

HIDROLOGIA Estudo aponta impactos da transposição de bacias nas áreas que recebem a água

Um salto arriscado

A transferência de águas do rio São Francisco para o Nordeste é um tema que há décadas causa polêmica nos meios técnicos e políticos. Mas uma posição sensata deve levar em conta dados apontados por estudos feitos em áreas nas quais o procedimento já tenha sido adotado. No sistema de transposição que envolve as bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu, no Rio de Janeiro, avaliamos as conseqüências da entrada de água, material particulado e espécies químicas (inclusive poluentes) nos ambientes que recebem o recurso extra. Por **Maurício Mussi Molisani**, do *Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (Labomar-UFC)*, **Luiz Drude de Lacerda**, do *Labomar-UFC* e do *Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense*, e **Björn Kjerfve**, da *Universidade do Texas A&M*.

Em muitos países, a água que abastece importantes centros urbanos vem, em parte ou totalmente, de rios localizados fora da bacia de drenagem desses centros, graças à transposição de bacias. Essa técnica envolve bacias de drenagem adjacentes ou mesmo distantes. Em países como Estados Unidos, China e Rússia, por exemplo, a

transposição é uma importante alternativa usada para aumentar a disponibilidade de água em regiões onde a demanda é maior que a oferta.

Há consenso de que no Brasil a água, embora abundante, está se tornando cada vez mais escassa devido à deterioração de sua qualidade, entre outros fatores. A transposição de bacias já é uma alternativa que garante

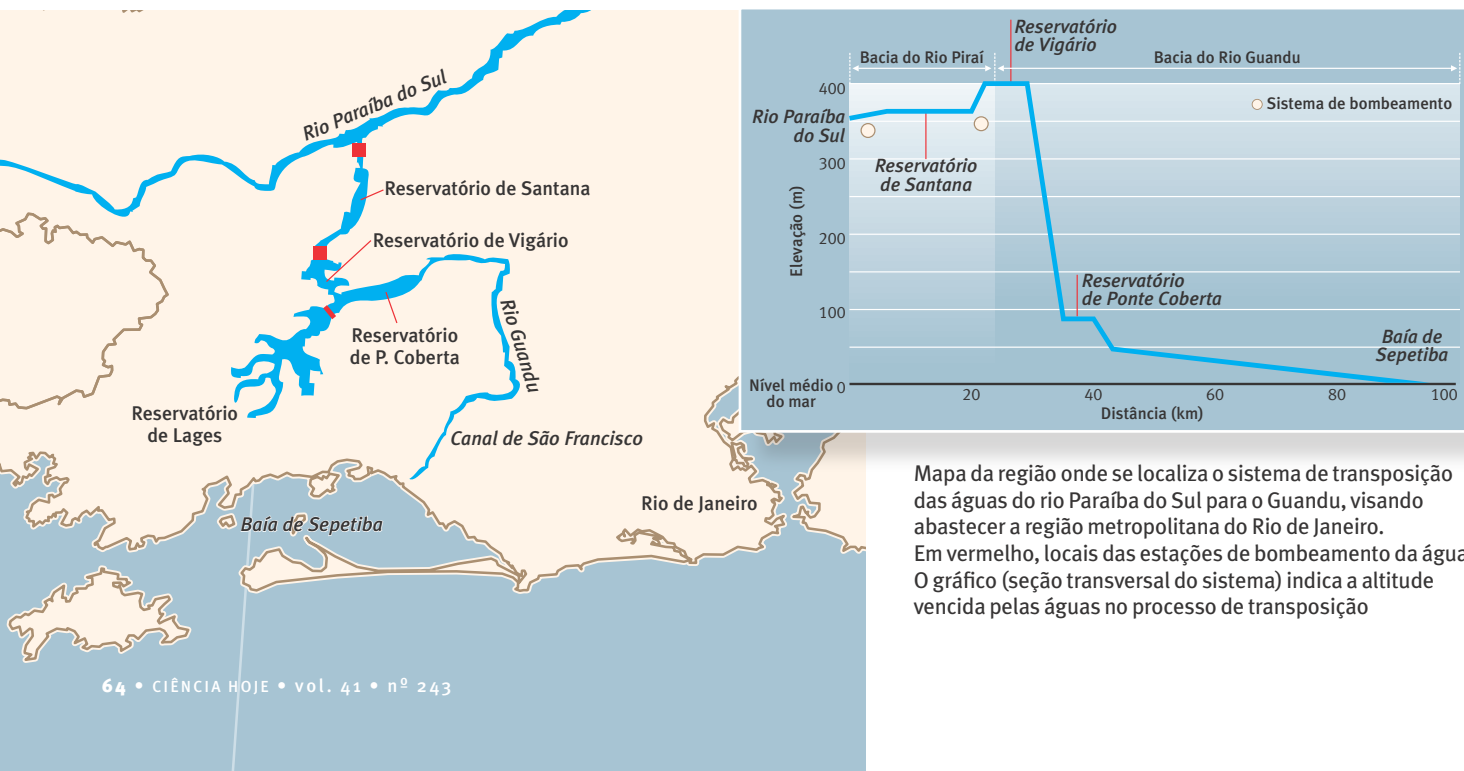


IMAGEM: CEDIDA POR MAURÍCIO M. MOLISANI

Mapa da região onde se localiza o sistema de transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o Guandu, visando abastecer a região metropolitana do Rio de Janeiro. Em vermelho, locais das estações de bombeamento da água. O gráfico (seção transversal do sistema) indica a altitude vencida pelas águas no processo de transposição

o abastecimento de cidades como São Paulo (sistema Cantareira), Rio de Janeiro (sistema rio Paraíba do Sul-rio Guandu) e Fortaleza (canal do Trabalhador). Atualmente discute-se muito a integração da bacia do rio São Francisco a outras bacias do Nordeste setentrional.

O estudo de projetos de transposição já implantados no país permite avaliar possíveis impactos ambientais e orientar futuros empreendimentos. Um desses trabalhos foi realizado no sistema de transposição do rio Paraíba do Sul-rio Guandu, construído a partir de 1950 com o objetivo de aumentar a disponibilidade de água para a crescente população da cidade do Rio de Janeiro e região metropolitana. O aumento da população nos últimos 60 anos (de 2,2 para 11 milhões de pessoas) excedeu a limitada oferta de água dos rios da região metropolitana, exigindo sua ampliação.

O sistema de transposição integra a bacia do rio Paraíba do Sul à bacia do rio Guandu; o primeiro deles fornece água para o sistema. Um importante rio do país, o Paraíba do Sul corta os estados mais industrializados e populosos da federação, onde as diversas formas de ocupação e uso do solo causam acentuada degradação da vegetação e da qualidade de sua água. A bacia de drenagem, com cerca de 57 mil km² e vazão média de 244 m³/s, é influenciada pelo clima subtropical. Ao longo de seu curso, observam-se importantes modificações hidrológicas, em decorrência da transposição e da construção de barragens.

Já a bacia do rio Guandu, o ambiente receptor da água transferida, estende-se por 1.400 km², entre a serra das Araras e a planície costeira limitada pela baía de Sepetiba, no Rio de Janeiro. A bacia é influenciada pelo clima subtropical e seu solo é ocupado de forma variada: algumas partes têm cobertura vegetal preservada e outras abrangem desde áreas rurais até regiões densamente povoadas, com importantes parques industriais. O lançamento de esgoto sanitário sem tratamento nos rios e as atividades de mineração de areia afetam as condições ambientais e a qualidade da água captada pela estação de tratamento. A vazão natural média do rio é de 20 m³/s.

O esquema de transposição consiste em um sistema de bombeamento que transfere águas do rio Paraíba do Sul para reservatórios situados na bacia do rio Piraí, após vencer uma altitude de 43 m ao longo da serra das Araras. A partir do reservatório de Vigário, a água é vertida por gravidade para a bacia do rio Guandu. Ao longo do trajeto, o fluxo



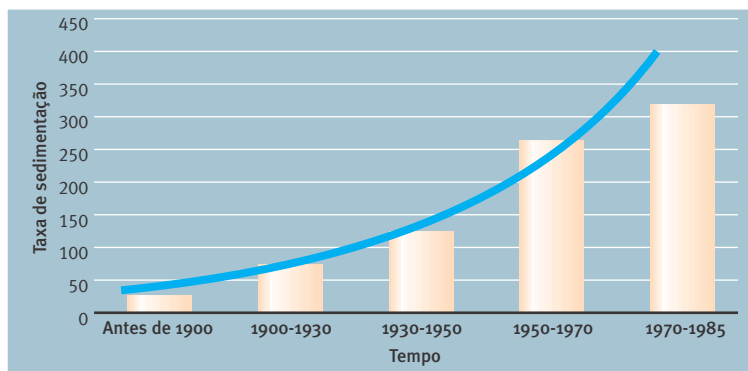
hídrico é usado em três usinas hidrelétricas, com capacidade de gerar 612 megawatts (MW). Parte da vazão do rio Guandu é captada pela estação de tratamento de água do Guandu (ETA-Guandu), que, após tratá-la, distribui para a cidade do Rio de Janeiro. O volume restante, liberado para a baía de Sepetiba, é uma fonte adicional de matéria de interesse ambiental para esse ambiente costeiro.

Efeitos na vazão dos rios receptores

Ao longo do sistema, foram analisadas séries temporais sobre as vazões turbinadas e feitas estimativas sobre a vazão natural média dos rios receptores. Esses dados foram obtidos a partir de modelos numéricos, visando à comparação entre vazões turbinadas e vazões naturais em cada bacia. A comparação mostra que a vazão turbinada retirada do rio Paraíba do Sul (160 m³/s) e transferida para o sistema é superior às vazões naturais médias oriundas das bacias receptoras: rio Piraí, 13 m³/s; rio Guandu, 20 m³/s. Portanto, a transposição do rio Paraíba do Sul 'inunda' as bacias de drenagem desses rios, reduzindo a importância da vazão natural. O fluxo da porção final do rio Piraí é invertido e nesse trecho forma-se o reservatório de Santana. Atualmente a vazão desses rios, sobretudo o Guandu, é regularizada pelo bombeamento do sistema de transposição, reduzindo variações naturais entre as épocas de chuva e seca. Em casos extremos, a transposição introduz variações artificiais, quase sempre diárias, para aumentar a geração de energia elétrica das usinas do sistema.

A transferência de água ao longo do sistema não altera apenas as condições ambientais dos rios envolvidos. Após a captação de água pela ETA-Guandu e pelo parque industrial situado na bacia do rio

Etapas da transposição rio Paraíba do Sul: reservatório de Santa Cecília, onde são captadas as águas do rio Paraíba do Sul (A); sistema de bombeamento que transpõe a água para o reservatório de Santana (B); sistema de bombeamento que transfere a água para o reservatório de Vigário (C); a água armazenada no reservatório de Vigário é vertida por gravidade para o rio Guandu (a imagem inclui uma das usinas hidrelétricas do sistema) (D)



Varição ao longo do tempo das taxas de sedimentação (em miligrama de sedimento por cm^2/ano) na baía de Sepetiba (R). O aumento a partir de 1950 (início da transposição) decorre, entre outros fatores, da ampliação da carga de sedimentos, em consequência da transposição do rio Paraíba do Sul

Guandu, o volume final da transposição deságua na baía de Sepetiba através do canal de São Francisco (um braço do rio Guandu), aumentando em três vezes a descarga fluvial na baía: de $41 \text{ m}^3/\text{s}$ para $129 \text{ m}^3/\text{s}$. O aumento de até oito vezes na vazão do rio Guandu, após a transposição, o torna responsável por 86% do aporte de água na baía, aumentando a importância dessa bacia e de suas condições ambientais no transporte fluvial para a zona costeira.

A transposição e os sedimentos

Para verificar a influência da transposição no transporte de material particulado em suspensão, estimamos, a partir de um modelo numérico, a carga de sedimentos originalmente transportada pelas bacias. Os dados foram comparados com a carga transportada pelas vazões turbinadas, medidas com base na relação entre as vazões e a concentração de sedimentos em suspensão obtida de séries temporais.

Enquanto o rio Paraíba do Sul é responsável pelo fluxo de água, determinado principalmente pelo volume hídrico transposto, os rios receptores respondem pela maior parte da carga de sedimentos transportada ao longo do sistema. A água transposta carrega em torno de 590 mil toneladas/ano de sedimentos para as bacias receptoras, enquanto a carga transportada originalmente por essas bacias foi estimada em 1,93 milhão de toneladas/ano. Desse total, cerca de 1,6 milhão de toneladas/ano (66% do total transportado) ficam retidas nos reservatórios. Essas taxas de retenção são calculadas com base no balanço entre a carga de entrada e saída nos reservatórios, que depende das características físicas dos reservatórios, de processos hidrológicos e, principalmente, da ocupação e uso do solo. A ocupação desordenada pode intensificar a erosão e o transporte de sedimentos pelos rios, aumentando a retenção de material nos reservatórios e reduzindo a capacidade de armazenamento e vida útil, o que pode comprometer todo o sistema de transposição.

A transposição aumenta não só o aporte de água para o rio Guandu e para a baía de Sepetiba, mas tam-

bém o volume de sedimentos nesse rio. O acréscimo que observamos foi de 270 mil toneladas/ano. Essa carga adicional, associada à ampliação da capacidade de transporte do rio, causada pelo aumento da vazão regularizada, explica alguns impactos já constatados na baía de Sepetiba. A taxa de sedimentação na baía, após a implantação do sistema de transposição, aumentou 2,3 vezes. A continuidade desse processo pode intensificar o assoreamento da baía.

Transferência de poluentes

Um aspecto relevante da análise dos impactos da transposição – estudo apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do programa Institutos do Milênio – é a transferência de poluentes para as bacias receptoras. O volume de água e a carga de sedimentos carregam espécies químicas, inclusive poluentes. Como exemplo, caracterizamos o transporte de mercúrio (Hg), um contaminante já observado em concentrações acima do limite aceito pela legislação brasileira em alguns trechos do rio Paraíba do Sul.

Durante o ano de 2002, coletamos amostras de água e sedimentos ao longo do sistema de transposição, visando obter concentrações de Hg dissolvido ou associado ao sedimento em suspensão. Tais concentrações foram multiplicadas pelas vazões e pela carga de sedimentos para calcular os fluxos de Hg. Os balanços de massa indicam que a transposição transfere para as bacias receptoras cerca de 460 kg de Hg por ano, 90% dos quais associados aos sedimentos em suspensão. Quase toda a carga de Hg transferida é sucessivamente retida pelos reservatórios, seguindo o padrão descrito para o transporte de sedimentos.

Ao longo do sistema há um aporte adicional de Hg oriundo de outras fontes, como queima de combustíveis fósseis e disposição inadequada de rejeitos resultantes de atividades humanas. O destino final do Hg emitido é o solo das bacias, que se torna, então, um reservatório do poluente; a erosão, por sua vez, é uma via de entrada de Hg nos rios do sistema. A carga de mercúrio do rio Paraíba do Sul é diluída pelo aporte das bacias e pela retenção nos reservatórios, fazendo com que a presença da substância na baía de Sepetiba, que atinge 712 kg/ano, seja determinada sobretudo pela erosão do solo das bacias receptoras; 46 kg/ano (6,5%) vêm do Paraíba do Sul.

Todo projeto de transposição gera conflito entre as partes envolvidas, tanto a que doa quanto a que recebe água, quase sempre em consequência das alterações na qualidade desse recurso. No sistema Paraíba do Sul-Guandu, as principais fontes de impacto ambiental causado pela transposição são a ocupação e o uso do solo, alterações do regime de vazão nas bacias receptoras e falta de controle das emissões de rejeitos provenientes de atividades humanas. ■