

Unidos, o calor residual não é utilizado para o aquecimento de espaços internos porque as usinas elétricas foram intencionalmente construídas o mais longe possível da civilização. Nossa relutância em ter usinas elétricas como vizinhas nos priva da oportunidade de obter calor “gratuito”.

A razão pela qual a água quente não deve ser descarregada nos cursos de água é menos óbvia. O calor altera nitidamente o ecossistema aquático, mas algumas pessoas alegariam que essa alteração é para melhor. Todos parecem se beneficiar de ter água quente. Contudo, as alterações nos ecossistemas aquáticos são, com frequência, imprevisíveis e potencialmente desastrosas. O calor pode aumentar as chances de diversos tipos de doenças nos peixes, e restringirá, certamente, os tipos de peixe que conseguem existir na água quente. Muitos peixes de água fria, a exemplo da truta, não podem se procriar na água mais quente, então morrerão, tendo seu lugar tomado por peixes que conseguem sobreviver, como o peixe-gato e a carpa.

Os valores envolvidos nas restrições governamentais sobre as descargas térmicas do tipo “não mais que um aumento de 1°C na temperatura” não estão claros. É nosso intuito proteger a truta, ou seria aceitável ter a corrente povoada por outros peixes? E o que dizer sobre a vantagem para outras formas de vida por terem água sem gelo durante o inverno? E quanto às pessoas que gostam de pescar? Em nível local, as descargas térmicas não parecem surtir efeitos duradouros, então por que estamos pagando tão mais caro por nossa eletricidade?

SÍMBOLOS

kWh = kilowatt-hora

cal = caloria

J = joule

T = temperatura

Q = taxa de fluxo de calor ou taxa de fluxo de volume

E = eficiência

PROBLEMAS

- 6.1 Quantos quilos de carvão devem ser queimados para manter uma lâmpada de 100 watts acesa durante uma hora? Suponha que a eficiência da usina elétrica seja de 35%, as perdas de transmissão representam 10% da energia gerada e o valor de aquecimento do carvão é 12.000 BTU/lb.
- 6.2 O carvão é um recurso não renovável e uma fonte valiosa de carbono para a fabricação de plásticos, pneus etc. Quando as reservas de carvão estiverem extintas, não haverá mais carvão para ser extraído. É nossa responsabilidade assegurar que haja reservas de carvão em, digamos, 200 anos, para serem utilizadas pelas pessoas vivas nessa época? Deveríamos nos preocupar com isso ou deveríamos utilizar o carvão com a velocidade necessária e prudente para nossas próprias necessidades, imaginando que as gerações futuras possam tomar conta de si mesmas? Escreva uma argumentação de uma página a favor da não conservação do carvão ou por sua conservação para usos das gerações futuras.
- 6.3 Uma usina de energia nuclear com vida útil de 25 anos produz 750 MW por ano de energia útil. O custo da energia é como a seguir:
 - 150 MW perdidos na distribuição
 - 20 MW necessários para extrair o combustível do subsolo
 - 50 MW necessários para enriquecer o combustível
 - 80 MW (propagados ao longo de 25 anos) para construir a usina
 - 290 MW perdidos na forma de calor

Qual é a eficiência da usina? Qual é a eficiência do sistema (incluindo as perdas na distribuição)?

- 6.4 Um dos maiores problemas com a energia nuclear é a eliminação de resíduos radioativos. Se todos nós recebêssemos energia elétrica de uma usina elétrica nuclear, nossa contribuição pessoal para os resíduos nucleares seria de cerca de 240 ml. Isso não parece ser muito preocupante. Suponha, porém, que toda a região que inclui a cidade de Nova York (população de 10 milhões de habitantes) receba sua eletricidade apenas de uma usina elétrica nuclear. Qual seria a quantidade de resíduos gerados a cada ano? O que deve ser feito com eles? Desenvolva um método original (?) para altos níveis de eliminação de resíduos nucleares e defenda sua escolha com uma discussão de uma página sobre o tópico. Considere tanto a geração humana presente como a futura, assim como a qualidade ambiental, ecossistemas e o uso futuro de recursos.

- 6.5 Uma amostra de um grama de combustível desconhecido é testada em um calorímetro de 2 litros (equivalente), com os seguintes resultados:

Tempo (min)	Temp. (°C)
0	18,5
5	19,0
6	19,8
7	19,9
8	20,0
9	19,9
10	19,8

Qual o valor de aquecimento deste combustível em kJ/kg?

- 6.6 Uma das formas mais limpas de energia é a energia hidrelétrica. Infelizmente, a maioria dos nossos rios já foram represados ao máximo no que diz respeito à viabilidade e há pouca probabilidade de que seremos capazes de obter muito mais energia hidrelétrica. No entanto, no Canadá, a região de James Bay é um lugar ideal para novas imensas represas que forneceriam energia elétrica limpa e barata para a região nordeste americana. O projeto denominado “Hydro-Quebec” já está em construção, e os canadenses estão em busca de novos clientes para sua energia.

Contudo, as represas criarão lagos que inundarão terras ancestrais de nativos americanos e eles estão bastante irritados com isso. Por causa deste e de outros problemas ambientais, o Estado de Nova York e outros possíveis clientes voltaram atrás nos acordos de compra, lançando uma sombra sobre a expansão do projeto.

Discuta em uma redação de duas páginas o conflito de valores da forma que você os avalia. O governo canadense tem direito legítimo de expropriar as terras? Reconheça que se este projeto não for construído, outras usinas elétricas serão. Como o governo canadense deve solucionar esta questão?

- 6.7 O balanço da luz que chega ao planeta Terra é apresentado na Figura 6.9. Que fração da luz é realmente a energia útil absorvida pela superfície da Terra?
- 6.8 A Figura 6.4 mostra um balanço de energia para os Estados Unidos. Todos os valores estão no quatrilhão BTU (10^{15} BTU). O diagrama mostra como diversas fontes de energia são utilizadas, e uma grande parte de nosso orçamento energético é gasta. Verifique os números nesta figura utilizando um balanço de energia.
- 6.9 As hidrelétricas de Dickey e Lincoln no rio St. John em Maine foram planejadas com cuidadosa consideração para com a planta perene *Pedicularis furbishiae*, uma espécie ameaçada de extinção. Um engenheiro escrevendo para a publicação *World Oil* (janeiro de 1977, p. 5) designou esta preocupação com a “*Pedicularis furbishiae*” como um “disparate total.” Com base somente nesta informação, crie um perfil ético deste engenheiro.
- 6.10 As fraldas descartáveis, fabricadas a partir de produtos de papel e petróleo, representam um dos sistemas de troca de fraldas mais convenientes à disposição. As fraldas descartáveis

PROBLEMAS

- 7.1 Sugere-se que a concentração limite de fósforo (P) para a eutrofização acelerada está entre 0,1 e 0,01 mg/L de P. A água fluvial típica pode conter 5 mg/L de P, 50% dos quais provêm de escoamentos agrícolas e urbanos, e 50% de resíduos domésticos e industriais. Detergentes sintéticos contribuem com 50% do P em resíduos urbanos e industriais.
- Se todos os detergentes à base de fósforo forem proibidos, qual nível de P você esperaria encontrar em um rio típico?
 - Se este rio deságua em um lago, você esperaria que a proibição do detergente à base de fosfato surtisse grande efeito sobre o potencial de eutrofização das águas do lago? Por que sim ou por que não?
- 7.2 Um córrego tem seu nível de oxigênio dissolvido de 9 mg/L, uma demanda final de oxigênio (L) de 12 mg/L, e uma vazão média de $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Um resíduo industrial no nível zero de oxigênio dissolvido com uma demanda final de oxigênio (L) de 20.000 mg/L e uma vazão de $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ é descarregada no córrego. Quais são as demandas finais de oxigênio e o oxigênio dissolvido no córrego imediatamente abaixo do ponto de descarga?
- 7.3 Abaixo da descarga de uma estação de tratamento de águas residuárias, um rio de 8,6 km tem constante de reoxigenação de $0,4 \text{ dia}^{-1}$, a uma velocidade de $0,15 \text{ m/s}$, com concentração de oxigênio dissolvido de 6 mg/L e uma demanda final de oxigênio (L) de 25 mg/L. O rio está com 15°C . A constante de desoxigenação é estimada em $0,25 \text{ dia}^{-1}$.
- Haverá peixes nesse rio?
 - Por que deveríamos nos importar se há peixe nesse rio? Será que os peixes merecem consideração e proteção morais? Que argumentos você pode juntar para apoiar este ponto de vista?
- 7.4 Uma estação de tratamento de águas residuárias municipal descarrega em uma corrente que, em algumas épocas do ano, não tem outro fluxo. As características dos resíduos são:
- Vazão = $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$
 Oxigênio dissolvido = 6 mg/L
 Temperatura = 18°C
 $k_1 = 0,23 \text{ d}^{-1}$
 DBO final (L) = 280 mg/L
- A velocidade no rio é de $0,5 \text{ m/s}$, e a constante de reoxigenação k_2 é considerada como $0,45 \text{ d}^{-1}$.
- O rio manterá um mínimo de 4 mg/L?
 - Se o fluxo do rio à montante da foz tiver uma temperatura de 18°C , não tiver demanda de oxigênio e se encontrar saturado com OD, que proporção deve ter o fluxo do rio a fim de assegurar um mínimo de oxigênio dissolvido de 4 mg/L a jusante da descarga?
 (Observação: não tente fazer esses cálculos à mão. Utilize um computador!)
- 7.5 Ellerbe Creek, um grande rio com velocidade normal, recebe o esgoto da Estação de Tratamento de Águas Residuárias Durham Northside, com capacidade de 10 mgd. Tem uma média de vazão no verão de $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$, temperatura de 24°C e velocidade de $0,25 \text{ m/s}$. As características das águas residuárias são:
- Temperatura = 28°C
 DBO final (L) = 40 mg/L
 $k_1 = 0,23 \text{ d}^{-1}$
 Oxigênio dissolvido = 2 mg/L
- A extensão total do rio é de 14 quilômetros, altura em que desemboca no rio Neuse. (Observação: utilize a Tabela 7.3 para obter o valor de k_2).
- O Estado da Carolina do Norte deve se preocupar com o efeito dessa descarga sobre o Ellerbe Creek?

- b. Além das considerações jurídicas, por que o Estado *deveria* se preocupar com os níveis de oxigênio no Ellerbe Creek? Ele não se parece muito com um riacho, na verdade, deságua no rio Neuse sem ser muito útil para ninguém. E, além disso, o Estado determinou níveis de oxigênio dissolvido de 4 mg/L para a vazão $Q_{7,10}$ ⁸. Escreva uma carta para o editor de um jornal local fictício condenando os gastos das receitas fiscais para as melhorias da Estação de Tratamento Northside exatamente para que os níveis de oxigênio dissolvido no Ellerbe Creek possam ser mantidos acima de 4 mg/L.
- c. Finja ser um peixe no Ellerbe Creek. Você leu a carta para o editor na parte b, acima, e está extremamente irritado. Pegue uma caneta com sua barbatana e responda. Escreva uma carta ao editor, do ponto de vista dos peixes. A qualidade da sua carta será julgada com base na força de seus argumentos.

7.6 Um grande rio com velocidade de 0,85 m/s, saturado de oxigênio, tem uma constante de reoxigenação $k_2 = 0,4 \text{ dia}^{-1}$ (base e) e uma temperatura de $T = 12^\circ\text{C}$, com um DBO final = 13,6 mg/L e uma vazão $Q = 2,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Nessa corrente flui uma corrente de águas residuárias com vazão de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $T = 26^\circ\text{C}$, $L = 220 \text{ mg/L}$. A constante de desoxigenação na corrente a jusante da fonte de poluição é $k_1 = 0,2 \text{ dia}^{-1}$. Qual é o oxigênio dissolvido a 48,3 km a jusante?

7.7 Se as algas contêm P:N:C, na proporção de 1:16:100, qual dos três elementos limitaria o crescimento das algas se a concentração na água fosse:

0,20 mg/L de P

0,32 mg/L de N

1,00 mg/L de C

Mostre seus cálculos.

7.8 Se times ofensivos de futebol americano forem descritos em termos de posições, como atacante (L), recebedores (R), *running backs* (B), e *quarterbacks* (zagueiros) (Q) na razão de L:R:B:Q de 5:3:2:1, e um time tem a seguinte distribuição de jogadores: L = 20, R = 16, B = 6, Q = 12, quantos times ofensivos podem ser criados com todas as posições preenchidas, e qual é a “posição limite”? Mostre seus cálculos.

7.9 Suponha que você e um amigo engenheiro não ambientalista estejam passando por um córrego na mata, e seus amigos observam, “será que este córrego está poluído?”. Como você responderia e que perguntas teria que fazer a ele/ela antes de poder responder?

7.10 Considere o seguinte poema:

Oh, bela pelos céus esfumaçados,
Pelos grãos contaminados,
Pela majestade das montanhas despidas de suas minas
sobre os planaltos asfaltados.
América, América! O homem derrama seu lixo sobre ti
E esconde as árvores com arranha-céus
Do mar ao oleoso mar.⁽⁶⁾

Este é realmente o resultado do impacto humano sobre o ecossistema nos Estados Unidos? Que tipo de perspectivas teria feito o autor escrever um poema assim? A situação é realmente tão terrível? Escreva uma crítica de uma página sobre este poema, apoiando ou contestando sua mensagem básica.

7.11 O Conselho Consultivo Ambiental do Canadá publicou um livreto intitulado *Uma ética ambiental – sua formulação e implicações*⁽⁷⁾ na qual sugere o seguinte como ética ambiental concisa:

Cada pessoa deve envidar esforços para proteger e valorizar o belo em todos os lugares onde seu impacto for sentido, bem como manter ou aumentar a diversidade funcional do ambiente em geral.

Em uma redação de uma página, critique esta formulação da ética ambiental.

8. Vazão mínima de sete dias consecutivos com 10 anos de recorrência. (NRT)

- 7.12 Uma descarga de uma estação de tratamento de águas residuárias potencial pode afetar características:
o nível de oxigênio dissolvido em um rio. Espera-se que os resíduos tenham as seguintes

$$\text{Vazão} = 0,56 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{DBO final} = 6,5 \text{ mg/L}$$

$$\text{OD} = 2,0 \text{ mg/L}$$

$$\text{Constante de desoxigenação} = 0,2 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{Temperatura} = 25^\circ\text{C}$$

O rio, à montante da descarga planejada, tem as seguintes características:

$$\text{Vazão} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{DBO final} = 2,0 \text{ mg/L}$$

$$\text{OD} = 9,1 \text{ mg/L}$$

$$\text{Constante de reoxigenação} = 0,40 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{Temperatura} = 15^\circ\text{C}$$

A norma estadual para OD é de 4 mg/L.

- A construção desta fábrica provocará a queda de OD abaixo da norma do estado?
 - Se, durante um dia quente de verão, a vazão cair para $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e a temperatura no rio aumentar para 30°C , a norma estadual será cumprida?
 - No inverno o rio é coberto pelo gelo, de modo que não pode haver reaeração de modo algum ($k_2 = 0$). Se a temperatura da água do rio for de 4°C e todas as outras características forem as mesmas (como na questão a, acima), a norma estadual será cumprida?
 - Suponha que o seu cálculo mostrou que na questão c o oxigênio dissolvido baixou para zero durante o inverno, sob o gelo. Isso é ruim? Afinal, quem se importa?
- 7.13 Libby estava de bom humor. Ela amava o seu trabalho como engenheira assistente na cidade e o clima estava perfeito para trabalhar ao ar livre. Ela havia conseguido a vaga de inspetora local para o novo coletor-tronco de esgotos por gravidade, e isso não só lhe passou grande responsabilidade como também permitiu que saísse do escritório. Nada mau para uma jovem engenheira formada havia apenas alguns meses.

A cidade estava realizando bem seu trabalho, em parte por causa de Bud, um experiente mestre de obras, supervisionava para que o trabalho fosse bem executado. Era maravilhoso trabalhar com Bud e ele tinha muitas histórias e conhecimentos práticos em construção. Libby esperava aprender muito com Bud.

Particularmente nessa manhã, o trabalho exigia o corte e a limpeza de uma faixa de bosques, que se encontrava na faixa de domínio. Quando Libby chegou, a equipe já estava visivelmente se preparando para a manhã de trabalho. Ela decidiu se adiantar até a faixa de domínio para ver como era o terreno.

A cerca de 100 metros até a faixa de domínio, ela se deparou com um enorme carvalho, um pouco fora da linha central, mas ainda dentro da faixa de domínio, portanto, destinado ao corte. Era um carvalho magnífico, talvez de 300 anos, que, de alguma maneira, sobreviveu à derrubada que ocorreu nessas terras em meados dos anos 1800. Dificilmente alguma árvore aqui teria mais de 150 anos, tendo sido derrubadas por causa da ânsia dos fazendeiros de tabaco por mais terras. Mas não, havia esta magnífica árvore. Impressionante!

Libby literalmente arrastou Bud até essa árvore e exclamou: “Não podemos cortar esta árvore. Podemos contornar a linha ao redor dela e, ainda assim, permanecer na faixa de domínio”.

“Nada disso. Ela precisa ser derrubada”, respondeu Bud. “Em primeiro lugar, estamos trabalhando com um esgoto por gravidade. Você não pode simplesmente sair mudando o alinhamento do esgoto. Teríamos que construir bocas de lobo adicionais e reformular toda a linha. E, o mais importante, você não pode ter uma árvore tão grande em uma faixa de domínio para linha de esgotos. As raízes acabam rompendo a tubulação e causam rachaduras. No pior dos casos, as raízes vão preencher todo o tubo, e isso exige uma limpeza e eventual substituição, se o problema for bastante complicado. Simplesmente, não podemos permitir que esta árvore permaneça aqui.”