

ÁGUA

O DESAFIO DO SÉCULO XXI

Antes restrita às áreas mais secas do planeta, a falta d'água já ameaça populações que nunca enfrentaram problemas de suprimento

2 Editorial

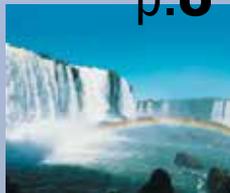
4 Entrevista

O economista e professor Carlos Lessa analisa as implicações do “apagão” na economia nacional.



8 Capa

Vai faltar água? Conheça os desafios e as soluções para a crise de abastecimento de água que ameaça a humanidade e saiba como a energia nuclear pode ajudar a combater esta crise.



24 Saúde

Irradiação garante a qualidade do sangue utilizado em transfusões e transplantes.

26 Átomos

29 Cartas

30 Tribuna

Conselho Editorial

Maria Helena de Oliveira Sampa
Presidente da Aben
Alfredo Tranjan Filho – Cnen
Everton Carvalho – INB
Guilherme Camargo – Eletro-nuclear
José Carlos Castro – INB
José Roberto Rogero – Ipen
Luiz Soares – Eletronuclear
Marcelo Moraes – Nuclep
Paulo Afonso B. da Silva – CTMSP
Rogério Arcuri Filho – Eletro-nuclear
Valéria Pastura – IEN

Editores

Marcos Dantas
Vera Dantas

Colaboradores

Fábio Aranha
Eloysa Guardia
Luiz Bettencourt (fotos)
Izilda França (fotos)

Produção Editorial e Gráfica

Inventhar Design e Editora

Edição de Arte

I Graficci Programação Visual

Fotolitos

Riotexto

Impressão

SRG Gráfica & Editora

Capa

Arquipélago de Anavilhanas, Rio Negro
Foto: Luiz Cláudio Marigo



Brasil Nuclear é uma publicação trimestral da Associação Brasileira de Energia Nuclear – Aben – Rua Mena Barreto, 161 Botafogo
Rio de Janeiro RJ CEP: 22271-100
Telefone: (21) 2536-1751 Fax: (21) 2286-6646
<http://www.aben.com.br>
aben@aben.com.br

O precioso

Vai faltar água! Esta pode ser uma manchete de jornal, em quaisquer dos nossos dias, em função de algum defeito na elevatória que abastece a cidade ou de uma estiagem mais prolongada.

Mas, nesta edição de Brasil Nuclear, não é disto que estamos tratando. Nos próximos 50 anos, deverá mesmo faltar água para uma boa parte da população da Terra, independentemente dos reservatórios disponíveis e do humor de S. Pedro, caso a gestão dos recursos hídricos do planeta não comece, desde já, a ser encarada como um dos mais sérios problemas a ser vivido pela humanidade, ao longo do século XXI. Há quem diga que, nos próximos 50 anos, eclodirão guerras pelo controle da água mundo afora, assim como no século XX (e ainda neste) ocorreram e ocorrem guerras pelo domínio do petróleo. Quem tem hoje cerca de 20 anos de idade deverá estar vivo para confirmar, ou não, essa profecia.

Mas seria melhor que ela não se realizasse. Para isto, autoridades e lideranças conscientes começam a se mobilizar para colocar a água na agenda política dos países e do mundo. Com esta edição, Brasil Nuclear sai praticamente à frente desta discussão, no Brasil.

Não que, em futuro próximo, a Terra venha a se transformar em um imenso deserto, tal qual Marte. Ainda não. Dois terços da superfície de nosso planeta são cobertos por água. Mas, por incrível que pareça, apenas 2,5% de toda a água do mundo é doce, própria para o consumo humano. Ainda assim, é volume suficiente para matar a sede das pessoas e para servir a muitos outros usos de toda a população humana atual e futura, por muitos e muitos séculos. O problema é que, tal como as reservas de petróleo, os mananciais aquíferos estão muito mal distribuídos. Basta dizer que quase metade deles se encontra na América do Sul. E, destes, *mais da metade está no Brasil*.

Temos água à vontade para beber, tomar demorados banhos, lavar calçadas, encher piscinas, além de gastar na geração de energia e nos processos industriais. Em muitos outros lugares do mundo, *inclusive em algumas regiões dos Estados Unidos*, a água disponível *localmente* precisa ser usada com extrema parcimônia, para que não falte e dê para todos e tudo. Em certos aldeamentos de Israel a água é racionada até para a higiene pessoal e utilização de sanitários. Trata-se de uma situação extrema, onde a população retrocedeu às práticas sanitárias da Idade Média.

Neste cenário, a situação do Brasil pode nos abrir grandes oportunidades no futuro, ou nos trazer enormes e dramáticas ameaças. A história do mundo está aí a demonstrar sobejamente o que acontece, desde os tempos de assírios e persas, a povos e nações que dispõem de recursos e riquezas, mas não sabem usá-los convenientemente, nem estão preparados para defendê-los adequadamente... Antes que seja tarde, está na hora de começarmos a examinar esse desafio, para que, ao invés de virmos a

líquido

ser, adiante, parte do problema, possamos emergir como parte decisiva da *solução*. Aliás, esta solução passa necessariamente pelo uso da energia nuclear – seja através de modernos reatores que podem transformar a água do mar em água doce, seja pela utilização de unidades de irradiação para esterilização de água ou tratamento de esgoto.

Estas e outras questões são debatidas em nossa matéria de capa, a partir da página 8 desta edição. Já há estudos da ONU querendo, convenientemente, atribuir aos povos menos desenvolvidos as responsabilidades pela anunciada crise mundial da água. Em compensação, já temos, aqui no Brasil,

autoridades e pesquisadores envolvidos na questão e tratando de organizar a nossa sociedade para assumir a gestão do uso de nossos recursos aquíferos, que incluem não apenas os caudalosos rios que cantamos em prosa e verso, mas também fabulosos depósitos subterrâneos, ainda muito pouco estudados, mas já ameaçados.

Mas a água, como bem sabemos, serve também para gerar energia elétrica. Durante os últimos 50 anos, desde os tempos de Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek, respaldado em seu imenso potencial hídrico, o Brasil construiu um dos mais eficientes sistemas de geração e distribuição de energia elétrica do mundo. Este sistema de energia barata e já praticamente amortizado, está sendo substituído – sem maiores discussões com a sociedade – por um outro, a ser atendido por gás natural comprado no exterior e pago em dólar. Para o economista Carlos

Lessa, o nosso entrevistado nesta edição, tal substituição, associada à falta de investimentos em geração e transmissão, não traz qualquer vantagem para os brasileiros, e suas conseqüências já estão aparecendo, nos sucessivos *apagões* que começam a se tornar habituais no nosso país. Como, aliás, era costume há 50 anos.

Também até uns 50 anos atrás, ou pouco menos, era comum o uso do jargão “precioso líquido”, como referência à água, nos então floreados textos jornalísticos, desde então banido, por banal, pelos empobrecedores “manuais de redação”. Em futuro próximo, o jargão já não será metáfora, mas realidade, no mundo e no Brasil. Daí que, para não retornarmos a 50 anos atrás e, ao mesmo tempo, começarmos a pensar 50 anos à frente, é hora de todos os brasileiros e brasileiras se preocuparem com o bom uso, melhor gestão e (quem sabe?) defesa da *nossa* água.

Belém: principal porto fluvial da Amazônia



Energia elétrica não é “globalizável”

No primeiro ano do terceiro milênio, o Brasil esteve a ponto de voltar ao século XIX. Como? Ficando sem luz, ameaçado pelo apagão. “A grande passagem da civilização para a modernidade se deu com a geração de energia elétrica”, afirma Carlos Lessa.

Economista, professor universitário e decano do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Lessa ainda encontrou tempo e disposição para outra empreitada: presidir o Instituto Virtual de Economia e Logística do Rio de Janeiro, organismo vinculado à Faperj que, entre outras atividades, promove discussões e publica livros sobre temas atualíssimos. O primeiro deles foi “O Brasil à Luz do Apagão”, organizado pelo professor, que também escreveu o primeiro artigo (ao todo são 14, escritos por especialistas e intelectuais). Em suas mais de 300 páginas, o livro dissecou vários

aspectos da crise de energia, que englobam desde a evolução histórica do tema no país a análises de perspectivas para o futuro. Em entrevista a Eloyza Guardia, de **Brasil Nuclear**, Lessa defendeu a hidroeletricidade como a principal fonte de geração na matriz elétrica brasileira, mas destacou que uma política energética eficaz precisa ser abrangente e investir também em outras formas de energia, como a nuclear. Crítico severo da política liberal adotada nos últimos anos, o professor ironizou o uso de São Pedro como bode expiatório da crise energética e enfatizou: “a garantia do suprimento de energia é obrigação do Estado, por uma razão muito simples – vulnerabiliza todo o corpo social. Você faz idéia do que é uma cidade grande sem energia durante seis horas? Instaura-se o caos!”

Em tempo: a entrevista com Carlos Lessa foi realizada em janeiro, dois dias antes do apagão que paralisou 10 estados brasileiros causando prejuízos milionários em pouco mais de três horas. No dia 15 de março, o professor Carlos Lessa foi eleito Reitor da UFRJ com 85% dos votos válidos.

Qual o objetivo de escrever “O Brasil à Luz do Apagão”?

Fazer uma varredura, a mais ampla possível, dessa questão da energia elétrica. O livro apresenta diferentes visões de 14 intelectuais e estudiosos da questão energética, mas tendo em comum a compreensão de que energia é a base

“Como se explica que o Brasil, considerado ‘a Arábia Saudita da energia elétrica’, devido a seu potencial hidroelétrico, vá para uma ameaça de apagão?”

da civilização moderna: todas as funções de produção dependem do suprimento de energia elétrica. Energia é um bem público. Quisemos chamar a atenção dos brasileiros para o significado profundo dessa ameaça do apagão. Como é que se explica que o Brasil, que é considerado “a Arábia Saudita da energia elétrica” devido a seu potencial hidroelétrico, do qual só se aproveitou até agora 40%, vá para uma ameaça de apagão? Como é que se explica que um país que, até o final da década de 80, tinha um sistema de gerenciamento de energia hidráulica considerado modelo no mundo, tenha precisado adotar um racionamento?

O governo disse que o problema foi a falta de chuva nos reservatórios...

Isso é inteiramente inconsistente, por uma razão muito simples: o fator “São Pedro” é uma variável para qualquer sistema de geração de energia hidráulica. Toda a engenharia do mundo, quando projeta uma usina, leva em conta o regime histórico de chuvas da região. E sempre se projeta de forma que ele possa funcionar, mesmo nos piores anos de seca. Procura-se projetar um sistema de reservatórios para poder poupar água nos anos de bonança e liberar água nos anos de escassez. Este é o sistema básico. Quando se doma um rio, faz-se um grande reservatório e depois você faz uma porção de usinas, já praticamente sem reservatório, porque elas dependem da vazão daquele grande reservatório. O Brasil sabe tudo isso. Começamos a fazer grandes hidroelétricas depois da Segunda Guerra Mundial, com a construção da hidroelétrica de Paulo Afonso. Mais ainda, a engenharia brasileira sabia que era uma imensa vantagem ter várias bacias hidrográficas e muitas regiões submetidas a regimes hidráulicos diferentes, como é o nosso caso. É só construir um sistema interligado, que se pode emprestar ener-

O nosso interesse seria pagar o gás em real e a Bolívia comprar, em real, coisas do Brasil. Mas não, vamos pagar em dólar. Vamos deixar de usar a água, que é nacional, para gastar dólares.



gia de uma região onde choveu muito para uma região onde choveu menos. Tínhamos um sistema sofisticado, que permitia planejar o abastecimento dos reservatórios com cinco anos de folga. Mas, para que isso pudesse se manter, era necessário continuar investindo no setor, construindo novos reservatórios, completando e modernizando linhas de transmissão.

Por que isso não aconteceu?

Houve um erro estratégico brutal, produto da miopia da política neoliberal. A prioridade da estabilidade monetária e a subserviência às orientações externas fizeram com que fosse interrompida a construção de novos reservatórios. Cada vez mais, se foi confiando em São Pedro. O resultado está aí: o sistema pifou, com conseqüências gravíssimas. Não

podemos esquecer que as chamadas exportações manufaturadas brasileiras são eletrointensivas. Exportamos alumínio, que é hiper-eletrointensivo, exportamos celulose, produtos siderúrgicos, ou seja, somos exportadores de energia transformada em manufatura. Agora, o Grupo Votorantim está dizendo que a produção de alumínio caiu em 11%. É uma prova do grau em que se perdeu a visão do futuro. Não se pode brincar com o futuro da civilização, com o futuro da produção, sub-investindo em energia elétrica.

Tem se falado muito na construção de termoelétricas a gás para resolver o problema do abastecimento de energia. Qual a sua opinião a respeito?

A solução de se ter outras alternativas, como a energia termoelétrica, seja a gás ou nuclear, não está errada. Tem seu papel para criar salvaguardas e formas de suprir picos de demanda, por exemplo. Mas não é isso o que eles estão querendo fazer. Eles estão inserindo na matriz elétrica brasileira, de forma definitiva, um expressivo suprimento de energia termoelétrica baseada em gás, com um gasoduto gigantesco, tornando o país dependente da importação de gás. Eu, pessoalmente, sou favorável à integração latino-americana. Acho que o Brasil deveria liderar o sonho bolivariano de uma América do Sul toda unida, e uma coisa fundamental para isso é a energia. Dar um destino ao gás da Bolívia é uma coisa muito boa para a Bolívia. Para o Brasil, pode até ser bom, dependendo da maneira com que se negociar com a Bolívia. Acontece que o Brasil não negociou com a Bolívia. Negociou com as empresas estrangeiras que eram donas dos campos de gás na Bolívia. O nosso interesse seria o quê? Pagar o gás em real e a Bolívia comprar, em real, coisas do Brasil. Mas não, vamos pagar em dólar. Então, vamos deixar de usar a água, que é nacional, para gastar dólares.

Como o senhor vê o papel da energia nuclear dentro de uma política energética global para o país?

Acho que ela entra como complementação de um sistema de geração elétrica. Não acho que ela deva ter o papel central na geração de eletricidade, mas o de geração complementar, operando na ponta do sistema elétrico.

O senhor é favorável à construção da usina nuclear de Angra 3?

Toda vez que você constrói instalações com alta tecnologia você aperfeiçoa e eleva o nível de desempenho de sua estrutura produtiva. Nos anos 50, por exemplo, a Petrobrás foi fundamental para o desenvolvimento da indústria de bens de capital. Eu imagino que a construção de usinas termonucleares tenha um efeito semelhante, fantástico! Uma planta termonuclear tem alguma coisa de infra-estrutura, mas o principal é a alta engenharia ligada a equipamentos, processos etc. Isso eleva o padrão de desempenho da indústria, dos centros de pesquisa, da engenharia. Eu não conheço detalhes sobre a economicidade da geração nuclear, mas é inquestionável o seu papel de alavancador tecnológico. Além disso, a energia nuclear tem uma variedade imensa de usos importantes na medicina, na irradiação de alimentos, etc. O país não pode prescindir da energia nuclear.

A impressão que se tem agora é a de que a situação do abastecimento elétrico está quase resolvida. Só se fala no fim do racionamento e tenta-se passar a impressão de que o problema foi solucionado...

Uma das coisas complicadas da sociedade atual é que a avalanche de informação é tal que, mesmo quando uma questão é objetiva, as pessoas se desligam

**“Não se pode brincar com o futuro da civilização, com o futuro da produção, sub-
investindo em energia elétrica”**



dela, ao sabor de novos problemas. Com tantos acontecimentos no mundo nos últimos meses, a ameaça do apagão foi saindo das primeiras páginas dos jornais. Mas isso não significa que a questão foi resolvida, por mais que as autoridades estejam anunciando o fim do racionamento. O problema do abastecimento energético brasileiro continua aí. Como estamos num fim de governo, está se fazendo como Pôncio Pilatos: lavando as mãos nas águas de São Pedro, que têm sido razoáveis neste verão, e empurrando o abacaxi. Mas o próximo governo estará inteiramente vulnerável no que se refere ao abastecimento de energia.

O senhor acha que a questão da energia será tema de campanha da próxima eleição presidencial?

Eu gostaria muito que fosse levada em consideração. Eu lamento profundamente que a nossa oposição se mova, do meu ponto de vista, com

muita incompetência. O tema não podia sair do palco. Esse tema é a reprovação do projeto neoliberal. Fracassou: nota zero! Felizmente, ainda não perdemos a guerra: a onda privatizante foi detida. Não se privatizou Furnas e se deteve a privatização de Tucuruí e da Chesf (Centrais Elétricas do São Francisco). As grandes geradoras continuaram estatais. Mas o que se privatizou foi toda a rede de distribuição final e se modificou a estrutura das empresas para dar rentabilidade a esta rede final. É uma coisa espantosa o que foi feito com essas distribuidoras: usando-se recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador, reajustamos as tarifas, em dólar, e concedemos empréstimos pelo BNDES para operadoras estrangeiras. Espero que esses temas sejam discutidos na campanha eleitoral e que apareçam nas propostas de governo dos candidatos.

Como o senhor vê o futuro do Brasil e, em especial, do setor elétrico nacional?

Eu acredito nas nações, na necessidade de se ter um projeto nacional. Acho que as nações têm que ter retaguardas sólidas para se defender, para se posicionar no mundo. Voltando ao Brasil e aos assuntos discutidos nessa entrevista, eu acrescentaria que energia elétrica não é “globalizável”. Ou é produzida internamente ou tende a ficar indisponível. Insuficiências energéticas só são superadas no longo prazo e, enquanto isso não acontece, é necessário limitar a produção e aceitar perdas de qualidade de vida. A crise energética explicita uma tensão entre o nacional e o global e mostra claramente a necessidade de exercício da soberania para que se possa construir o futuro desejado. ■

Água: sabendo u

Em menos de 50 anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. O alerta partiu da Organização das Nações Unidas, em relatório apresentado na 7ª Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, no Marrocos. A entidade afirma que, antes de chegarmos à metade do século, muitos

países não atingirão os 50 litros de água por dia necessários para atender às necessidades humanas. Os países em desenvolvimento são os que correm maior risco, segundo a ONU, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional previsto para os próximos 50 anos acontecerá nessas regiões. A entidade aponta como causas para a crise de escassez que se avizinha o crescimento populacional – hoje somos seis bilhões e a previsão é que nos próximos 50 anos a população do planeta chegue a nove bilhões –, o desperdício, a poluição e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias.

No cenário futuro projetado, a água se tornará um bem escasso e será a mercadoria mais preciosa do século XXI. E, assim como ocorre com o petróleo, o controle de recursos hídricos será causa de conflitos e guerras em diversas partes do mundo.

Em muitas regiões do planeta esse cenário já é uma dura realidade. Exemplos dramáticos ocorrem em alguns países da África, onde os habitantes chegam a andar cinco horas por dia para levar uma única lata de água suja para casa. É com ela que eles tentarão suprir todas as suas necessidades: matar a sede, cozinhar e, se possível, lavar a roupa e tomar banho. A luta pela posse da água também está por trás de muitos dos conflitos “étnico-religiosos” que acontecem hoje no Oriente Médio, Europa Oriental e no continente africano.



Água não vai faltar

VERA DANTAS

A água já começa a ficar escassa em lugares que, até pouco tempo atrás, nunca tiveram problemas quanto ao seu suprimento. Como, por exemplo, em muitas regiões dos Estados Unidos. Segundo artigo do jornal *The New York Times*, publicado no Brasil em agosto do ano passado pelo jornal Estado de São Paulo, a falta de água é tão grave em muitas cidades da Flórida que “pessoas têm sido levadas aos tribunais e multadas por violarem rigorosas metas de racionamento de água”. O artigo diz também que algumas regiões, como a úmida Seattle ou os seis municípios que margeiam o Lago Michigan, uma das maiores reservas de água doce do mundo, estão ameaçados de enfrentar falta de água dentro de 20 anos.

Uso e desperdício

Falar de escassez em um planeta que tem 70% de sua superfície cobertos por água pode

parecer um contra-senso. No entanto, a maior parte desse volume (97,5%) encontra-se nos mares e oceanos. Trata-se, portanto, de água salgada, imprópria para o consumo humano e para a produção de alimentos. E os 2,5% restantes de água doce também não estão inteiramente disponíveis para o uso: a maior parte dela (68,9%) encontra-se nas calotas polares e geleiras, 29,9% constituem as águas subterrâneas e 0,9% são relativas à umidade dos solos e pântanos. A água dos rios e lagos representa apenas 0,3% do total de água doce do planeta.

Mesmo pequena, essa parcela seria mais que suficiente para atender à demanda da população terrestre, se estivesse distribuída de forma homogênea em todas as regiões. No entanto, isso não acontece. Somente 23 países detêm dois terços das reservas de água potável. Cerca de 47% dos recursos hídricos do planeta

estão na América do Sul e, desse total, mais da metade (53%) estão no Brasil. Segundo o pesquisador do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), Otávio Branco, em palestra no VIII Congresso Geral de Energia Nuclear (CGEN), não fosse esse importante detalhe, cada habitante da Terra teria disponível nos rios, atualmente, de seis a sete vezes a quantidade de água estimada como razoável pela ONU.

A conscientização para a questão da água vem crescendo nos últimos anos, na esteira das discussões internacionais em torno da preservação do meio-ambiente e do combate à fome e à mortalidade infantil. No entanto, a forma como essas discussões vêm sendo conduzidas pelas entidades internacionais é criticada por especialistas como o geólogo Aldo Rebouças. Autor do livro “Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico – Uso e Conser-



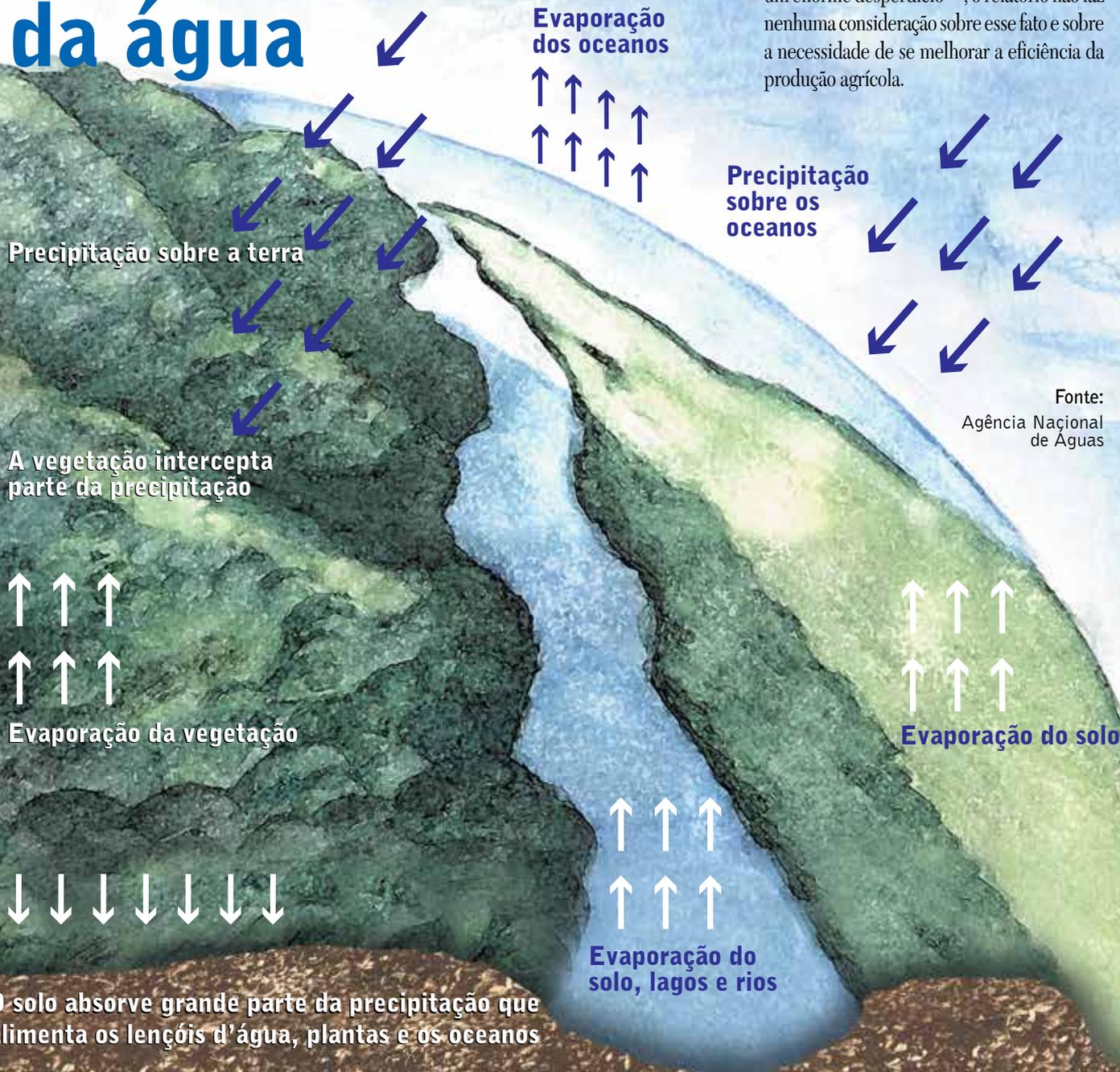
vação”, em associação com os professores da Universidade de São Paulo (USP) Benedito Braga e José Tundisi, Rebouças é consultor da Secretaria Nacional de Recursos Hídricos, da Agência Nacional de Águas (ANA) e de governos estaduais. Professor da USP, ele é considerado uma das maiores autoridades em água no país. Ele acusa essas entidades de fazerem afirmações alarmistas e sem base concreta: “as avaliações divulgadas nos relatórios

são baseadas no volume acumulado dos rios e demais fontes de água doce, sem levar em consideração que esse volume é anualmente renovado e reciclado pelas chuvas. De forma que, hoje, a humanidade consome apenas 11% das descargas hídricas, mas o faz de forma danosa e com imenso desperdício”. Segundo ele, é aí que reside o verdadeiro problema.

O professor Rebouças também acusa as entidades internacionais de tentarem atribuir aos países do Terceiro Mundo a responsabilidade pela escassez de água, na medida em que não possuem nenhum tipo de política de planejamento familiar, poluem os rios e lagos

e destroem o meio-ambiente. “O relatório apresentado pela ONU, na reunião de Marrakesh, afirma que, se a taxa de natalidade não diminuir, não haverá água para todo mundo. No entanto, se esquece de dizer que os países desenvolvidos consomem 20 vezes mais água que os subdesenvolvidos, uma vez que são mais industrializados. São esses países que precisam usar a água com mais responsabilidade”. As críticas não poupam a FAO (*Food and Agriculture Organization*), que também divulgou relatório alertando para a crise mundial de água. Ele diz que embora a agricultura seja a atividade que mais consome água – “com um enorme desperdício” –, o relatório não faz nenhuma consideração sobre esse fato e sobre a necessidade de se melhorar a eficiência da produção agrícola.

Ciclo da água





Fotos: Izilda França

Aldo Rebouças:

“O desperdício é o verdadeiro problema”.

Abundância em termos

O Brasil concentra cerca de 15% da água doce do planeta. Mas esse “privilegio” da natureza não impediu que o país venha enfrentando, há muito tempo, situações de escassez localizada. Enquanto em muitas regiões a água é tanta que a população tem hábitos como usar o jato da mangueira para varrer quintais e calçadas (“vassoura hidráulica”, na expressão bem humorada do Prof. Rebouças), ficar horas embaixo do chuveiro e deixar a torneira aberta enquanto escova os dentes, em outras, como o interior do Nordeste, a estiagem seca as lavouras, mata o gado, provoca doenças, fome e o êxodo da população para áreas mais desenvolvidas.

A escassez de água já está se disseminando para outras regiões, como o desenvolvido Sudeste. A cidade de São Paulo, a segunda maior da América Latina e uma das maiores do mundo, é um exemplo. Desde o final da década de 80, a população da cidade vê-se às voltas com períodos de racionamento. Em 2000, mais de 3 milhões de pessoas foram atingidas pela suspensão temporária do abastecimento. Há bairros de periferia do Rio de Janeiro, onde a água encanada só chega às residências uma vez por semana. Em alguns deles, nem isso. Sem alternativa, a população

consome a água de poços de fundo de quintal, geralmente inadequada para o uso humano.

A falta de investimento em saneamento básico é um dos fatores que mais contribuem para reduzir a disponibilidade de água para o abastecimento. O despejo de esgotos *in natura* e de poluentes e resíduos industriais nos rios torna cada vez mais difícil – e onerosa – a purificação das águas que chegam às estações de tratamento. Um exemplo disso ocorreu recentemente, na cidade do Rio de Janeiro. No final do ano passado, a água que chegava às torneiras dos cariocas exalava odor forte, tinha gosto ruim e provocou enjôos e dor de cabeça em uma boa parte da população. O problema, segundo as autoridades, era causado pela proliferação anormal de uma alga, em decorrência, por sua vez, do aumento da poluição nos rios que abastecem o Reservatório do Guandu.

Outra importante causa da redução da disponibilidade de água é o desperdício. Cerca de 45% da água tratada no país é perdida em vazamentos e ligações clandestinas. Segundo o professor Aldo Rebouças, a situação é ainda pior em lugares como Fortaleza, onde cerca de 70% da água tratada se perde em vazamentos antes de chegar às torneiras. Para ele, o desperdício é o grande problema brasileiro. “Praticamente mais de 90% dos estados do Brasil têm mais de mil metros cúbicos/ano de água por habitante, o que é uma média excelente. Israel tem 350 metros cúbicos/ano e uma qualidade de vida muito superior à nossa, assim como o seu PIB/*per capita*, que também é superior ao brasileiro”, diz.

Defensor da racionalização do uso da água como a principal medida para evitar uma futura crise de abastecimento, ele aponta a favor de sua tese a redução de 15% do consumo de água no país em decorrência da crise de energia. Enquanto a população, para alcançar as metas impostas pelo racionamento, reduziu o uso do chuveiro elétrico, do boiler, das lavadoras de roupas e de louças, o setor produtivo adotou novos hábitos, métodos e processos. Ele cita o exemplo do recente programa implantado pela ANA em convênio com o Estado do Ceará no vale do Rio Jaguaribe. Naquela bacia hidrográfica, muitos agricultores cearenses trocaram a cultura do arroz por outras que fazem uso menos intensivo de água, como a das frutas e flores. Com isso,

conseguiram economizar cerca de cinco metros cúbicos por segundo de água do rio Jaguaribe, um volume equivalente ao que é consumido – com grande desperdício – pela cidade de Fortaleza. A mudança acabou trazendo um benefício inesperado para esses agricultores: o custo da energia baixou tanto que a atividade, até então de subsistência, tornou-se lucrativa.

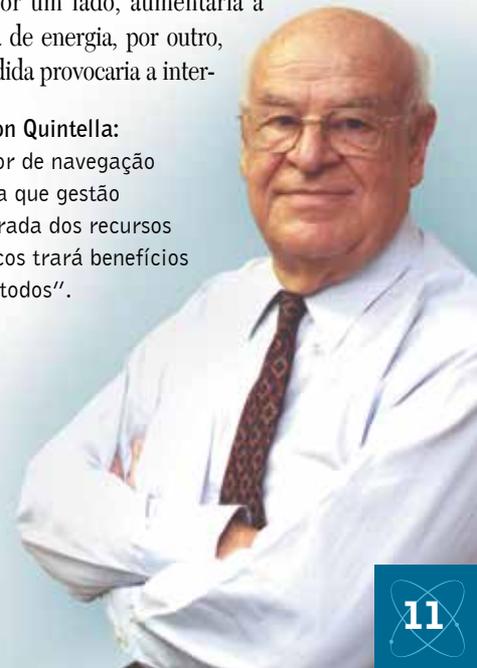
Uso múltiplo

Além de contribuir para a racionalização do uso da água, a crise de energia também está trazendo à tona um problema antigo: a disputa por recursos hídricos entre três atividades econômicas igualmente essenciais que são a produção de energia, a agricultura e o transporte. “Na medida em que esses outros usos passam a competir por um bem que é de domínio público, torna-se imperiosa a necessidade de regulação e ordenamento das atividades”, explica o diretor da Agência Nacional de Águas (ANA), Benedito Braga.

Criada em junho de 2000 para implementar O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto na Constituição de 1988, a Agência enfrentou um verdadeiro batismo de fogo com a crise de energia. Em julho de 2001, o Operador Nacional do Sistema (ONS) apresentou uma proposta para utilizar parte da água estocada no lago da usina de Ilha Solteira, no rio Paraná, em São Paulo, para gerar mais eletricidade. A operação resultaria na redução de 11 metros no nível do reservatório e no conseqüente fechamento do canal de Pereira Barreto, que interliga o lago com a usina de Três Irmãos. Se, por um lado, aumentaria a oferta de energia, por outro, a medida provocaria a inter-

Wilson Quintella:

“Setor de navegação confia que gestão integrada dos recursos hídricos trará benefícios para todos”.



ruptão temporária da navegação em um trecho da hidrovia Tietê-Paraná. Trata-se de uma importante via de abastecimento de insumos e escoamento da produção agrícola do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e parte de Rondônia, Tocantins e Minas Gerais, que movimentou, em 2001, 2 milhões de toneladas de carga. Com 12 terminais portuários distribuídos em uma área de 76 milhões de hectares, ela impulsionou a implantação de 23 pólos industriais, 17 turísticos e 12 de distribuição, gerando 4 mil empregos diretos. Todas essas atividades econômicas seriam fortemente afetadas com a sua desativação.

Os efeitos da notícia foram sentidos imediatamente. “Os proprietários das cargas que já estavam nas barcaças queriam retirá-las e transportá-las por caminhões”, revelou o presidente da Agência de Desenvolvimento do Tietê-Paraná (ADTP), Wilson Quintella, em palestra no seminário “O Setor Elétrico e o Meio-Ambiente”, promovido no ano passado pela Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica (ABCE). Para evitar uma

catástrofe, os empresários procuraram a ANA. Eles alertaram a agência para o fato de que a interrupção da hidrovia provocaria um aumento de US\$ 50 milhões no custo de transporte, já em 2001. E, sobretudo, comprometeria a credibilidade que o setor a duras penas está conseguindo angariar, uma vez que a Tietê-Paraná é o grande exemplo da viabilidade do transporte hidroviário no país.

Depois de analisar e debater o assunto, representantes da ANA, do setor hidroviário e do setor elétrico decidiram abandonar o projeto. Com isso, a operação da hidrovia foi preservada, sem prejuízo para a sua produtividade. “Em 2001 houve um aumento de 26% no transporte de grãos com relação ao ano anterior. É um resultado altamente auspicioso e os setores usuários de recursos hídricos têm agora uma opção institucional para mediação de conflitos”, comemora Benedito Braga.

Segundo Wilson Quintella, os empresários do setor de navegação estão confiantes de que a gestão integrada dos recursos hídricos trará benefícios para todos. “Estamos experimentando uma sensação de segurança de que vamos ter realmente uma política de uso múltiplo das águas implantada de forma competente, para benefício do país”.

Para enfrentar o desafio de conciliar interesses muitas vezes conflitantes, a ANA conta com a ajuda valiosa dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Trata-se de órgãos colegiados, previstos nas leis sobre gerenciamento dos recursos hídricos, promulgadas por diversos estados enquanto o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos estava em discussão no Congresso Nacional. Os Conselhos Estaduais são integrados por representantes das secretarias de estado, dos municípios, da sociedade e dos Comitês de Bacias. Estes, por sua vez, são formados por representantes dos municípios e das entidades da sociedade civil de suas respectivas bacias hidrográficas. Cabe a eles elaborar os Planos de Recursos Hídricos de suas respectivas regiões, assim como analisar projetos, investimentos e ações.

Comitês das Bacias de Rios Federais

Fonte:
Agência Nacional de Águas
www.ana.gov.br



Comitês criados

- Paraíba do Sul
- São Francisco
- Alto Paraguai
- Piranhas-Açu
- Piracicaba
- Verde Grande

Comitês em processo de mobilização

- Paranaíba
- Jucuruçu
- Doce
- Mampituba
- Hidrografia

Comitês das Bacias de Rios Estaduais

Fonte:
Agência Nacional de Águas
www.ana.gov.br

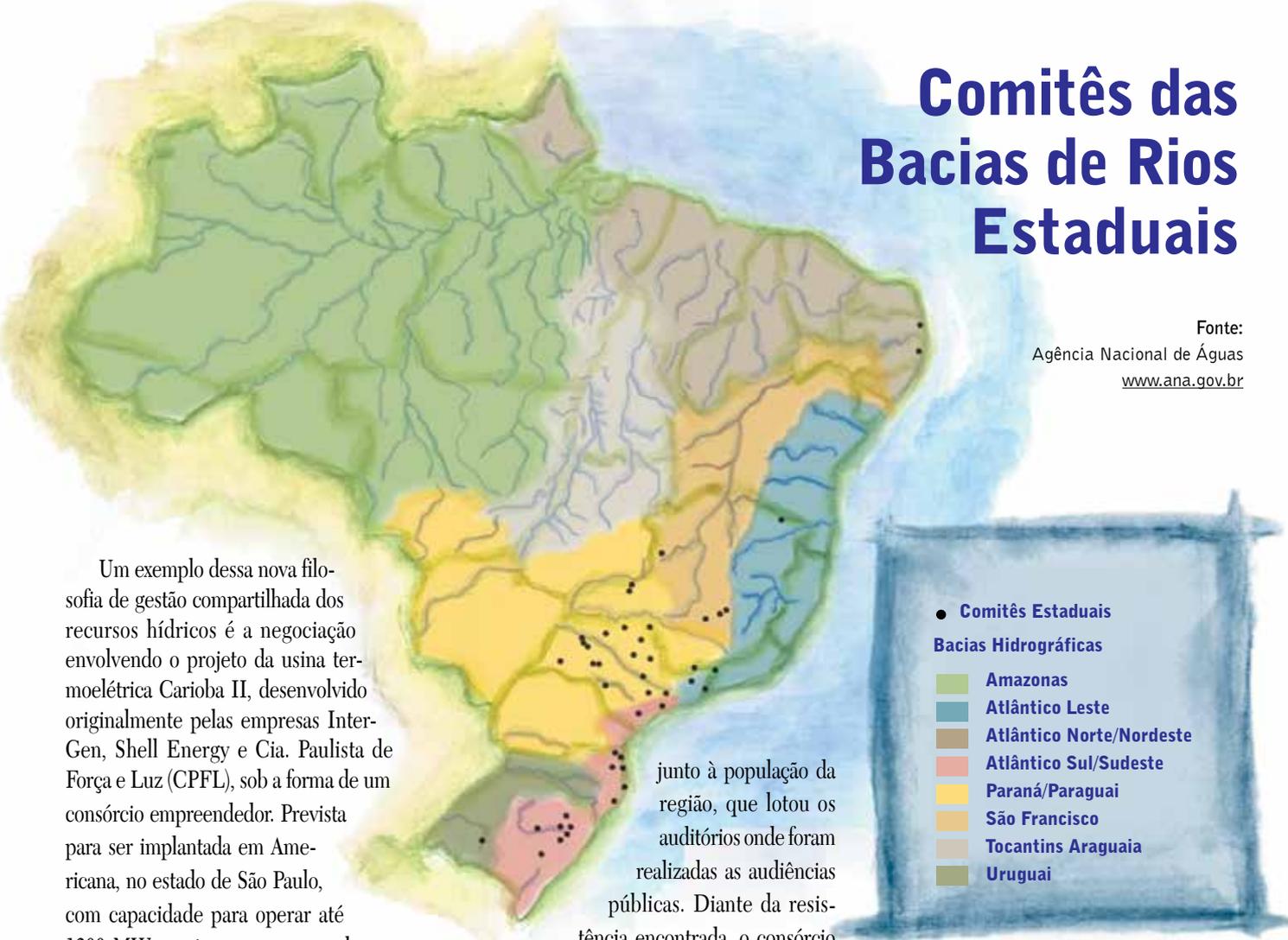
Um exemplo dessa nova filosofia de gestão compartilhada dos recursos hídricos é a negociação envolvendo o projeto da usina termelétrica Carioba II, desenvolvido originalmente pelas empresas Inter-Gen, Shell Energy e Cia. Paulista de Força e Luz (CPFL), sob a forma de um consórcio empreendedor. Prevista para ser implantada em Americana, no estado de São Paulo, com capacidade para operar até 1200 MW, a usina provocou um longo processo de discussões com as comunidades locais, organizadas e representadas no próprio Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Foi demandada a alteração do sistema de resfriamento do projeto, para sua aprovação. Para os usuários da bacia do rio Piracicaba, a tecnologia que seria originalmente empregada, conhecida como torre úmida, utilizaria água demais. Mesmo a oferta de medidas compensatórias por parte do consórcio para aumentar substancialmente a disponibilidade hídrica, alterando-se o regime operacional de um reservatório existente da CPFL em Americana, além do compromisso de construir uma nova estação de tratamento de esgoto em Americana e fazer a captação dessa água tratada para o resfriamento, não foi suficiente para a aprovação do projeto.

O processo de licenciamento ambiental da usina provocou grande repercussão

junto à população da região, que lotou os auditórios onde foram realizadas as audiências públicas. Diante da resistência encontrada, o consórcio

decidiu adotar um novo sistema de resfriamento, por condensação a ar, que reduz significativamente o consumo de água: de mil metros cúbicos/hora para 32 metros cúbicos/hora, ou seja, 3% do consumo original. A mudança de tecnologia encareceu o custo final do empreendimento, que passou de US\$ 600 milhões para US\$ 650 milhões, o que provocou a saída da CPFL do consórcio empreendedor. O Estudo e Relatório de Impacto ao Meio-Ambiente (EIA-RIMA) do projeto está sendo analisado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e deverá ser votado no Conselho Estadual de Meio Ambiente.

Entre as atribuições da ANA está a busca de soluções para outro grave problema enfrentado pelo país: a poluição dos rios. Nesse sentido, a agência está firmando convênios de despoluição com governos estaduais e municipais, que incluem a transferência de

- 
- Comitês Estaduais
 - Bacias Hidrográficas
 - Amazonas
 - Atlântico Leste
 - Atlântico Norte/Nordeste
 - Atlântico Sul/Sudeste
 - Paraná/Paraguai
 - São Francisco
 - Tocantins Araguaia
 - Uruguai

recursos federais para a construção de estações de tratamento de esgoto e investimento em projetos de recuperação ambiental. Grande parte desses recursos virá da arrecadação gerada pela cobrança do uso da água.

O sistema de cobrança prevê uma taxa mais alta pela água não tratada. As indústrias e companhias municipais de saneamento de uma região deverão pagar uma taxa por metro cúbico de água que for retirada do rio. Se a água consumida for devolvida ao rio sem tratamento, o preço da taxa será muito maior.

Além do programa de despoluição dos rios, os recursos obtidos com a cobrança da água terão outros usos. Uma das opções propostas seria a constituição de um fundo financeiro, para financiar obras e serviços de interesse da comunidade de acordo com a orientação do comitê de bacia hidrográfica.



Fotos: Arquivo AHRANA

Elevador de Navio

Para transportar as diferenças de nível em um canal ou rio, as embarcações precisam de ajuda. Elas são levadas para um reservatório em forma de câmara, denominado eclusa, onde o nível da água é o mesmo que o da parte mais baixa do rio onde antes navegavam. As comportas da eclusa são fechadas e a embarcação fica isolada do mundo externo pelos altos muros do recinto. Outras comportas, na parte superior da eclusa, impedem que as águas invadam rapidamente a parte inferior, afundando o navio. Então, água é bombeada no fundo da eclusa para elevar a embarcação muito lenta e gradualmente, mas com segurança, ao nível do rio acima. Quando este nível é alcançado, as comportas superiores são, então, abertas e o navio segue sua viagem. A eclusa é, então, esvaziada lentamente e está pronta para levantar outro navio.

VERA DANTAS

Um dos entraves ao aumento das exportações brasileiras, que vem sendo perseguido pelo governo e iniciativa privada, é o chamado “Custo Brasil”. E, dentro dele, o custo do frete é um dos mais significativos: os portos marítimos brasileiros estão entre os mais caros do mundo e a despesa com o transporte interno das mercadorias – majoritariamente rodoviário – também é elevada. Uma das alternativas que vem sendo propostas para reduzi-lo é substituir a opção preferencial pelo transporte rodoviário, iniciada na década de 50 e reforçada nas seguintes, por um programa que contemple o

transporte ferroviário e fluvial, que oferecem custos muito mais competitivos.

Foi o uso integrado dessas duas modalidades que viabilizou a importação do ferro rotundo utilizado na construção da usina de Jupuí, no rio Paraná. “O custo do transporte do ferro pela forma tradicional, por via marítima até o Porto de Santos e, dali, por ferrovia até o canteiro de obras, se mostrava proibitivo”, lembra o presidente da ADTP, Wilson Quintella. A solução encontrada por ele foi trazer o ferro da Argentina até a cidade de Corumbá pelo rio Paraná e, dali, seguir por ferrovia. Segundo ele, além de reduzir consideravelmente o custo do frete, a operação demonstrou a viabilidade do uso múltiplo das águas dos rios.

“A maioria dos rios no Brasil são em corrente livre, ou seja, têm condição de navegação sem interferência de barragens ou eclusas para vencer desníveis. Além disso, também têm condição de navegação o ano inteiro”, explica o técnico da Administração da Hidrovia do Paraná (Ahrana), órgão do Ministério dos Transportes, Sérgio Pimentel. No entanto, o desenvolvimento da atividade tem sido prejudicado. Uma das principais causas apontadas pelos especialistas do setor é a ausência de uma política para o uso compartilhado dos rios, fundamental em um país como Brasil, que tem 93% de sua energia gerada em usinas hidrelétricas. Um planejamento integrado teria evitado que muitas usinas fossem im-

Hidrovia, alternativa para

plantadas sem que, durante a obra, fossem construídas eclusas para eliminar o desnível de águas junto ao reservatório, que impede a navegação (ver *Elevador de Navio*). A construção das eclusas *a posteriori* implica em um custo que pode ser até 10 vezes maior do que se a obra fosse realizada junto com a da usina.

O desenvolvimento da Hidrovia Tietê-Paraná deveu-se, em grande parte, à iniciativa do governo de São Paulo, que promulgou um decreto, depois transformado em lei, estabelecendo que todas as usinas construídas no estado passariam a contar com verbas estaduais, correspondentes a 20% do valor total do empreendimento, que seriam empregadas na construção de eclusas de navegação. “A construção de barragens eclusadas permite o desenvolvimento de outras atividades além da geração de energia, como o transporte, a agricultura e o turismo”, informa Pimentel.

A Hidrovia do Tietê começou em 1981, com o transporte regional de cana-de-açúcar, materiais de construção e calcário, ao longo de uma extensão de 300 km. A integração completa com o rio Paraná foi realizada em 1991, com a conclusão do canal Pereira Barreto. Com isso, a Hidrovia Tietê-Paraná alcançou o sul do estado de Goiás e a região do triângulo mineiro. Em 1998, com a conclusão das obras da eclusa de Jupiá no rio Paraná, a hidrovia alcançou as águas internacionais do Lago de Itaipú, passando a contar com 2.400 quilômetros de extensão navegável.

Um dos mais expressivos exemplos da importância do transporte fluvial para a economia

do país é a competitividade alcançada pela soja brasileira no mercado internacional. Grande parte disso se deve ao fato de que a produção de grãos do Mato Grosso e Rondônia é escoada pela Hidrovia do Madeira. Há 10 anos, ela era transportada em caminhão, por mais de 3 mil quilômetros, até os portos de Santos e Paranaguá, no Sudeste. O uso do transporte rodoviário, integrado com o hidroviário e o marítimo, provocou uma redução do frete de US\$ 110 por tonelada para US\$ 63 por tonelada. Somente a empresa Ernasa, pertencente ao grupo Blairo Maggi, maior exportador de soja do país, transporta anualmente mais de 1 milhão de toneladas de soja de Porto Velho, em Rondônia, até o terminal graneleiro de Itacoatiara, no rio Amazonas. Lá, a soja é embarcada nos navios rumo ao exterior. Considerada a mais moderna do país, a hidrovia do Madeira conta com tecnologias sofisticadas, como o sistema de navegação por satélite GPS (*Global Positioning System*).

Embora apresente um grande potencial para a navegação comercial, integrando as regiões Centro-Oeste e Amazônica com o resto do país, a hidrovia Araguaia-Tocantins ainda não conseguiu deslançar. Seu projeto, lançado em 1995, esbarra em dois obstáculos. O primeiro é a conclusão das obras de construção de duas eclusas e de um canal intermediário, que permitirão vencer o desnível de 72 metros criados com a barragem da usina hidrelétrica de Tucuruí, no rio Tocantins. O segundo obstáculo é o do licenciamento ambiental. O processo foi interrompido, sem a realização de nenhuma audiência pública,

devido a pressões de entidades ambientalistas (ver pág. 16, “A Grande Hidrovia”).

A navegação fluvial também desempenha um importante papel na integração e desenvolvimento dos países do extremo sul da América Latina: Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. Essa integração se dá, em grande parte, através dos rios que compõem a Bacia do Prata, dos quais os mais importantes são o Paraguai e o Paraná. Utilizados desde o século XVI pelos portugueses e espanhóis em suas expedições colonizadoras, os dois rios são hoje considerados como elo importante para a consolidação do Mercosul. O grande impulso para o desenvolvimento do sistema fluvial formado pelos rios Paraguai e Paraná foi dado em 1992, através do Acordo de Transporte Fluvial firmado entre os cinco países.

A Hidrovia do Paraguai-Paraná corta metade da América do Sul. Com 3.442 quilômetros, vai desde Cáceres, no Mato Grosso, até Buenos Aires, na Argentina. Todo o percurso é em corrente livre, sem barragens ou obstáculos para navegação.

Por atravessar a região do Pantanal, a hidrovia tem seu desenvolvimento vinculado a um compromisso do governo brasileiro com a conservação do meio-ambiente. Esse compromisso foi expresso em diversas ocasiões pelos representantes governamentais, que colocam o equilíbrio ecológico do Pantanal acima de qualquer ação desenvolvimentista que possa vir a ameaçá-lo. Apesar disso, o projeto não consegue decolar, em função do poderoso *lobby* contra a hidrovia conduzido por uma constelação de ONG’s nacionais e internacionais, destacando-se o WWF (ver pág. 16).



“Comboio de empurra”

reduzir o “Custo Brasil”

Do mar para as torneiras

Reatores Nucleares são a melhor opção para produzir grandes volumes de água doce

VERA DANTAS



falta de água potável em muitas regiões de seu vasto território é um dos principais problemas enfrentados pela China. Para resolvê-lo, o país estuda diferentes estratégias que vão da construção de extensas tubulações, canais e estações de bombeamento, à instalação de grandes centros de dessalinização de água do mar movidos a energia nuclear. Cientistas do Instituto de Engenharia Nuclear da China estão estudando a implantação de instalações com capacidade de até 100 milhões de metros cúbicos por ano, capazes de assegurar as necessidades de água da grande população concentrada no nordeste do país.

Assim como a China, outros países asiáticos, do norte da África e Oriente Médio vêm na dessalinização das águas de mares e oceanos uma alternativa concreta para enfrentar a falta de água potável. Alguns, como a Arábia Saudita, utilizam o processo em larga escala. A maior parte das plantas de dessalinização hoje existentes emprega como fontes primárias de energia a eletricidade ou combustíveis fósseis convencionais. “Todos esses processos utilizam grandes quantidades de energia, e providenciar a energia requerida compõe grande parte do custo total da água produzida por metro cúbico”, explica o economista Jonathan Tennenbaum, diretor da *Fusion Energy Foundation*. Segundo ele, justamente por este motivo, o uso da energia nuclear vem sendo cada vez mais considerado para projetos de dessalinização.

O interesse pela energia nuclear vem aumentando principalmente após o surgimento de reatores modulares e mais baratos. Eles são a base de diversos projetos-piloto que estão sendo implantados em países como Casaquistão, Japão, Índia, Marrocos e China,

com o patrocínio da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Um deles, envolvendo estes dois últimos países, prevê a instalação no sul do Marrocos de uma unidade de dessalinização nuclear com capacidade para produzir 8 mil metros cúbicos de água doce por dia, suficiente para o consumo de mais de 70 mil pessoas. A China fornecerá um reator nuclear de 10 MW, desenvolvido especificamente para a produção de calor em baixa-temperatura para processos de dessalinização, entre outros. O pequeno reator foi especialmente projetado para oferecer segurança, confiabilidade e fácil operação, tendo em vista o seu uso em países em desenvolvimento.

No Brasil a dessalinização começa a ser objeto de estudo por parte de órgãos de governo. “Ela é um recurso para países como a Arábia Saudita, onde alternativas de água doce são extremamente difíceis. No caso brasileiro, ainda não sabemos se ela se aplica. No entanto, o assunto tem merecido nosso interesse e, nesse sentido, estamos montando uma plataforma de estudos junto com o Ministério de Ciência e Tecnologia”, explica o diretor da ANA, Benedito Braga.

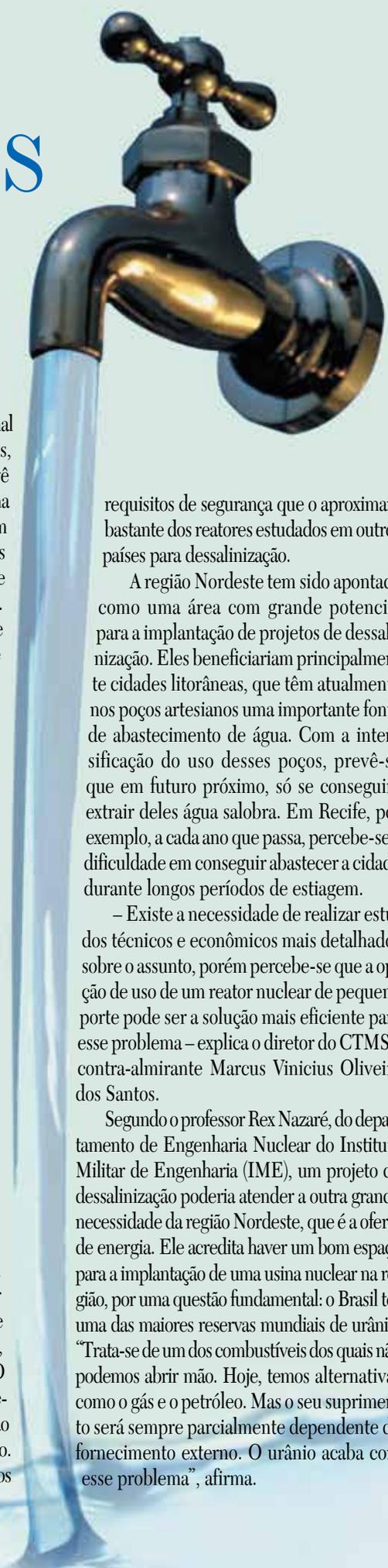
Outra instituição que está atenta ao problema é o Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP). Embora não tenha criado até agora nenhum projeto específico desse tipo, o Centro possui competência tecnológica para projetar um reator nuclear de pequeno porte que, além da dessalinização da água doce, possa fornecer também energia elétrica. O *know-how* foi adquirido no processo de desenvolvimento do reator para a propulsão do primeiro submarino nuclear brasileiro. Este reator possui características e elevados

requisitos de segurança que o aproximam bastante dos reatores estudados em outros países para dessalinização.

A região Nordeste tem sido apontada como uma área com grande potencial para a implantação de projetos de dessalinização. Eles beneficiariam principalmente cidades litorâneas, que têm atualmente nos poços artesianos uma importante fonte de abastecimento de água. Com a intensificação do uso desses poços, prevê-se que em futuro próximo, só se conseguirá extrair deles água salobra. Em Recife, por exemplo, a cada ano que passa, percebe-se a dificuldade em conseguir abastecer a cidade durante longos períodos de estiagem.

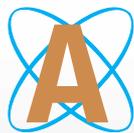
– Existe a necessidade de realizar estudos técnicos e econômicos mais detalhados sobre o assunto, porém percebe-se que a opção de uso de um reator nuclear de pequeno porte pode ser a solução mais eficiente para esse problema – explica o diretor do CTMSP, contra-almirante Marcus Vinicius Oliveira dos Santos.

Segundo o professor Rex Nazaré, do departamento de Engenharia Nuclear do Instituto Militar de Engenharia (IME), um projeto de dessalinização poderia atender a outra grande necessidade da região Nordeste, que é a oferta de energia. Ele acredita haver um bom espaço para a implantação de uma usina nuclear na região, por uma questão fundamental: o Brasil ter uma das maiores reservas mundiais de urânio. “Trata-se de um dos combustíveis dos quais não podemos abrir mão. Hoje, temos alternativas como o gás e o petróleo. Mas o seu suprimento será sempre parcialmente dependente do fornecimento externo. O urânio acaba com esse problema”, afirma.



Um mar subterrâneo

FLOYZA GUARDIA



A busca do homem pela água, elemento fundamental para sua existência, já incluía as reservas subterrâneas, mesmo antes de existirem técnicas sofisticadas de localização e exploração. Desde tempos antigos, o homem sempre soube achar água debaixo da terra. Em lugares mais primitivos, existe até a figura do “apontador de água”, um personagem que caminha por regiões ressecadas com uma forquilha ou pêndulo, parando quando ela indica que ali é um bom lugar para se cavar um poço. Dos 2,5 % que compõem as reservas de água doce do nosso planeta, 29,9% ou 10,36 milhões de quilômetros cúbicos correspondem a essas águas subterrâneas, chamadas hoje de aquíferos.

Sua formação é consequência do ciclo hidrológico que rege a Terra – um mecanismo gigantesco de evaporação, condensação e precipitação, colocado em funcionamento pela energia térmica de origem solar e pela gravidade terrestre. Calcula-se que cerca de 119 mil quilômetros cúbicos de precipitação, na forma de chuva, neve e neblina, principal-

mente, caem, a cada ano, sobre os continentes. Uma parte dessas águas se evapora já ao cair, outra parte escoar superficialmente pelos terrenos atingidos e uma terceira vai alimentar a umidade do solo sub-superficial e, através da filtração nos terrenos mais profundos, constituir a recarga dos aquíferos (ver ilustração na pág. 10).

Os vários tipos de rochas que foram formadas em distintas eras geológicas, por meio de diferentes eventos geológicos, apresentam poros, em maior ou menor quantidade e em diferentes graus de conectividade, os quais podem conter água. Como esses eventos se sucederam uns aos outros, ao longo do tempo formaram-se camadas sobrepostas de diferentes tipos de rochas. Durante esses processos, a água armazenada na camada de material permeável, a partir de infiltração das águas de chuva, foi aprisionada, formando os aquíferos, que têm a vantagem de oferecer água de boa qualidade para consumos diversos, a custo baixo e muitas vezes sem necessidade de tratamento, além de serem responsáveis pela perenização de rios em épocas de estiagem.

Um dos maiores reservatórios de água doce subterrânea do mundo fica na América do

Sul. Chamado atualmente de Sistema Aquífero Guarani, acumula um volume de água estimado em 45 mil quilômetros cúbicos. Sua extensão é da ordem de 1,2 milhões de quilômetros quadrados, sendo 840 mil km² no Brasil (70% do total, cobrindo partes de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), 225 mil km² na Argentina (19%), 71 mil km² no Paraguai (6%) e 58 mil km² no Uruguai (5%). Este sistema aquífero é do tipo sedimentar (rochas areníticas), confinado em cerca de 90% de sua extensão. É coberto em cerca de 90% de sua extensão pelos derrames de lavas vulcânicas (basaltos da Formação Serra Geral) que ocorreram no período Cretáceo inferior (120 a 130 milhões de anos), e tem como base depósitos de sedimentos argilosos ainda mais antigos, cujas idades vão do período Permiano ao Siluriano (entre 225 e 440 milhões de anos, respectivamente). Além da dimensão gigantesca, este aquífero contém águas que podem ser consumidas sem necessidade de tratamento prévio, devido aos mecanismos de filtração e autodepuração bio-geoquímica que ocorrem no subsolo.

Embora a reserva subterrânea já fosse conhecida desde a primeira metade do sécu-



lo passado, especialmente no estado de São Paulo, (até hoje o maior usuário do aquífero), somente durante a década de 70 ela começou a ser estudada. Descobriu-se, então, que se tratava realmente de um único aquífero, sem compartimentos estanques, embora tivesse, inclusive, nomes diferentes em cada um dos países – Botucatu no Brasil, Taquarembó no Uruguai, Misiones na Argentina (o nome Guarani surgiu em 1994, durante uma reunião internacional para se achar um nome comum). Um desses estudos durou 10 anos e foi realizado com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). O projeto usou técnicas isotópicas na avaliação do aquífero para ajudar a entender o mecanismo do sistema: como se formou, como é recarregado, níveis de interconexão e interação.

Paralelamente, o progresso das técnicas de perfuração de poços, acabando com limitações de profundidade e de localização e reduzindo o custo da operação, permitiu o aumento da extração dos recursos do aquífero. Estima-se que existam mais de dois mil poços perfurados no aquífero Guarani, com profundidades entre 100 e 300 metros, e algumas centenas de outros em seus domínios confinados, com profundidades entre 500 e 2 mil metros.

Apesar desses números, os especialistas concordam que a utilização desse reservatório ainda é mínima, comparada a seu potencial – um volume que, teoricamente, daria para abastecer toda a população mundial por 200 anos. Não obstante, nos últimos anos, começou-se a discutir a necessidade da

Além de sua dimensão gigantesca, o Aquífero Guarani contém águas que podem ser consumidas sem tratamento prévio

ordenação do uso desses recursos hídricos, tendo em vista sua importância estratégica, social e econômica para os quatro países de seu domínio. Para evitar a possibilidade da ocorrência de super-exploração e de contaminação e/ou poluição de suas águas, os governos dos países detentores da reserva lançaram as bases para o desenvolvimento conjunto de um projeto de Proteção Ambiental e Gestão Sustentável do Sistema Aquífero Guarani, que foi aprovado pelo *Global Environmental Facility* (GEF) e contará com uma verba de US\$14 milhões, a ser repassada pelo Banco Mundial (BIRD). O projeto deverá ser tecnicamente gerido pela Organização dos Estados Americanos (OEA) e por órgãos de governo de cada país. No Brasil, a coor-

denação nacional do projeto está a cargo da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os estudos devem durar quatro anos, a partir deste ano. Durante esse período será feito um levantamento técnico e científico. Todos os poços serão cadastrados e colocados em bancos de dados. Deverá ser feita uma extensiva amostragem da água para se ter um conhecimento mais abrangente do sistema, a fim de gerar regras de usos e conservação que sejam adequadas a todos os países.

Simultaneamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), através do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), juntamente com os organismos nucleares dos demais países envolvidos, estabeleceu com a AIEA um programa de cooperação regional, inserido no escopo do projeto geral, para a caracterização isotópica e datação das águas do aquífero, envolvendo especificamente a utilização de técnicas de traçadores estáveis e radioativos ambientais. Este programa, com verba da própria AIEA e de caráter preparatório, já foi iniciado e vai se desenvolver até o final de 2003, quando deverá ser substituído por um projeto de cooperação técnica mais amplo.

Um marco importante desse projeto regional foi a realização, no CDTN, em dezembro de 2001, de um encontro de especialistas em hidrogeologia e hidrologia isotópica do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, sob a coordenação de um perito especialmente contratado pela Agência. O encontro teve como objetivo definir as bases do projeto e

O uso de técnicas isotópicas ajudou a entender como o aquífero se formou, como é recarregado e os níveis de interconexão e interação

avaliar, tendo em conta os dados isotópicos já existentes, a seqüência das ações a serem realizadas, tais como os locais onde serão recolhidas amostras da água e as técnicas a serem efetivamente utilizadas.

Racionalização já

Para o professor Aldo Rebouças, consultor da ANA para o projeto Guarani e coordenador do primeiro levantamento feito sobre o aquífero, ainda na década de 70, o novo projeto vai estabelecer condições de uso e de conservação das águas, criando normas para evitar impactos ambientais. “Hoje, existem normas variadas em cada país e, até mesmo em cada estado ou província. No Brasil, por exemplo, temos uma legislação de águas muito avançada mas que só contempla, basicamente, a água dos rios e não aborda as subterrâneas”.

Segundo o professor, embora o aquífero Guarani esteja situado numa região onde a água é abundante e sua exploração ainda seja insignificante em relação a seu volume, desde 1994, existe uma grande preocupação com os danos que uma crescente e desordenada exploração do aquífero trará. “Como não existem mais limites técnicos para a perfuração de poços profundos com 2 mil metros e para a extração de vazões de até um milhão de litros por hora, a racionalização do recurso tem que começar imediatamente, sob pena de afetarmos as futuras gerações”, destaca.

Um dos problemas que mais preocupam é o fato de que boa parte da água extraída do aquífero Guarani chega à superfície em forma de água quente. “Se for jogada nos rios, nessa temperatura, muda o ambiente do rio transformando fauna e flora” explica Rebouças. Por outro lado, a água quente pode gerar várias alternativas de uso que economizam energia. “Uma das primeiras utilizações de águas do aquífero no Brasil, há cerca de 50 anos, se deu em Ribeirão Preto, onde várias cervejarias se instalaram para aproveitar a água quente. A cervejaria precisa de água a 40 graus para fermentar a cevada. Se a água já vier na temperatura adequada, ela representa zero em custo de energia. Ela não gera energia mas gera economia de energia”.

Outras alternativas para o uso dessas águas quentes são, segundo o professor, a instalação de usinas termoelétricas que as usariam para a formação de vapor, ar condicionado e câmaras frigoríficas por condensação de vapor, e processos industriais, como os usados por frigoríficos de Santa Catarina para tirar a pele de aves e suínos, além é claro, das apli-

cações no turismo, como estações termais e spas. “Essas águas quentes representam uma economia de 11 mil megawatts de energia, o que equivale a todo o potencial hidrelétrico da bacia do Rio Paraná. Mas essas alternativas quase nunca são cogitadas porque nós temos muita energia hidrelétrica nessa região e ninguém lembra da energia que está lá embaixo”, diz Rebouças. Ele espera que o trabalho a ser desenvolvido pelo projeto Guarani sirva também para conscientizar as autoridades e a população sobre o verdadeiro problema da região com relação ao abastecimento de água. “Em termos gerais, a América do Sul é o continente mais chuvoso do mundo. Sua média pluvial é maior do que a de qualquer outro continente. Não obstante, temos grandes problemas de abastecimento d’água em todas as cidades devido à falta de comportamento ético com relação à água. Não se coleta nem se trata adequadamente o esgoto e o lixo que produzimos e temos os métodos de irrigação menos eficientes do mundo, o que acaba gerando problema onde existe abundância de recursos”, conclui.

TRAÇADORES VÃO FUNDO NO SUBSOLO

A utilização de traçadores radioativos permite estudar as características e comportamento das águas subterrâneas nos vários compartimentos do ciclo hidrológico. Uma das aplicações é a determinação de taxas de infiltração de águas de chuva nas áreas de recarga dos aquíferos, parâmetro fundamental no estabelecimento de balanços hídricos. Os traçadores também são empregados para o estudo da interação entre águas subterrâneas e de superfície, para a datação (determinação da idade das águas em uma determinada formação) e a identificação de fontes de poluição, entre outras aplicações.

Segundo o pesquisador Virgílio Bomtempo, do Serviço de Meio Ambiente e Técnicas Nucleares do CDTN, essas técnicas tiveram um desenvolvimento mais acentuado, a partir da Segunda Guerra Mundial devido à preocupação em se estudar a disseminação dos radionuclídeos, ou isótopos radioativos, resultantes do chamado “fallout”, partículas lançadas na atmosferas pelos testes de armas nucleares então praticados. “Nos últimos 50 anos, essas técnicas foram aprimoradas e passaram a ser aplicadas com a finalidade de tentar entender os processos físico-químicos pelos quais passam as águas ao longo de todo o ciclo hidrológico”, explica.

Mapa Esquemático do Sistema Aquífero Guarani

Notas:

- Figura ilustrativa elaborada pela CAS/SRH/MMA (UNPP/Brasil), aprovada pelo Conselho Superior de Preparação do Projeto de Proteção Ambiental e desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai – GEF/Banco Mundial – OEA).

- As porções coloridas representam áreas que, em potencial, compõem o Sistema Aquífero Guarani. As áreas em branco e cinza não integram o Guarani. Os limites do Aquífero Guarani não estão totalmente definidos na Argentina e no Paraguai e, tampouco, se as áreas de descarga assinaladas estão a ele relacionadas.

Fontes:

- Mapa Hidrogeológico de América del Sur, 1996, DNPM/CPRM/Unesco.
- Mapa Hidrogeológico do Aquífero Guarani, 1999, Campos H.C.
- Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata, 1998, Mercosul/SGT2.
- Mapa Geológico do Brasil, 2a Ed., 1995, MME/DNPM.
- Mapa Geológico de la Cuenca del Rio de la Plata, 1970, OEA.



Legenda

- Drenagens não relacionadas ao Aquífero Guarani (não integram o Sistema)
- ▨ Área potencial de recarga indireta
 - a partir da drenagem superficial
 - a partir do fluxo subterrâneo
- ▨ Área potencial de recarga direta
 - regime poroso: afloramento do Guarani
 - regime fissural/poroso: basaltos e arenitos
- ▨ Área potencial de descarga
 - regime fissural/poroso: basaltos e arenitos (indivisos)
 - regime poroso: afloramentos do Guarani
 - regime fissural/poroso (relação com o Guarani a definir)
- ~ Limite bacia hidrográfica do Prata
- ~ Limite bacia sedimentar do Paraná
- ~ Rios
- ~ Áreas alagadas
- ~ Limite político de País
- ~ Limite político de Estados/Províncias
- Cidade
- ◎ Capitais Estados/Províncias
- ★ Capital dos Países

Fonte: www.aquiferoguarani.hpg.ig.com.br

Escala aproximada
1:13.600.00
0 100 200 300 km

Radiação torna a

ELOYZA GUARDIA

Um dos assuntos que mais freqüentam as páginas dos jornais e o espaço dos telejornais é a poluição provocada pelo vazamento de esgotos. Não se passa uma semana sem que, em algum lugar do país, se noticie que mais um rio, lagoa ou braço de mar esteja sendo contaminado por descargas de esgotos ou efluentes industriais não tratados. As notícias são acompanhadas, inevitavelmente, pela troca de acusações entre as autoridades federais, estaduais e municipais quanto à responsabilidade do “acidente” e por promessas de que o assunto será resolvido, de uma vez por todas.

Ferramentas para isso não faltam. Afinal, existem várias tecnologias para se fazer a degradação química de compostos orgânicos de origem industrial ou a desinfecção de esgotos e lodos de origem doméstica. Como nenhuma delas é barata – o custo está diretamente relacionado ao volume a ser tratado – ou abrangente – ou seja, não eliminam todos os compostos –, instituições no mundo inteiro continuam pesquisando novas metodologias para o tratamento da água. Uma corrente que vem ganhando importância nos últimos anos, por oferecer algumas das soluções mais eficazes, completas e competitivas do mercado, é a que emprega as técnicas nucleares.

Projetos pioneiros que usam técnicas radioativas para detectar, analisar, monitorar, controlar e, muitas vezes, eliminar os fatores

de contaminação, estão em curso em alguns países. Um deles é o Brasil, através de institutos de pesquisas vinculados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Em São Paulo, por exemplo, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) desenvolve há alguns anos uma linha de pesquisa que utiliza o feixe de elétrons de alta energia para a degradação química de compostos orgânicos de origem industrial e para a desinfecção de esgotos e lodos de origem doméstica.

O projeto conta com financiamento da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que forneceu US\$ 400 mil em equipamentos, e tem uma parceria com a Superintendência de Abastecimento Público do Estado de São Paulo (Sabesp), além de ter também recebido auxílio do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). “Trata-se de um projeto-modelo”, explica a pesquisadora sênior do Ipen e presidente da Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben), Maria Helena de Oliveira Sampa. “Atualmente, só existem plantas comerciais para tratamento de lodos na Índia e, para tratamento de efluentes industriais, na Coreia, além de unidades móveis nos Estados Unidos e na Alemanha”.

No caso dos efluentes, a metodologia consiste na interação da radiação com a água e seus contaminantes, de maneira a promover a desinfecção, a degradação de compostos orgânicos, a redução da carga orgânica e da coloração de efluentes industriais. “Como

conseqüência da degradação dos compostos orgânicos, contidos nos efluentes, obtém-se uma importante redução da carga tóxica apresentada, originalmente, por determinados tipos de efluentes”, explica Maria Helena Sampa. A pesquisadora destaca que esse processo é mais eficiente do que os convencionais porque degrada os compostos e mata os microorganismos ao mesmo tempo, o que nenhum outro processo consegue sozinho. “Geralmente, é necessário um processo para desinfetar e outro para degradar os compostos”, explica.

Para a desinfecção de esgotos domésticos e lodos residuais, usa-se a energia dos elétrons que, redistribuída entre os átomos e moléculas da água contaminada, promove a formação de radicais livres hidrogênio e hidroxila (entre outros), que são espécies altamente reativas. Ao interagirem com as moléculas, esses radicais induzem reações de oxidação, redução, dissociação ou degradação, levando, ainda, à formação de moléculas ativas, como o peróxido de hidrogênio e o ozônio, que podem ser de grande utilidade para o processo.

Simultaneamente, a ionização das moléculas de água exerce um efeito letal em microrganismos como bactérias, vírus, esporos, protozoários, algas e parasitas em geral. As reações são complexas e acontecem em frações de segundos, quando o material atravessa a zona de radiação produzida pelo

água mais limpa

feixe de elétrons. “As vantagens da utilização da radiação ionizante para o tratamento de águas residuárias, águas de abastecimento e lodos residuais são a produção de espécies altamente reativas, a dispensa da adição de produtos químicos, e o fato da degradação de compostos orgânicos ser promovida com reações que ocorrem à temperatura ambiente, oferecendo segurança na operação”, explica Maria Helena.

Durante o desenvolvimento do projeto, o Ipen construiu uma planta-piloto para facilitar os estudos de viabilidade técnica e econômica, comparar com os processos convencionais e, também, para obtenção de dados para projetos de instalação de plantas comerciais. A instalação permite processar até 3 m³/h de efluentes líquidos com uma dose de 4kGy, em fluxo contínuo, usando um Acelerador Industrial de Elétrons *Dynamitron II*, desenvolvido pela empresa *Radiation Dynamics Inc*, que opera com energia até 1,5MeV e corrente de 25mA. Associado à planta-piloto foi montado um sistema calorimétrico que permite registrar continuamente as doses absorvidas pela camada de água durante a irradiação.

Durante o projeto, também foram implementados dois laboratórios para avaliar a contaminação química e biológica dos efluentes submetidos ao processo por radiação. O primeiro é o Laboratório de Caracterização de Compostos Orgânicos, onde técnicas como espectrometria de massa, cromatografia gasosa e cromatografia líquida de alta reso-

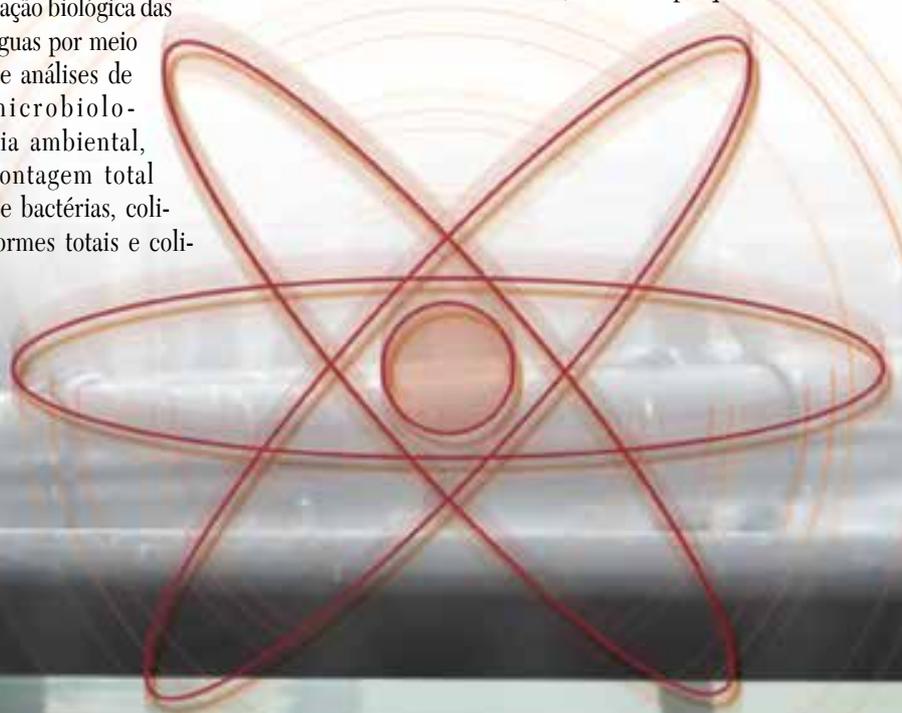
A irradiação de efluentes degrada os compostos e mata os microorganismos ao mesmo tempo, o que nenhum outro processo consegue fazer sozinho

lução ajudam a determinar os compostos orgânicos que são contaminantes dos efluentes. O segundo laboratório, de Ensaios Biológicos Ambientais, determina a contaminação biológica das águas por meio de análises de microbiologia ambiental, contagem total de bactérias, coliformes totais e coli-

formes fecais, e avalia a toxicidade aguda dos efluentes por meio de testes de toxicidade com os organismos: bactéria marinha *Vibrio fischeri*, Sistema Microtox e com o microcrustáceo *Daphnia similis*.

Atualmente, segundo Maria Helena, estão sendo realizados testes de operação da planta-piloto em situação real, ou seja, irradiação de resíduos líquidos gerados em processos industriais, com a finalidade de obter dados que serão utilizados em projetos de plantas comerciais.

O próximo passo é a instalação de uma unidade de demonstração, em colaboração com a Sabesp. “O projeto está em fase de elaboração e será submetido à Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e à *Japan International Cooperation Agency* (JICA) com o objetivo de obter novos financiamentos”, informa a pesquisadora.



Irradiação garante a qualidade do sangue

FÁBIO ARANHA

Técnica beneficia pacientes com sistema imunológico debilitado

Os pacientes com o sistema imunológico enfraquecido que precisam ser submetidos a transfusões de sangue ou a transplantes de medula óssea contam com uma importante ferramenta de garantia da qualidade do material sanguíneo recebido: a irradiação. O serviço é realizado pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte, Minas Gerais, desde 1997 e diminui as chances de rejeição do sangue por parte do receptor.

A radiação é utilizada em bolsas de plaquetas e hemácias, também chamadas de hemocomponentes. Elas são utilizadas, principalmente, por pacientes que sofrem de leucemia e outros tipos de câncer. “Eles passam pela quimioterapia, que é muito forte para o organismo, e sofrem de imunossupressão, ou seja, as defesas ficam debilitadas. Nestes casos, a irradiação das bolsas usadas pelos pacientes é indispensável”, afirma a dra. Júnia Cioffi, diretora técnico-científica da Fundação Hemominas, um dos clientes do CDTN, que supre 50% das bolsas irradiadas usadas na entidade. A fundação é um órgão estadual que atende a maioria dos hospitais públicos de Minas Gerais, além de hospitais privados. Atualmente, cerca de 80% das transfusões do estado são feitas com bolsas provenientes da instituição.

A irradiação é importante porque destrói os linfócitos do doador – suas células de de-

fesa – e, dessa forma, diminui as chances do organismo do receptor rejeitar o sangue transplantado. Além dos pacientes de câncer, também são contemplados com as bolsas irradiadas os recém-nascidos, especialmente os prematuros e de baixo peso, quando necessitam de transfusões, e os fetos, quando é necessária uma transfusão intra-uterina. Outra grande vantagem da técnica é que o procedimento é feito com o material já embalado, o que diminui significativamente as chances de recontaminação.

A dra. Júnia Cioffi afirma que é imprescindível para estes pacientes receber apenas sangue irradiado. Caso contrário, podem sofrer conseqüências muito sérias. Um exemplo é a doença conhecida como “Enxerto Versus Hospedeiro”, na qual as células de defesa do doador atacam o organismo do receptor, podendo até levar ao óbito. “A irradiação é um método completamente seguro. Não apresenta efeito colateral algum. O paciente que recebe a transfusão de material sanguíneo irradiado

não corre nenhum risco. O sangue não fica radioativo”, complementa.

Aumento de capacidade

O CDTN está em vias de implementação de um novo irradiador multipropósito que aumentará em muito sua capacidade de irradiação. Atualmente, o centro irradia cerca de oito mil bolsas por ano. Após a instalação do aparelho, a capacidade aumentará em mais de mil vezes. Uma das razões dessa melhoria é a diminuição drástica do tempo de irradiação. O equipamento atual demora cerca de uma hora para efetuar o processo. “Usamos, atualmente, um irradiador de cobalto-60 que já opera há 40 anos. Como a meia-vida (tempo em que a radioatividade cai pela metade) deste elemento é de 5,3 anos, o equipamento está cerca de 250 vezes menos potente do que quando foi instalado”, informa o engenheiro Zildete Rocha, chefe do Serviço de Reator e Radioanálise, departamento responsável pela irradiação do material sanguíneo.

Para o novo irradiador aplicar a mesma dose de radiação do atual, serão necessárias apenas frações de segundo. “Precisaremos até instalar uma blindagem de chumbo para bloquear um pouco da radiação e permitir tempo suficiente para ligar e desligar o aparelho, sem exceder as necessidades do processo”, explica Rocha. Além de mais potente, o novo equipamento também é bem maior que o anterior. Por comparação, no antigo cabe um objeto do tamanho de uma gaveta de mesa ou de um tijolo, enquanto que no novo caberá um item de 2x2 metros ou um embalado com volume de 1m³.

O engenheiro explica que, com o equipamento atual, o CDTN não consegue atender toda a demanda de hemocomponentes irradiados. Este quadro mudará drasticamente com a implantação do novo irradiador. “Mesmo atendendo a vários hospitais públicos e privados, nossa capacidade de irradiação atual é limitada. Com a modernização, poderemos atender a uma clientela bem maior. O mercado é muito grande. Nós não corremos atrás dos clientes, eles é que vêm até nós. Não atendemos a um número maior porque estamos no limite da capacidade do nosso irradiador”, ressalta Rocha.

Ele informa ainda que, a partir da instalação do aparelho, o CDTN prestará serviços de irradiação de bolsas de hemocomponentes

Novas áreas de aplicação

Além de representar um aumento de capacidade na irradiação de componentes sanguíneos, a instalação de um novo irradiador multipropósito, previsto para operar nos primeiros meses deste ano, permitirá ao CDTN ampliar suas atividades em outras aplicações da radiação, além de abrir novos campos de atuação.

Uma das atividades que terá início em 2002 é a irradiação de obras de arte, com o intuito de aumentar o tempo de preservação. Situado em Minas Gerais, estado repleto de cidades históricas, como Ouro Preto, São João Del Rey e Tiradentes, mercado certamente não faltará para o CDTN. “Já estamos em negociações com várias entidades de conservação e restauração de obras de arte para firmarmos parcerias. O novo irradiador permitirá esta atividade. O atual é muito pequeno para trabalhar neste campo”, destaca Zildete Rocha.

A instalação do novo equipamento também beneficiará áreas com as quais o Centro já trabalha, como a irradiação de pedras semi-preciosas e preciosas, para aumentar seu valor de mercado; a de instrumentos cirúrgicos, para esterilização; e a de alimentos, para aumentar o tempo de prateleira.

para fora do estado de Minas Gerais, o que não ocorre no momento. Além desta atividade, o centro também faz consultorias para a implantação de qualquer tipo de irradiador, desde o licenciamento até a operação.

Como prova da eficácia do uso da radiação, a Fundação Hemominas está em processo de aquisição de um irradiador para ela própria tratar bolsas de sangue. “O equipamento deverá entrar em operação até o final do primeiro trimestre deste ano. O CDTN está orientando a sua instalação e fará supervisão permanente dentro da fundação, afirma a diretora Júnia Cioffi.

Mais pacientes beneficiados

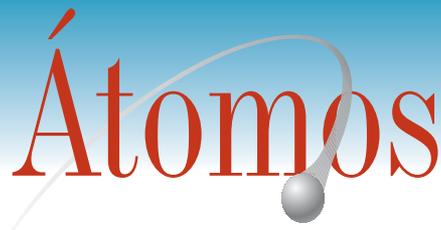
Inicialmente, o irradiador a ser instalado na Fundação suprirá as suas necessidades atuais. Entretanto, há uma tendência cada vez maior de crescimento da demanda por hemocomponentes irradiados. Dessa forma, o CDTN deverá continuar trabalhando com

a instituição para atender a este crescimento. “A parceria com o CDTN tem sido excepcional. Ela nos tem permitido dar um atendimento de melhor qualidade aos pacientes imunossuprimidos”, ressalta a dra. Júlia.

A médica afirma ainda que a aquisição de aparelho próprio por parte da Fundação e o aumento da produção do CDTN poderão permitir uma ampliação do atendimento. “Outros pacientes com sistema imunológico debilitado poderão ser beneficiados com a técnica, como indivíduos HIV positivo que já manifestaram a doença”, explica.

Zildete Rocha afirma que os bons resultados confirmam a relevância das aplicações da radiação na área médica. Em sua opinião, a irradiação de hemocomponentes, sem dúvida, representa um grande avanço em tecnologia aplicada no Brasil. “É algo que já é feito há mais tempo em outros países e agora estamos implantando aqui. É uma indiscutível melhoria, pois aumenta a sobrevida do paciente”, destaca.

Átomos



Geração termoelétrica cresce no país

A geração termoelétrica ampliou sua participação na matriz energética brasileira. Com o racionamento de energia, a estiagem e a entrada em operação de várias usinas térmicas, a contribuição desta fonte para o sistema interligado ultrapassou, pela primeira vez, a marca de 10%.

De acordo com dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), no ano passado, a energia térmica representou 10,3% do sistema elétrico, em comparação com 89,7% das usinas hidráulicas. Comprovando o grande papel que vem exercendo no cenário atual de escassez, a energia nuclear representou 42,52% da energia termoelétrica instalada no país, com apenas duas usinas em operação. Angra 2 e Angra 1 ocuparam, respectivamente o primeiro e o segundo lugares entre as geradoras térmicas brasileiras.

A nucleoeletricidade representou 5% da energia gerada no país. Angra 1 e 2 já representam cerca de 45% da energia consumida no estado do Rio de Janeiro.

Angra 2 entre as maiores do mundo

A usina Angra 2 já está entre as vinte centrais nucleares de maior geração bruta do mundo. Em seu primeiro ano completo de operação, em 2001, Angra 2 gerou 10.500 GW.h, o que lhe garantiu a 16ª colocação entre as 438 centrais nucleares em funcionamento em todo o globo, segundo o ranking da Associação Mundial de Operadores Nucleares (Wano).

Para o diretor da Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben), Guilherme Camargo, o ranking comprova que o Brasil obteve a melhor tecnologia possível para Angra 2. As sete primeiras colocadas são centrais alemãs da mesma família de Angra 2: usinas PWR de projeto Siemens, com mais de 1.300 MW de potência. A unidade brasileira, de 1.350 MW, é a primeira usina deste porte construída pela empresa fora da Alemanha.

O resultado, segundo ele, também demonstra a qualidade da engenharia nacional. “Cerca de 40% do projeto são de engenharia nacional. Além disso, 35% dos equipamentos foram comprados na indústria brasileira. A construção civil e a montagem foram 100% nacionais e quase 80% do comissionamento foram feitos com mão-de-obra brasileira. Em termos globais, o fator de nacionalização da usina é de 65%, o que é um valor extremamente significativo”, destaca.

Projetada para uma potência de 1.309 MW, Angra 2 atinge, hoje, 1.350 MW de carga total graças às atualizações técnicas que foram implementadas ao longo dos anos, desde a sua compra. Sua produção teria sido capaz de cobrir, durante todo o ano de 2001, o consumo de energia elétrica do estado do Pará ou toda a eletricidade consumida nos de Goiás e Espírito Santo, juntos.



Lula quer moratória nuclear

O programa de governo de Luiz Inácio Lula da Silva vai defender a revisão completa do programa brasileiro de energia nuclear. Notícia publicada no jornal *Folha de São Paulo* de 10 de março informa que o projeto do candidato do PT para a área de energia, elaborado pelo Instituto Cidadania, deverá ser lançado até o início de abril.

O físico Luiz Pinguelli Rosa, diretor da Coppe-UFRJ (Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) e um dos coordenadores do documento, declarou ao jornal que o projeto de construção da usina Angra 3 passará por uma reavaliação de seu impacto econômico, social e ambiental. “Se não forem cumpridos determinados critérios, o reator não será feito”, afirmou. Ele disse, também, que a obra estará subordinada “à resolução dos problemas do passivo” das duas usinas nucleares em atividade no país – Angra 1 e Angra 2.

Na mesma entrevista, Pinguelli afirmou, ainda, que não serão iniciadas “jamais”, em um eventual governo do petista, novas usinas nucleares. Já as usinas Angra 1 e 2 continuarão em operação, com ajustes para melhorar o funcionamento.



Eletrobrás inicia retomada de Angra 3

A Eletrobrás contratou a Universidade de São Paulo (USP) para realizar nova avaliação de custos da usina de Angra 3. A empresa também está preparando o Relatório Preliminar de Segurança e começou a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA). Essas medidas dão início ao processo de viabilização da retomada das obras de Angra 3, autorizado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), em dezembro de 2001. A operadora

das usinas nucleares brasileiras calcula que a sua parte no processo deverá estar pronta em cerca de oito meses.

Antes de tomar uma decisão definitiva sobre Angra 3, o CNPE estabeleceu que a Eletrobrás deverá fazer o equacionamento econômico-orçamentário do projeto.

De acordo com estudos de viabilidade anteriores, feitos pelas empresas Iberdrola (espanhola) e EDF (francesa) e pelo Instituto de Pesquisas de Energia Elétrica (norte-americano), Angra 3 precisaria de cerca de US\$ 1,7 bilhão para ser concluída. Até o momento, foram gastos na usina US\$ 750 milhões para a compra de equipamentos importados, que estão armazenados ao custo de cerca de US\$ 20 milhões por ano em manutenção.

O Diretor Técnico da Eletrobrás, Evaldo César de Oliveira, informa que os recursos para o projeto deverão vir, principalmente, da própria empresa, com a receita de comercialização da energia de Angra 1 e 2. A operadora também deverá negociar financiamentos com Eletrobrás e BNDES, além de bancos alemães. O financiamento dos bancos externos é necessário para comprar o restante dos equipamentos que precisam ser importados – cerca de 70% já foram adquiridos – e custear serviços estrangeiros de suporte técnico.

Após o início das obras, a usina deverá entrar em operação dentro de 5 anos e meio. Angra 3 contribuirá com mais de 1.300 MW de potência para a matriz energética nacional e representará, junto com Angra 1 e 2, 60% do consumo de energia do estado do Rio de Janeiro.

Para o ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Sardemberg, a conclusão de Angra 3 é importante para completar um ciclo de investimentos na indústria nuclear brasileira. “É preciso ter em mente que, quando pensamos em qualquer investimento para o futuro, temos que pensar no que foi feito no passado. Nós temos investido na produção e beneficiamento do urânio, na preparação do combustível e no enriquecimento isotópico do minério. Angra 3 trará uma otimização econômica para tudo isso”, ressalta.



Você deseja receber a revista Brasil Nuclear gratuitamente? Preencha os dados abaixo e envie este cupom para a ABEN!

(Se você já é assinante, envie este cupom a um amigo)

Empresa/Instituição: _____

Setor: _____

Cargo/Ocupação: _____

Nome: _____

Endereço Residencial: _____

Endereço Comercial: _____

CEP: _____

Telefone: (____) _____

E-mail: _____

Cidade: _____

UF: _____

Envie este cupom pelo fax (21) 2286-6646 ou via correio para Rua Mena Barreto, 161 – Botafogo Rio de Janeiro/RJ CEP 22271-100

Você também pode enviar estas informações por e-mail para aben@aben.com.br, pedindo para receber a revista.

Brasil Nuclear é a mais importante revista brasileira sobre o emprego da energia nuclear e da radioatividade em diversos campos de atividade, como:

- produção de energia
- conservação e melhoria de alimentos
- na qualidade industrial
- medicina e saúde
- defesa do meio-ambiente
- formação de recursos humanos

Destaque este cupom e envie a um amigo!

ENERGIA NUCLEAR
A SERVIÇO DA SOCIEDADE



Associação Brasileira de Energia Nuclear

Rua Mena Barreto 161, Botafogo
Rio de Janeiro/RJ CEP 22271-100
<http://www.aben.com.br>
aben@aben.com.br



Aramar obtém licença ambiental do Ibama

O Centro Experimental Aramar (CEA), mantido pelo Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP) em Iperó, São Paulo, obteve em dezembro de 2001 a licença ambiental prévia para suas instalações nucleares e convencionais, junto ao Ibama. A licença engloba todo o CEA, cujo primeiro licenciamento ambiental, ocorrido em 1988, incluía apenas as instalações de enriquecimento isotópico do urânio. Desde então, Aramar vem sendo ampliado e hoje realiza outras etapas do ciclo do combustível nuclear.

O processo de obtenção da licença envolveu a realização de um Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) e de três audiências públicas. “As instalações

de Aramar estão sendo implantadas de acordo com todas as normas de segurança e proteção ambiental previstas na legislação. São instalações ambientalmente seguras. Também vale ressaltar a ampla participação da população nas audiências públicas realizadas, que discutiram todos os aspectos ambientais do centro”, destaca o assessor de Licenciamento do CTMSP, Paulo Afonso Barbosa da Silva.

O CTMSP já iniciou o processo de obtenção da licença de instalação do CEA, próxima etapa do licenciamento junto ao Ibama. Paralelamente, também está buscando o licenciamento de suas instalações nucleares junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).



Alívio para as dores do câncer

A utilização do Samário-153 deve crescer nos próximos anos no país. O tratamento com o radioisótopo, que alivia a dor de pacientes com câncer avançado, já é coberto pelo Sistema Único de Saúde (SUS), inclusive quando há necessidade de reaplicações. Mais de 60% dos pacientes atendidos com Samário no Brasil são provenientes do SUS. Convênios particulares também cobrem o tratamento.

O Samário-153 é utilizado no tratamento da dor resultante de metástases ósseas, principalmente aquelas decorrentes do câncer de próstata e mama.

Uma das vantagens de sua utilização é a redução de outros medicamentos mais fortes utilizados no tratamento da dor, em especial, a Morfina, além de antiinflamatórios, sem perda de eficácia no tratamento. “A Morfina atua como analgésico, tirando a dor sem atuar nas causas. O Samário ataca a fonte da dor, por isso é tão eficiente”, explica Eduardo Lima, médico responsável pela

medicina nuclear do Hospital do Câncer de São Paulo. Ele acrescenta que o Samário proporciona uma melhoria muito grande na qualidade de vida do paciente, permitindo que este retome suas atividades cotidianas sem maiores problemas durante o tempo de ação do remédio, que varia entre duas semanas e dois meses. Conseqüentemente, o número de internações do paciente e de atendimentos de emergência por causa de dores é reduzido.

O Samário-153 é produzido desde 1993 pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), em São Paulo, e distribuído para todo o Brasil. O Brasil foi um dos pioneiros desta técnica no mundo. “Fomos um dos primeiros países a empregar o Samário-153 no tratamento de metástases cancerígenas. Na Europa, esta atividade só começou em 1998 e, nos Estados Unidos, em 1999”, ressalta Eduardo Lima.

Cartas

O desconhecimento que uma grande parcela da população brasileira tem sobre a energia nuclear é a causa de sua negação e de sua não aceitação.(...) A negação da energia nuclear como evolução do conhecimento humano é tão contraditória e atemporal, que por vezes é difícil acreditar que ela persiste no limiar de um novo século.

Querer desprezar um bem natural e a capacidade tecnológica nacional alcançada é primário. (...) Não considerar a riqueza mineral existente em território nacional, o elevado investimento já aplicado em uma futura Angra 3, a capacitação de nossos engenheiros e técnicos, a desmotivação para a formação de cientistas e pesquisadores, as vitórias no tratamento de doenças e na conservação de alimentos, o tratamento de efluentes e reutilização de águas servidas, o desenvolvimento de materiais com melhores propriedades – é um pecado que o País que se pretende próspero, desenvolvido e independente não pode deixar de negar. (...)

Se pretendemos evoluir, não devemos restringir nenhuma atividade que requisite conhecimento. Só o trabalho diuturno é que possibilitará a descoberta de novos conceitos. Se pretendemos resolver o problema de resíduos de Angra 1 e 2, devemos demonstrar que acreditamos na possibilidade de se encontrar novos processos. A forma como estamos encarando o problema não parece ser a mais adequada, pois estamos considerando aquelas usinas ultrapassadas, “brinquedos” que devem ser desprezados e, como tal, não devem atrair a atenção dos mais jovens para tentar aperfeiçoá-los. (...)

As citações sobre Three Mile Island e Chernobyl – graves – não devem ser, no entanto, definitivas, pois por comparação poder-se-ia apresentar o número de acidentes com aviões, automóveis, e que nem por isso deixaram de ser considerados como meios de locomoção. Quantos animais foram mortos e quanto espaço físico foi alagado, e no entanto não se deixou de construir barragens para as usinas hidroelétricas. Quantas toneladas de CO₂ se descarrega na atmosfera, alterando a temperatura do planeta, mas não se dispensam os motores e termoeletrônicas movidos a combustível fóssil. Outros exemplos poderiam aumentar a lista, sem que medidas radicais fossem a solução. Ao contrário, os

males incentivam novas descobertas e aperfeiçoamentos. Porque o mesmo não pode ocorrer com a energia nuclear?

Os avanços alcançados na medicina, na agricultura, na mecânica e na química – em razão dos trabalhos iniciados por cientistas de renome, ganhadores do prêmio Nobel – corroboram o fato de que a energia nuclear é um bem e, se utilizada com conhecimento e segurança, muitos frutos pode proporcionar.

Wilson Montalvão
Almirante da reserva
Ex-diretor do CTMSP

A revista *Brasil Nuclear* tem o grande mérito de nos atualizar a respeito da energia nuclear, principalmente no tocante à segurança e eficiência. A energia nuclear evita o “efeito estufa” e seu custo para o público é bem menor que o de outras fontes energéticas. No Brasil, existem grandes reservas de urânio e já dominamos todo o ciclo de produção do combustível nuclear. Vamos montar a usina Angra 3, pois quase todo o material já foi adquirido, e produzir outras “Angras”, para o nosso desenvolvimento, a exemplo da França, que hoje vende energia nucleoeletrônica para seus vizinhos europeus.

Aos organizadores e colaboradores da revista *Brasil Nuclear*, meus parabéns pela valiosa contribuição que nos dão, em face dos esclarecimentos prestados em tão relevante assunto: o desenvolvimento necessário da energia nuclear no Brasil.

Hélio Carvalho Barbosa
General de Brigada
Rio de Janeiro, RJ

Gostaria de parabenizar a revista *Brasil Nuclear* pela excelente matéria a respeito dos reatores de terceira geração, publicada no número 23. É imprescindível que o Brasil retome, no âmbito técnico da área, o caminho já quase perdido da investigação e desenvolvimento de reatores, capazes de atender às necessidades da moderna sociedade: segurança e economicidade.

Apesar de encerrado, conforme decisão publicada no Diário Oficial de 2 de outubro de 2001, o Instituto de Projetos Especiais (IPE), situado no Rio de Janeiro, realiza estudos para o desenvolvimento de um reator na linha HTR (*High Temperature Reactor*), mais especificamente um PBMR (*Pebble Bed Modular Reactor*), como parte das atribuições às quais se julgou apto a contribuir para a sociedade brasileira.

Parte considerável dos materiais básicos a um PBMR – materiais cuja venda ao Brasil é comercialmente proibida – tem sua tecnologia de produção dominada ou em vias de tanto, como fruto deste esforço. É num momento importante, acredito que ainda não tardio, que vejo com certa ponta de orgulho – se assim posso dizer – um paralelo entre o trabalho solitário, dentro do panorama atual de recursos financeiros escassos, do encerrado IPE e os comentários extremamente qualificados na matéria.

Sérgio Barros Paixão
Pesquisador do IPE
Rio de Janeiro, RJ

Primeiramente, gostaria de cumprimentar toda a equipe que participa da elaboração e publicação da revista *Brasil Nuclear* por seu excelente trabalho. Outrossim, gostaria de elogiar os artigos publicados na edição 23, onde aborda o uso da irradiação para reduzir a carga microbiana dos medicamentos e produtos fitoterápicos, além de fornecer um breve histórico sobre a fitoterapia e um catálogo de produtos muito útil para os que, assim como eu, fazem uso desses produtos.

Decio C. Schaedler
3º Sargento do Exército Brasileiro
Rondonópolis, MT

A revista *Brasil Nuclear* é excelente. Além de interessante e explicativa, tem uma ótima apresentação.

Gustavo Cavaliere
Economista
Petrópolis, RJ

As cartas devem ser enviadas para a Associação Brasileira de Energia Nuclear (Aben)
Rua Mena Barreto 161, Rio de Janeiro/RJ CEP: 22.271-100,
para o e-mail: aben@aben.com.br ou para o fax: (21) 2286-6646

O óbvio necessário

FÉLIX BULHÕES *

Não é de hoje que eu sustento a energia nuclear como uma fonte alternativa de grande importância para diversificar a nossa matriz energética, essencialmente hídrica, tornando-a mais equilibrada e segura. Em minha opinião, devemos acelerar a conclusão da primeira fase de nosso programa nuclear, que se completa com Angra 3. E várias são as razões para isso.

Em primeiro lugar, devemos ter em mente o fato de que o programa nuclear já está praticamente consolidado. E que 30% do projeto da usina de Angra 3 já foram feitos. Isso significa que, do ponto de vista econômico-financeiro, não levá-lo a cabo causaria um enorme prejuízo para o país.

Também do ponto de vista ambiental, a adoção da energia nuclear é bastante aconselhável. Trata-se da mais limpa fonte de energia, uma vez que não gera gases causadores do efeito estufa e também não é poluidora. Em contrapartida, os resíduos radioativos produzidos pelas usinas nucleares – o chamado lixo nuclear – são alvo de fortes ataques. Seus autores insistem nesta questão, afirmando que representam alto risco para a população. No entanto, há um grande exagero nessas críticas. As modernas tecnologias adotadas pelas novas usinas nucleares em sua operação e no tratamento adequado dos resíduos produzidos tornam esse risco inexistente.



Presidente do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (Cebds), que integra a rede de conselhos vinculada ao World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

A conclusão de Angra 3 também é essencial para viabilizar o domínio do ciclo de produção do urânio. Se pensarmos que o urânio é uma *commodity* de grande valor mundial e que o Brasil possui grandes reservas deste minério, podemos concluir que a sua produção, assim como o seu enriquecimento e comercialização, são um ótimo negócio para o país. Seria mais um componente favorável para mantermos uma balança comercial positiva, além de colocar o Brasil em uma posição muito mais competitiva no mercado mundial.

Certamente, existem obstáculos para o prosseguimento do programa nuclear, mas nada que não possa ser superado. Um deles é o próprio receio que a população, de um modo geral, tem quando se fala de energia nuclear. Esse medo é, na maioria das vezes, fruto da desinformação prestada pelos meios de comunicação, que apresentam o programa nuclear da mesma forma como foi tachado o comunismo no passado – como um grande vilão, ou um bicho de sete cabeças. Trata-se, na verdade, de puro preconceito, pois as pessoas não sabem exatamente do que têm medo.

Por outro lado, uma lembrança ainda muito viva em nossa memória é a do acidente com o reator atômico de Chernobyl, no norte da Ucrânia, em 1986. Chernobyl foi, sem dúvida, um problema sério. Mas o que não é lembrado é que o acidente foi causado pelo uso de uma tecnologia obsoleta e inadequada e também pelo fato de que a usina era mal operada. Trata-se de um caso que não apresenta nenhuma semelhança com a nossa realidade.



“Esse medo que a população tem da energia nuclear é, na maioria das vezes, fruto da desinformação prestada pelos meios de comunicação, que apresentam o programa nuclear da mesma forma como foi tachado o comunismo no passado – como um grande vilão, ou um bicho de sete cabeças”.

Penso que a mídia deveria abrir espaço para um debate mais amplo sobre energia nuclear, aprofundando a discussão sem preconceitos. É preciso desmistificar esse bicho-papão e mostrar que a energia nuclear é uma opção válida e cuja necessidade se torna, a cada dia, mais óbvia.