



DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO LITORAL NORDESTINO E INFLUÊNCIA DA TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUA NA VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

José de Sena Pereira Jr.
Consultor Legislativo da Área XI
Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial,
Desenvolvimento Urbano e Regional

ESTUDO

FEVEREIRO/2005



Câmara dos Deputados
Praça 3 Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF



SUMÁRIO

1 – Processos de dessalinização de água	3
2 – Custos de dessalinização de água comparados com o custo da água transposta do rio São Francisco.....	5
3 – Efeitos da transposição sobre a vazão do rio São Francisco	6
4 – Viabilidade de implantação de estações de dessalinização de água no litoral do Nordeste setentrional	9

© 2004 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citado o autor e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu autor, não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.

DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO LITORAL NORDESTINO E INFLUÊNCIA DA TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUA NA VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

José de Sena Pereira Jr.

1 – PROCESSOS DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA

A dessalinização, ou retirada dos sais dissolvidos na água, é um processo complexo, pois os sais estão fortemente ligados às moléculas da água, o que torna ineficientes os processos convencionais de tratamento de água, que são a floculação, a decantação e a filtração. São necessários, para realizar a dessalinização, processos físicos ou físico-químicos capazes de romper as forças de atração entre as moléculas da água e dos sais.

São utilizados atualmente dois processos de dessalinização: a evaporação e recondensação da água e a filtração molecular, ou osmose reversa.

A evaporação e recondensação é o processo mais antigo e óbvio. Consiste em evaporar a água e converter, logo em seguida, o vapor em água destilada.

No processo de osmose reversa, a água é filtrada por meio de membranas que deixam passar a água, retendo a maioria das moléculas dos sais nela dissolvidos. A maior parte das técnicas empregadas consiste em uma série de tubos de pequeno diâmetro, construídos com material filtrante, que são mergulhados na água salobra. A diferença de salinidade da água no interior dos tubos e no reservatório em que estão mergulhados provoca um gradiente na pressão molecular, chamada de pressão osmótica, que acaba por “puxar” a água, deixando os sais no reservatório, que concentra cada vez mais salinidade. Dos tubos, a água é recolhida e conduzida para uso.

Os materiais e a confecção das membranas ou tubos utilizados na osmose reversa resultaram de sofisticadas pesquisas tecnológicas, ligadas à indústria espacial. Em todo o mundo, existem talvez cinco ou seis fabricantes dessas membranas, entre os quais a Monsanto, que desenvolveu pioneiramente a tecnologia, mediante contrato com a NASA.

Ambos os processos de dessalinização vêm sendo empregados no provimento de água em locais onde não existem alternativas para obtenção de água doce. A dessalinização de água é empregada em três situações:

- em localidades situadas no litoral ou em ilhas áridas, para transformar água do mar em água potável;

- em localidades onde a água obtida de poços profundos é salobra e, portanto, imprópria para o consumo humano;

- em navios, submarinos, plataformas de petróleo e outros equipamentos que necessitam de água potável para suas tripulações.

No processo de evaporação e recondensação da água, obtém-se, numa primeira etapa, água destilada, que é imprópria para o consumo humano. Por esta razão, é necessário reequilibrar a salinidade da água, por meio da adição da quantia certa de uma mistura de sais que, em geral, estão presentes na água doce encontrada na natureza. As grandes estações de dessalinização normalmente empregam esse processo, em geral combinando o emprego de painéis solares com a queima de combustíveis para produzir o calor necessário para evaporar a água.

O processo de osmose reversa é mais apropriado a pequenas vazões ou a situações em que o teor de sal dissolvido na água é relativamente baixo, para poços com água salobra, por exemplo. As membranas filtrantes têm vida útil em torno de quatro anos. Quanto maior o teor de sal, menor é sua durabilidade, reduzindo tanto a vazão de água como a eficiência na remoção dos sais. Ressalte-se que, por esse processo, não são removidos todos os sais da água, daí não haver necessidade de reequilíbrio da salinidade. A osmose reversa é pouco empregada para dessalinizar água do mar, porque esta tem teor muito elevado de sais, o que reduz consideravelmente a vida útil e a eficiência dos equipamentos.

Em trabalho divulgado pela internet, o Professor Jorge Paes Rios¹ (<http://www.ecoviagem.com.br/ecoartigos>) apresenta um resumo cronológico da experiência internacional e nacional de dessalinização de água, o qual reproduzimos a seguir.

“- Em 1928 foi instalado em Curaçao uma estação dessalinizadora pelo processo da destilação artificial, com uma produção diária de 50 m³ de água potável.

- Nos Estados Unidos da América, as primeiras iniciativas para o aproveitamento da água do mar datam de 1952, quando o Congresso aprovou a Lei Pública número 448, cuja finalidade seria criar meios que permitissem reduzir o custo da dessalinização da água do mar. O Congresso designou a Secretaria do Interior para fazer cumprir a lei, daí resultando a criação do Departamento de Águas Salgadas.

- O Chile foi um dos países pioneiros na utilização da destilação solar, construindo o seu primeiro destilador em 1961.

¹ **Jorge Paes Rios** é Engenheiro Civil; especializado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Pós-Graduado em Hidráulica e Recursos Hídricos no Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa; Pós-Graduado em Hidráulica e Recursos Hídricos no Institute National Polytechnique de Grenoble-Ecole Nationale Supérieure D`Hydraulique – França; é Professor do CEFET- RJ, tendo sido fundador dos Cursos de Técnico em Saneamento Ambiental e de Tecnólogo de Nível Superior em Controle Ambiental.

- Em 1964 entrou em funcionamento o alambique solar de Syni, ilha grega do Mar Egeu, considerado o maior da época, destinado a abastecer de água potável a sua população de 30.000 habitantes.

- A Grã-Bretanha, já em 1965, produzia 74% de água doce que se dessalinizava no mundo, num total aproximado de 190.000 m³ por dia.

- No Brasil, algumas experiências com destilação solar foram realizadas em 1970, sob os auspícios do ITA- Instituto Tecnológico da Aeronáutica, em São José dos Campos.

- Em 1971 as instalações de Curaçao foram ampliadas para produzir 20.000 m³ por dia.

- Em 1983, o LNEC- Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Lisboa - Portugal, iniciou algumas experiências com o processo de osmose reversa, visando, sobretudo, o abastecimento das ilhas dos Açores, Madeira e Porto Santo.

- Em 1987, a Petrobras iniciou o seu programa de dessalinização de água do mar para atender às suas plataformas marítimas, usando o processo da osmose reversa, tendo esse processo sido usado pioneiramente, aqui no Brasil, em terras baianas, para dessalinizar água salobra nos povoados de Olho D`Água das Moças, no município de Feira de Santana, e Malhador, no município de Ipiara.

- Atualmente existem cerca de 7.500 usinas em operação no Golfo Pérsico, Espanha, Malta, Austrália e Caribe convertendo 4,8 bilhões de metros cúbicos de água salgada em água doce, por ano. **O custo, ainda alto, está em torno de US\$ 2,00 o metro cúbico** (grifo nosso).

- As grandes usinas de dessalinização da água encontram-se no Kuwait, Curaçao, Aruba, Guernesey e Gibraltar, abastecendo-os totalmente com água doce retirada do mar.”

O Estado do Ceará tem um programa oficial de dessalinização de água, cujo objetivo é dessalinizar a água salobra de poços profundos. Cabe lembrar que boa parte dos aquíferos situados no Semi-Árido, em embasamento cristalino, produzem água salobra, que pode ser dessalinizada para o abastecimento de pequenas comunidades urbanas. O processo mais utilizado no Ceará é o da osmose reversa.

2 – CUSTOS DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA COMPARADOS COM O CUSTO DA ÁGUA TRANSPORTADA DO RIO SÃO FRANCISCO

Os custos de instalação e de operação de estações dessalinizadoras são muito elevados pelas seguintes razões, entre outras:

- agressividade da água salgada, que corrói tubulações e equipamentos, exigindo, por exemplo, que todos os tubos, bombas e reservatórios sejam construídos em aço inoxidável ou em plásticos resistentes ao sal;

- elevada alcalinidade da água salgada, que provoca o entupimento, pela formação de placas salinas, de tubulações e válvulas;

- elevado consumo de energia para destilar a água, lembrando-se que, quando é empregada energia solar, o processo não funciona em períodos de sol encoberto;

- custo elevado dos sais necessários ao reequilíbrio da salinidade da água destilada;

- estágio tecnológico dos processos de dessalinização e de reequilíbrio da salinidade da água, com tecnologias nas mãos de poucas empresas;

- complexidade operacional, que exige, para as grandes unidades, pessoal especializado e laboratórios sofisticados de controle operacional.

O custo de produção de água dessalinizada, de acordo com o especialista já citado, está em torno de dois dólares - ou aproximadamente R\$5,80 - por metro cúbico.

O custo estimado para a água transposta do rio São Francisco pelo Eixo Norte, que vai chegar ao Ceará, à Paraíba e ao Rio Grande do Norte, é de cerca de R\$0,05 (cinco centavos de real) por metro cúbico, já considerando os custos de amortização dos investimentos e os custos operacionais, principalmente da eletricidade que será empregada para mover o sistema de bombeamento. Esse custo, apesar de aparentemente baixo, só será suportável, sem subsídios, para os usos de abastecimento público urbano e industrial. Para a agricultura, será insuportável sem fortes subsídios, pois o custo da água para irrigação de um hectare durante 6 meses por ano, será da ordem de R\$900,00.

Mesmo sendo alto para a agricultura, o custo do metro cúbico de água transposta será cerca de cem vezes inferior ao que custaria a água produzida em estações de dessalinização (R\$0,05 da água transposta contra R\$5,80 da água dessalinizada). Mesmo considerando que as estimativas de custos disponíveis são imprecisas, a diferença é muito grande, o que comprova a convicção predominante no meio técnico de que a dessalinização só é viável em casos excepcionais, nos quais é impossível obter água doce da própria natureza.

3 – EFEITOS DA TRANSPosição SOBRE A VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Para avaliar os efeitos da captação de água para a transposição, tem-se, primeiro, que considerar o impacto da barragem de Sobradinho sobre o rio São Francisco.

Sobradinho foi planejada para regularizar a vazão do rio para as hidrelétricas que foram instaladas a sua jusante. Para tal, seu enorme reservatório (34 bilhões de metros cúbicos) amortece todas as cheias do rio, acumulando as vazões máximas do período chuvoso no planalto mineiro e no oeste baiano, para liberá-las de forma regular durante o ano inteiro, para a geração contínua de eletricidade pelas hidrelétricas de Sobradinho (1060 MW), Luiz Gonzaga (1500 MW), Apolônio Sales (440 MW), Paulo Afonso I (180 MW), II (480 MW), III (864 MW) e IV (2460 MW) e Xingó (3000 MW). A cascata de hidrelétricas tem potência geradora instalada de 10356 MW, correspondendo a 17% da eletricidade gerada no Brasil e atendendo a demanda de mais de 90% do Nordeste.

O lago de Sobradinho, cuja barragem foi inaugurada em 1978, alterou profunda e definitivamente o regime do rio São Francisco a sua jusante. Essa alteração é produzida por dois efeitos principais: a retenção das enchentes, que não mais atingem o baixo São Francisco; e a retenção de sedimentos. As enchentes, que outrora se revezavam com períodos de vazante, hoje enchem o lago, permitindo que ele libere uma vazão média mais ou menos constante ao longo do ano. Esses dois efeitos resultaram, entre outras, nas seguintes consequências para o sub-médio e baixo rio São Francisco:

- a) empobrecimento da água em nutrientes que antes permitiam a reprodução e o crescimento de grandes cardumes de peixes de água doce, alterando a fauna e inviabilizando a pesca comercial e de subsistência;
- b) fim do alagamento sazonal de áreas marginais e da formação de lagoas, o que inviabilizou atividades agrícolas tradicionais, como o cultivo do arroz, principalmente nos Estados de Sergipe e de Alagoas;
- c) regressão da cunha salina na foz, afetando as condições de reprodução de peixes e outros animais marinhos e, em prazo mais longo, a qualidade da água dos aquíferos subterrâneos da região;
- d) regressão dos bancos de sedimentos na foz, também afetando a fauna estuarina, com reflexos na pesca fluvial e marítima.

A montante de Sobradinho, o encontro da corredeira do rio com as águas do reservatório produzem remansos que provocam a deposição de sedimentos a centenas de quilômetros acima, formando bancos de areia que inviabilizam a navegação, entre outros efeitos.

Sobradinho causou, portanto, impacto definitivo no rio São Francisco, transformando-o, a partir de sua barragem, em canal que conduz vazões determinadas pela demanda de geração de eletricidade, com águas límpidas, decantadas em seu reservatório, quase que totalmente imunes aos ciclos naturais das chuvas e da estiagem. Mas foi uma opção

estratégica, uma troca, pois era a forma mais viável de produzir a energia elétrica de baixo custo financeiro que proporcionou condições de desenvolvimento à Região Nordeste.

A Agência Nacional de Águas – ANA –, sucessora do extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE – na operação do sistema hidrológico nacional, dispõe de um banco de dados de medições de vazão e de índices pluviométricos baseado em uma ampla rede distribuída em toda a bacia do rio São Francisco. Com base nesse banco de dados, são estimadas as seguintes vazões de descarga da barragem de Sobradinho, vazões estas já consideradas nos projetos e planos operacionais das hidrelétricas:

- vazão média regularizada: 2.800 metros cúbicos por segundo;
- vazão firme para as hidrelétricas: 1.850 metros cúbicos por segundo.

A vazão média regularizada é a média da quantidade de água sangrada da barragem, com base em medições desde a formação do lago. A vazão firme é a mínima vazão com que se pode contar, considerando as piores situações que podem ser previstas com base no período de medição de índices de chuva e de fluviometria, aplicando-se métodos estatísticos.

Cabe observar que as medições de vazão do rio São Francisco e a coleta de índices pluviométricos em sua bacia hidrográfica começaram no início do século XX e que as piores condições de vazão, com os menores índices pluviométricos, ocorreram entre os anos de 1952 e 1955.

Outra questão a considerar, quando se fala em disponibilidade de água do rio São Francisco, é a deterioração das condições ambientais de sua bacia hidrográfica. É sabido que a maior parte das matas ciliares e da vegetação natural do planalto mineiro e do oeste baiano, de onde provêm a maior parte de seus formadores (cerca de 80% da vazão do rio), está destruída, comprometendo a realimentação de aquíferos subterrâneos. Essa situação causou, inclusive, a transformação de muitos cursos de água perenes em intermitentes. Não estaria, essa situação, contribuindo para a redução da vazão do rio?

As respostas estão no fato de que as precipitações pluviométricas na bacia do São Francisco têm-se mantido na média histórica e, mais uma vez, na capacidade de acumulação do reservatório de Sobradinho. A remoção da vegetação natural aumentou o escoamento superficial (enxurradas) e reduziu a alimentação dos lençóis subterrâneos, fazendo com que os cursos de água da bacia tenham cheias mais intensas e vazantes mais rigorosas. O reservatório de Sobradinho, no entanto, absorve as enchentes, delas se beneficiando. A devastação ambiental da bacia, em resumo, faz com que a água proveniente das chuvas chegue mais rápido ao reservatório de Sobradinho, cuja vazão regularizada não reflete as condições ambientais de sua montante.

Até o momento, o projeto de transposição de água do São Francisco tem-se concentrado no Eixo Norte (provavelmente o único viável), com as seguintes previsões de captação:

- capacidade instalada de bombeamento: 127 m³/s;
- vazão de bombeamento normal (56% dos meses): 26 m³/s;
- vazão máxima a ser bombeada: 114 m³/s (44% dos meses);
- vazão média a ser bombeada: 65 m³/s.

Com essas previsões de vazão e com as vazões média e firme proporcionadas por Sobradinho, foi composto o quadro seguinte, que mostra os efeitos percentuais da transposição sobre a vazão do São Francisco. Ressalte-se que a transposição pelo Eixo Norte, como atualmente planejado, não terá nenhuma repercussão sobre a vazão do São Francisco a montante (acima) do reservatório de Sobradinho.

**Transposição de água do rio São Francisco – Eixo Norte
Reflexos na vazão do rio a jusante do reservatório de Sobradinho**

Captação prevista	Vazão (m³/s)	% da Vazão média (2800 m³/s)	% da vazão firme (1850 m³/s)
Capacidade instalada	127	4,54	6,86
Bombeamento normal	26	0,93	1,41
Bombeamento máximo	114	4,07	6,16
Bombeamento médio	65	2,32	3,51

Os números mostram que os reflexos da transposição sobre a vazão do rio São Francisco a jusante de Sobradinho serão, realmente, muito pequenos. Considerando a vazão média que se pretende transpor, de 65 m³/s, o reflexo será de apenas 2,32% da vazão média e de 3,51% da vazão firme, percentuais abaixo, inclusive, do erro estatístico admitido na avaliação das vazões do rio, que é de 5% (95% de probabilidade de acerto).

É quase certo que, sem o auxílio de medições rigorosas, a retirada de água para transposição, mesmo quando estiver com o máximo de capacidade de bombeamento, nem seja percebida, ou seja, ela não será observável a olho nu.

4 – VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA NO LITORAL DO NORDESTE SETENTRIONAL

Pelo que há de experiência internacional, é viável, tecnicamente, a instalação de usinas de dessalinização para atender a demanda de água potável das cidades litorâneas do Nordeste setentrional. No entanto, quando se compara o custo da água do mar dessalinizada com a obtida de outras fontes, inclusive da transposição de parte do rio São

Francisco, fica evidente sua inconveniência econômica, comprovando o que afirmamos inicialmente, de que a essa alternativa só é indicada para os casos em que há inviabilidade técnica de obter água de outras fontes.

Por outro lado, os fatos levam a crer que o projeto de transposição, nos moldes atualmente propostos, não é contestável pelo impacto ambiental que provocará, nem pela quantidade de água que irá ser retirada do rio São Francisco. Estes são pontos facilmente comprováveis e os estudos hidrológicos, hidráulicos e de engenharia até agora apresentados nos parecem sérios e bem fundamentados.

Em nossa opinião, poderiam ser discutidas e contestadas a oportunidade e a eficácia do projeto de transposição. Devem, nesse sentido, serem colocadas e respondidas questões tais como:

- o projeto de transposição é realmente uma prioridade nacional e regional?

- o momento atual é o mais propício para a implantação do projeto, ou existem alternativas que permitem adiá-lo ou até mesmo não implantá-lo, levando-se em conta os efeitos que dele são esperados?

- a aplicação dos mesmos recursos financeiros previstos para o projeto de transposição em outros projetos, alguns situados nas próprias margens do São Francisco e de seus tributários, não traria resultados mais substanciais para a sociedade nordestina – e brasileira – como um todo?

- a água que será transposta irá realmente beneficiar as camadas mais necessitadas da população do Semi-Árido setentrional, contribuindo para uma efetiva redução das injustiças sociais que prevalecem nessa região?

- não irá a água transposta servir para consolidar ainda mais o profundo fosso social existente na sociedade nordestina, beneficiando prioritariamente quem já dispõe de recursos financeiros e tecnológicos para melhor aproveitá-la?

- o alto custo da água transposta (decorrente tanto dos custos de implantação do projeto como do elevado consumo de energia elétrica) não irá inviabilizar o uso da água transposta em aplicações destinadas às camadas da população com baixa ou nenhuma capacidade de pagamento?

Estes, em resumo, são os pontos de vista deste Consultor sobre o projeto de transposição de água do rio São Francisco para o Semi-Árido do Nordeste setentrional – Eixo Norte e sobre a possibilidade desse projeto ser substituído por usinas de dessalinização de água do mar.