bacia de drenagem de 32.330 Km², um volume útil do reservatório de: 2.5 km³, uma vazão média de longo período de: 416 m³/s, capacidade máxima do vertedor de: 4530 m³/s, uma restrição de vazão máxima à jusante de 2000 m³/s, uma potencia instalada de 140 MW, área alagada máxima do reservatório de até 310 km². **Pede-se:** (2.a) com as variáveis fornecidas, **propor de forma livre, porém justificada e de autoria própria**, 6(seis) indicadores de segurança hídrica e energética, que incorporem aspectos de impactos ambientais, **no âmbito do PNSB**; (2.b) **quantificar e discutir** esses indicadores, comparando seus resultados quantitativos entre ambos reservatórios; (2.c) **propor e justificar** como esses indicadores podem estar relacionados com medidas mitigadoras de, ao menos, 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (OD). Detalhe: na UHE de Barra Bonita é permitida a navegação (Fig. 3).

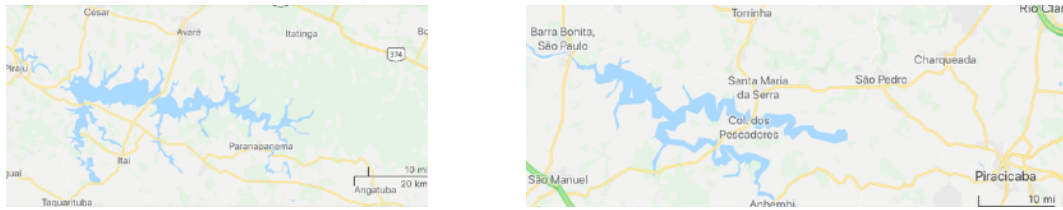


Figura 2. Reservatórios das UHEs de Jurumirim (esquerda) e Barra Bonita (direita). Fonte: GoogleMaps©



Figura 3. Detalhe de navegação em eclusas da Barragem de Barra Bonita, Rio Tietê. Foto: EMM (2017).

Enunciado 3(*): A Figura 4 apresenta um croqui de um “jogo educacional” (serious game), desenvolvido por alunos do PPGSHS EESC-USP, que simula o rompimento de uma barragem e avaliação do risco de atingir população à jusante. Pede-se: (3.a) **identificar e elecionar 3** barragens da lista da SHS360, com riscos de rompimento médio/alto e impactos médio/alto; (3.b) adaptar o croqui de ambas barragens em conformidade com a da Figura 4; (3.c) conforme orientações em sala de aula e em monitoria, **avaliar** o jogo educacional com as barragens selecionadas, para diferentes condições de jogo; (3.d) **identificar e justificar** os alcances da onda hidráulica de rompimento, estimando velocidades médias e alturas de submersão. Contato para apoio: marcusnobrega@usp.br

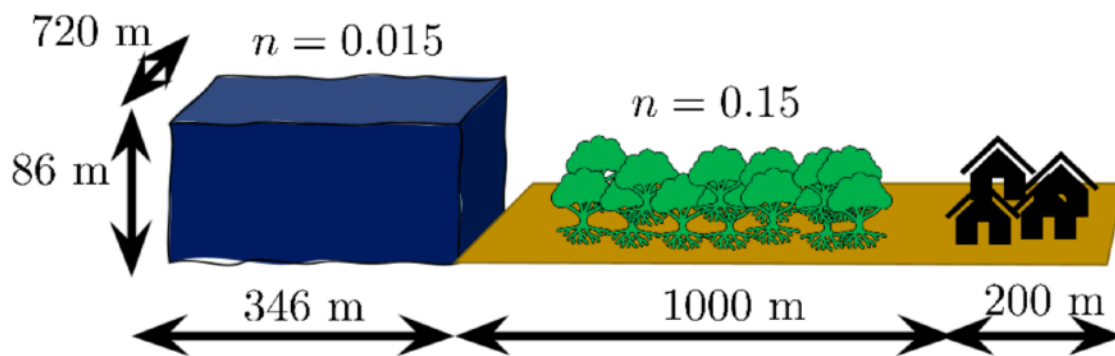


Figura 4. Croqui de jogo educacional de rompimento de barragem. Fonte: Gómes Jr et al (2022).

Enunciado 4(*): Calcular a capacidade dos reservatórios R1 e R2 (**Figura 5**), sabendo-se que a vazão de utilização de R1 é igual a 80% da média das vazões mensais fornecidas na Tabela 1. A vazão de utilização de R2 deverá ser a máxima possível. **Analise** o volume operacional dos reservatórios mês a mês. **Explique** como uma Firma de Engenharia Ambiental prepararia orçamento de Operação e Manutenção destes sistemas de barragens visando o PNRBH .

Meses	Q1 (m3/s)	Q2(m3/s)
J	9,6	13,2
F	9	12
M	8	10,1
A	8	10
M	7	9
J	4	6
J	2	3
A	2	2
S	5	5
O	8	9
N	9	12,2
D	10	14,1

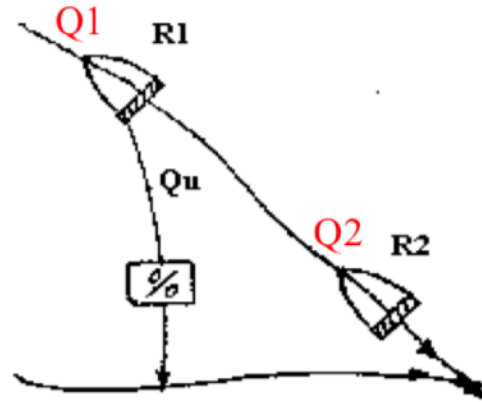


Figura 4. Layout em planta dos reservatórios R1 e R2

Enunciado 5(*): Sua FIRMA de Engenharia Ambiental é contratada pela Prefeitura de uma Megacidade para criar uma Cartilha Educacional de jogos educacionais (“serious games”), de olho nas novas gerações de adolescentes se motivar e concorrer a futuras vagas de emprego de Programas de “Jovem Aprendiz” com Ensino Médio completo. Essa Cartilha visa popularizar jogos educacionais, com regras para o uso, a manutenção e a otimização da operação de reservatórios para detenção de água superficial urbana. O objetivo da Cartilha Educacional é mostrar via ambiente lúdico como é possível otimizar a rede de reservatórios a partir do acoplamento de resultados da previsão do tempo e da simulação chuva-vazão, operados 24h/dia, e controlados por um único agente, com Ensino Médio, em Sala de Situação da Defesa Civil. **Faça** uma redação com gráficos, croquis e explicações simples que seriam incorporadas na Cartilha. **Justifique** sua redação com base em: (a) **croqui** da bacia, reservatório e canais de drenagem da Figura 2, e (b) **abordagem matemática**, de forma simplificada, desenvolvida por pesquisadores da EESC-USP e EUA. ([https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001588](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001588)).

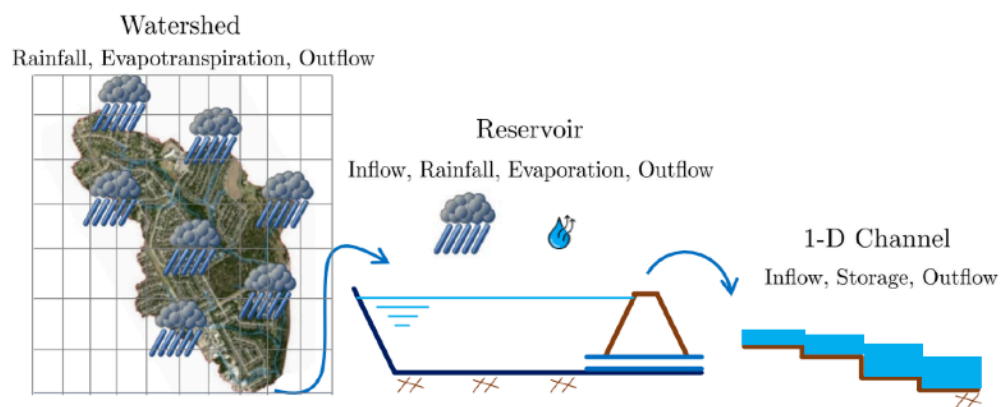


Figura 5. Layout para operação de reservação ([https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001588](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001588)).

Enunciado 6(*): Sua **FIRMA de Engenharia Ambiental** é contratada para avaliar o risco de falha de Operação para atender demandas em reservatórios sob efeitos de mudanças climáticas, que afetam o risco de extremos hidrológicos. Sua **CONTRATANTE**, a Agência de Bacia de uma UGRHI do Estado de São Paulo, precisa atender o Plano de Bacia deliberado pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica. Sua **FIRMA** precisa avaliar os critérios de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, usando aspectos da Figura 3, em j -ésima sub-bacia interna à UGRHI, sendo $j = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, com áreas de drenagem $A_j = \{10, 80, 200, 500, 1000\}$ km². Sob a hipótese de **Pmédiannual** estimada a partir de dados do <https://sigrh.sp.gov.br/>, de igual magnitude e uniformidade para todas as sub-bacias da mesma UGRHI, e com os dados fornecidos em estudos de regionalização de vazões do Estado de São Paulo, **obter, discutir e justificar vantagens e limitações para a cobrança do uso dos recursos** destes resultados nas sub-bacias da UGRHI respectiva (colunas: A_j , Qlp_j , $Vc(.)_j$, $dc(.)_j$, $Q95_j$, $Q(.)_j$, $Risco(Tr, N)_j$, $Risco'(Tr', N)_j$, $Risco'(Tr', N')_j$):

- i) Qlp_j : vazão média de longo período da j -ésima sub-bacia de tamanho A_j ,
- ii) $Q(2, 25)_j$: vazão mínima anual de duração de 2 meses seguidos com tempo de retorno de 25 anos,
- iii) $Vc(0,3Qlp,25)_j$: volume necessário para regularizar trinta por cento (30%) da vazão média de longo período com probabilidade de 1/25 de não-atendimento da demanda,
- iv) $dc(0,3Qlp,25)_j$: duração crítica sazonal (intra-anual) para atender à demanda igual a 30% da Qlp ,
- v) $Q95_j$: vazão com 95 % de probabilidade de excedência na duração da curva de permanência,
- vi) $Q(7, 10)_j$: vazão mínima anual de 7 dias consecutivos de 10 anos de tempo de retorno, usando um coeficiente regional adimensional conforme DAEE,
- vii) $Risco(Tr, N)_j$ [%] = $1 - (1 - 1/Tr[\text{ano}])^{N[\text{ano}]} \times 100$, sendo N : vida útil da obra, e Tr : tempo de retorno; utilize vida útil $N= 50$ anos;
- viii) $Risco'(Tr', N)_j$: sob impacto mudanças climáticas que impactam na frequência e o tempo de retorno (para $N=50$ anos, $Tr' = 15$ anos),
- ix) N' : vida útil adaptada, para assegurar que $Risco(Tr, N)_j = Risco'(Tr', N')_j$,
- x) como ficaria a cobrança para diminuição de 11% na **Pmédiannual** (passos de “i” até “ix”)?

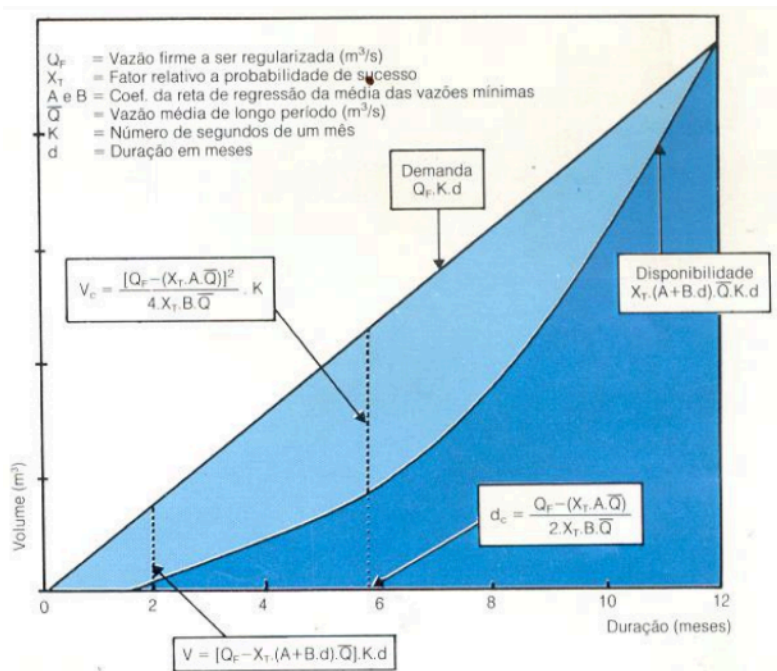


Figura 6. Diagrama de reservação para regionalização intra-anual. Fonte: DAEE/SP.