APLICAÇÕES DA ENERGIA SOLAR PARA DESSALINIZAÇÃO

Sylvio de Queirós Mattoso¹

Introdução

O Nordeste do Brasil apresenta um expressivo conjunto de excelentes desafios para todos os ramos da engenharia devido à abundância de recursos naturais de que é dotado, cuja movimentação conduzirá a uma economia invejável e forte. Um dos pontos críticos para vencer alguns dos desafios está no abastecimento e disponibilidade de água. Tanto no caso da água, como dos demais recursos naturais, a pesquisa tecnológica desempenhará importante papel no fortalecimento da economia regional e, por isso, o governo que fortalecer a pesquisa científica e tecnológica estará fadado a ser sempre lembrado.

Existem muitas soluções técnicas extremamente econômicas e geradoras de postos de trabalho capazes de promover o desenvolvimento do Nordeste do Brasil e a educação está na base de tudo, não apenas no sentido de instruir (informar), como também no sentido de ensinar o que fazer com a informação recebida. Por isso, educação assume uma posição mais forte que a instrução. Educação constitui um complemento necessário da instrução e estimula a criatividade. O comportamento, que complementa o ato da educação, mostra, entre outras coisas, como a pessoa reage às necessidades de pesquisa, de desenvolvimento e influi na consciência social.

O potencial econômico do Nordeste está muito bem exposto na obra de Manoel Bomfim Ribeiro: A potencialidade do semi-árido brasileiro, 1ª edição, **2007**. Fubrás. Considerando esse importante manancial de informação, na educação no Nordeste se deveria enfatizar a utilização das plantas nativas, várias delas úteis como alimento (as frutas em geral e outras úteis e próprias para cultivo e industrialização: caroá, macambira, embiruçu entre as aptas para a obtenção de fibras; o angico, cuja casca é (ou era) usada como matéria prima em curtume e outras). O fato de achar “que tudo é mato”, na expressão ouvida de alguns moradores da região, significa que nunca

---

¹ Engenheiro de minas e metalurgista

Foi também diretor presidente do CEPED (BA), consultor da Caraíba Metais (BA) em prospecção geoquímica, da Fosforita Olinda (PE) no estudo das águas subterrâneas que afetavam a mineração (PE), da Construtora Odebrecht (pesquisa de titânio em Floresta, PE), professor de prospecção geoquímica no IGUFBA, Diretor da Escola de Geologia UFBA e professor de geologia do petróleo no CENAP/PETROBRAS, tendo também atuado em pesquisa de argilas e outros minerais refratários para a cerâmica São Caetano (SP) em vários estados do Brasil.

disseram aos nordestinos que arroz, feijão etc., usados em alimentação no Brasil, também eram mato em sua origem. Foram as propriedades alimentícias que levaram os antigos a cultivá-los de modo organizado.

Em adição, no próprio Nordeste, o caroá, citado acima, tem um potencial extraordinário para recuperar solos esgotados M. Bomfim Pereira, op.cit. 2007), além de ser o fornecedor de uma fibra capaz de concorrer com facilidade com o linho. A fibra de caroá foi usada na produção de roupas que substituíram perfeitamente o linho no período da guerra de 1939-1945, que era todo importado antes disso. As fibras sintéticas que surgiram nos anos 1950 tiraram o caroá do mercado, entre outras razões porque o caroá não era cultivado, sendo colhido onde existisse naturalmente.

Quanto à água, ao fim da seca de 1951, foi então publicada numa revista do IBGE a opinião de cientista francês sobre as secas periódicas do Nordeste, que ele estudou a pedido do governo brasileiro da época. A recomendação era para que se retivesse no solo a água da chuva que caía, significando fazer algo para que a maior parte da chuva se infiltrasse no solo. O EBDA, creio que na década de 1980, mostrou uma maneira de fazer isso.

Os açudes são parte da solução e sua presença, com apreciável volume de água represada, exige obras complementares de redistribuição inteligente da água acumulada tendo em vista a economia regional. Existe água suficiente nos açudes do Nordeste para tornar onerosa e sem sentido a transposição do rio São Francisco, cuja construção se insiste, neste momento, em continuar. Em adição, a açudagem de superfície precisa ser complementada por açudagem subterrânea, executada ao longo de riachos que correm somente na estação chuvosa, a fim de aumentar a disponibilidade de água e reduzir a evaporação (ver Frank Dixey: *A practical handbook of water supply*, 2ª edição, 1950. Thomas Murby, Londres).

A barragem subterrânea tem a função de colocar uma descontinuidade impermeável transversal ao leito do riacho, abrangendo toda a largura do sedimento aluvionar de modo a impedir o escoamento acelerado da água subterrânea, acumulada no aluvião, e facilitar também a alimentação do aquífero subjacente ao leito do riacho, evitando a evaporação da água (que se acumulou no aluvião e desceu pelas fissuras das rochas adjacente ao aluvião saturando-os). Desse modo será possível aproveitar a água a partir de cacimbas abertas no aluvião e de poços tubulares nas partes a jusante e laterais vizinhas do riacho. Convém acrescentar que embora a precipitação anual de 600mm

seja adequada, a evaporação no Nordeste suplanta a evaporação de atinge entre 3.000 e 3.600mm por ano, o que recomenda a construção das barragens subterrâneas na região.

Mas, o que fazer com o calor do sol, tão disponível o ano inteiro? Como podemos usá-lo na remoção do sal dissolvido na água?

Uma proposta

Nas regiões semi-áridas do Nordeste, desde o Piauí até Minas Gerais, os poços tubulares em alguns locais atingem aquíferos subterrâneos com água salobra, muitas vezes até mesmo imprópria para o gado, o que dirá para consumo humano e irrigação. A água salobra, no semi-árido brasileiro, é encontrada em alguns locais de rochas cristalinas e em uma das formações sedimentares do Piauí. Em adição, a evaporação excessiva, cinco vezes maior que a precipitação pluviométrica, tem contribuído para concentrar os sais dissolvidos na água de alguns açudes o que perturba a qualidade da água acumulada nele.

Seria possível dessalinizar essas águas a um custo aceitável? A resposta a esta questão constitui o objeto desta apresentação. Entretanto, a proposta precisa ser debatida e experimentada, sobretudo para definir custo, materiais, a dimensão econômica da unidade de dessalinização e alguns detalhes construtivos. Trata-se de um tema que exige soluções de engenharia.

Como nasceu a idéia? Durante os trabalhos de prospecção geoquímica na região de Poço de Fora, no vale do rio Curaçá (1961-1972), observei que a água subterrânea de poços tubulares era diretamente extraída por bomba acoplada a um cata-vento. Uma associação de idéias completou o raciocínio. Muitas pessoas já tiveram em mão, em evento social, um minialambique destinado a divertir pessoas vendo a água ferver num bulbo envolvido pela mão de quem segura o "brinquedo". Então, imaginei a possibilidade de unir as duas coisas: o cata-vento e o vácuo. Como fonte de calor para colocar a água em ebulição, pensei na energia solar direta. Assim responde-se à questão inicial: *"o que fazer com o calor do sol, tão disponível o ano inteiro"*?

Sabemos que a temperatura de ebulição da água é função da pressão atmosférica à qual está sujeita. Quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição (caso corriqueiro da panela de pressão, bem conhecida de muitos). Ao contrário, baixando a pressão, a temperatura de ebulição também cai. Por isso a água ferve a perto de 90°C em La Paz, Bolívia, a 4.500 metros de altitude. Uma tabela no fim deste texto mostra a

temperatura de ebulição da água em função da pressão atmosférica, expressa em termos de milímetros de mercúrio (mm Hg).

Nesta proposta sugere-se recolher a água (salobra) do poço em recipiente bem vedado, com o interior sob vácuo (total ou parcial). Talvez o mesmo cata-vento que tem potência suficiente para extrair a água de 70 a 150 metros de profundidade tenha força suficiente para extrair o ar de recipiente (reservatório) bem vedado onde a água extraída tiver sido acumulada.

As paredes do reservatório serão metálicas expostas diretamente à luz do sol, que vai aquecer as paredes do recipiente. O calor solar é capaz de elevar a temperatura no interior do recipiente (reservatório) a mais de 60°C como com frequência constatamos ao entrar num carro fechado e estacionado sob o sol quente (considerar que o carro não foi construído especificamente para armazenar calor). Esse mesmo princípio é utilizado para produzir água quente tendo em vista a economia de energia elétrica para aquecer a água do chuveiro. Sob o vácuo parcial (coluna de mercúrio igual a 118,03 mm), a água entra em ebulição à temperatura de 55°C.

Essa propriedade conduz ao procedimento que também pode ser aplicado na dessalinização de água do mar.

Uma construção, com desenho ou projeto adequado do recipiente (reservatório), permitirá que esse vapor, produzido a 55°C por efeito do sol, seja condensado pela mesma água extraída do poço tubular, fazendo-a circular por fora da “serpentina do alambique” acoplado como uma parte integrante do reservatório (que passa a constituir o **dessalinizador**) onde a água é fervida e evaporada para dessalinizar.

O reservatório (dessalinizador) terá uma forma tal que permitirá a remoção do sal que for acumulado no fundo. Espelhos parabólicos, externos ao dispositivo de dessalinização, poderão ajudar a obter temperatura mais elevada onde ou quando o calor produzido pelo sol não for suficiente para aquecer o dessalinizador até 50°C-60°C, ou quando for possível obter somente vácuo menos intenso no interior do dessalinizador.

A água, dessalinizada, poderá ser bombeada para um outro reservatório destinado ao abastecimento urbano ou rural.

O uso do dessalinizador fixa a pessoa no local, estimula a educação para entender o funcionamento do dispositivo e estimula a adoção de uma postura pró-ativa da população do lugar tendo em vista a manutenção do equipamento, seja ele de uso doméstico (uma única residência) ou público (um conjunto de residências rurais ou pequena vilas e povoados).

Um programa paralelo abrangendo a construção de barragens subterrâneas e o aproveitamento da água subterrânea, inclusive as salobras, gerará mais postos de trabalho permanentes uma vantagem extraordinária que torna obsoleta e condenável a transposição do rio São Francisco, ora em construção. E, frisemos, o programa de barragens subterrâneas e construção de dessalinizadores terá o mérito adicional de fixar a população à terra e promover o desenvolvimento socioeconômico regional.

MAIS UMA IDÉIA com o uso do calor do sol: A REFRIGERAÇÃO DE PRÉDIOS

Aproveitando essa idéia, e lembrando da geladeira a querosene, cujo uso era muito generalizado no interior do Brasil onde não havia energia elétrica, podemos fazer um desvio deste raciocínio da destilação (dessalinização) e usar o calor do sol para a refrigeração de um edifício. Nessas geladeiras antigas, o gás de refrigeração era acionado pelo calor de uma chama de querosene posicionada na base da geladeira. A proposta é substituir a chama do querosene pelo calor do sol dirigido para o gás freon, ou seu substituto mais compatível com o meio ambiente, que produz frio ao evaporar rapidamente.

No topo do edifício faz-se a luz do sol incidir sobre um espelho parabólico móvel que acompanha o movimento do sol (servomotor elétrico movido à energia solar ou sensor de radiação). A luz do sol, concentrada pelo espelho parabólico móvel, aquece um dispositivo que contém o gás de refrigeração, tal como se fazia com a geladeira a querosene. O ar do ambiente passa pelas serpentinas de refrigeração, baixando assim a temperatura do ar que irá circular no interior das salas e corredores do edifício. A economia de energia elétrica, no caso, será significativa. E melhora o meio ambiente.

Temos então dois temas de **pesquisa tecnológica** que poderão ser desenvolvidos na EPUFBA e no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Bahia - CEPED, e outros centros de pesquisa do Nordeste e do país, pois os governantes estão cientes da importância da pesquisa tecnológica no desenvolvimento socioeconômico de uma região, estado ou país e compreendem que o fortalecimento da pesquisa engrandecerá seus nomes no futuro por terem instaurado a base de um processo de desenvolvimento permanente. Precisamos, pois, com urgência, de forte incentivo à ciência e tecnologia a fim de termos o Brasil que queremos.

Espero que a matéria assim exposta possa animar um bom debate.

Temperatura de ebulição da água (T°C) a diferentes pressões (Pmm Hg)	Altitude (pés/metros) e Pressão barométrica (mm Hg) correspondente	
	T=100,40; P= 771,95	0,00 / 0,00
T=100,00; P= 760,00	2.000 / 609	706,12
T= 99,50; P= 746,50	4.000 /1.219	654,30
T= 99,00; P= 746,50	6.000 /1.829	606,04
T= 98,50; P= 720,15	8.000 /2.438	561,59
	10.000 /3.480	520,45
	12.000 /3.657	482,09
	14.000 /4.267	446,79
	15000 /4.572	430,02
	29.081 /8.864	380,00
		.....

Temperatura de ebulição da água (°C) em função da pressão atmosférica

(FONTE: Myrian Athayde, CEPED in Google. Comentou: Algumas curiosidades sobre a temperatura de ebulição da água em função da pressão foram encontradas no **Google**, usando as palavras: água, ebulição, vácuo. Descobri que no pico do Everest (380mmHg) a água ferve a 82 graus Celsius e no apêndice de um livro de química geral achei uma tabela PRESSÃO DE VAPOR DA AGUA da qual transcrevo alguns dados de T e P em graus Celsius e mmHg)

Temperatura de ebulição da água (°C) e Pressão atmosférica (mm Hg)	Temperatura (°C) e Pressão atmosférica (mm Hg) correspondente
T= 95; P= 634,00	T= 28; P= 28,318
T= 90; P= 525,86	T= 27; P= 26,709
T= 85; P= 433,56	T= 26; P= 25,181
T= 80; P= 355,22	T= 25; P= 23,728
T= 75; P= 289,13	T= 24; P= 22,351
T= 70; P= 233,71	T= 23; P= 21,043
T= 65; P= 187,56	T= 22; P= 19,802
T= 60; P= 149,38	T= 21; P= 18,626
T= 55; P= 118,03	T= 20; P= 17,512
T= 50; P= 91,492	T= 19; P= 16,456
T= 45; P= 71,840	T= 18; P= 15,457
T= 40; P= 55,288	T= 17; P= 14,511
T= 36; P= 44,527	T= 16; P= 13,617
T= 35; P= 42,139	T= 15; P= 12,771
T= 34; P= 39,863	T= 10; P= 9,197
T= 33; P= 37,695	T= 5; P= 6,536
T= 32; P= 35,629	T= 0; P= 4,580
T= 31; P= 33,662	
T= 30; P= 31,791	
T= 29; P= 30,011	