

# Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro

---

*João Suassuna\**

## **RESUMO**

Quando se faz referência a zonas áridas e semi-áridas do planeta, estão sendo denominadas áreas que possuem água em quantidade insuficiente para satisfazer as variadas demandas de sua população. Essas áreas possuem características ambientais singulares que, nitidamente, as diferenciam de outras.

Assim, por exemplo, é possível identificar entre elas um determinado tipo de vegetação; destacar fragilidades nos variados ecossistemas existentes; observar a presença humana e animal vivendo no limite de suas possibilidades e detectar um total descaso das autoridades com relação ao seu potencial econômico, salvo nas áreas que contenham recursos naturais valiosos (ouro, cobre, xelita, pedras preciosas, petróleo, etc.), ou em zonas destinadas ao turismo ou à experimentação científica. De qualquer forma, essas áreas se caracterizam pela presença de importantes processos de degradação ambiental, motivada pela ação antrópica, resultando nas mais variadas condições de vida dos que habitam a região.

Geralmente, os elementos diferenciadores de tais zonas são a carência de recursos hídricos – consequência da irregularidade na distribuição espacial das chuvas e dos baixos volumes caídos e acumulados em determinadas estruturas geológicas – e a ausência quase que completa de gerenciamento desses recursos, configurando-se num quadro inóspito e de difícil convívio para os seres vivos que habitam a região. Além do mais, as populações

---

\* João Suassuna é pesquisador titular da Fundação Joaquim Nabuco.

existentes nessas áreas, por meio dos diversos usos que fazem da água, provocam uma demanda social de regulação desse recurso, porquanto inúmeras situações conflituosas não raro acontecem entre pessoas, comunidades e até mesmo entre países, dada a importância estratégica que a água possui para o crescimento econômico de tais regiões. Os possíveis conflitos, mais cedo ou mais tarde, terão que ser solucionados, por meio de planejamentos específicos, em busca da solução desejada.

No presente texto, é feito um exercício de análise da situação hídrica do Nordeste, com base na caracterização do seu ambiente natural, no qual são propostas algumas alternativas julgadas imprescindíveis para o pronto atendimento às demandas de água de sua população. É sugerida uma estratégia de ação que promova uma adequada gestão da água, com o fim de superar situações de emergência já existentes na região. Tal estratégia é embasada na elaboração de um orçamento das águas que venha a garantir, mediante a transposição e/ou integração de bacias, volumes suficientes para o abastecimento humano e animal, uso industrial, irrigação e geração de energia, orçamento esse atrelado às características climáticas de cada ano. Além do mais, propõe-se a continuidade dos programas de construção de grandes represas, de cisternas rurais, de perfuração de poços no sedimentário e de incentivos aos projetos de reutilização das águas servidas, bem como de alerta com relação ao uso das águas do rio São Francisco para fins de abastecimento.

Finalmente, é lembrado que as alternativas elencadas acima demandam um certo tempo para serem concretizadas, e desse tempo o nordestino já não dispõe, uma vez que o desabastecimento é um fato concreto na região. Portanto, medidas emergenciais deverão ser postas em prática pelos governantes, a exemplo dos abastecimentos alternativos com caminhões-pipa, trens etc., bem como da identificação de fontes hídricas disponíveis para a efetivação dessas medidas. Infelizmente, essas ações têm que ser postas em prática, até que se resolva definitivamente o problema, para se evitar o mal maior: a instalação do caos social.

## 1. INTRODUÇÃO

Antes de começar a tecer minhas considerações sobre esse tema, gostaria de discorrer um pouco sobre algumas características geoambientais

da região Nordeste, assunto esse que tem uma relação bastante estreita com as possibilidades de acumulação e de acesso à água, e tentar explicar o “porquê” de termos chegado à situação de escassez hídrica que estamos vivenciando nos dias atuais. Essas considerações não têm a pretensão de solucionar todos os problemas existentes no setor de recursos hídricos nem de fazer chegar água nas torneiras da população de forma imediata. Nossa pretensão é a de, tão-somente, esclarecer e alertar a população sobre algumas questões que têm que ser bem entendidas sobre o assunto e propor algumas alternativas julgadas importantes, na busca de soluções.

É muito provável que, no início do terceiro milênio, a água passe a ser tão preciosa, para as populações do planeta, como o ouro e o petróleo. No Nordeste brasileiro, essa previsão não é difícil de se fazer, tendo em vista o tratamento inadequado exercido pelas populações, nos poucos volumes hídricos existentes, tratamento este não condizente com a importância que a água tem ou que deveria ter na vida das pessoas. No Nordeste brasileiro, as secas sucessivas, aliadas à falta total de planejamento dos órgãos públicos com relação à gestão da água, fazem com que tenhamos plena convicção do colapso iminente desse setor. A concretização desse cenário é uma mera questão de tempo. Vai faltar água para beber.

No Nordeste não é preciso se deslocar muito para se chegar a esse tipo de conclusão. As cidades de Caruaru e Surubim (PE), ambas situadas num raio de 130 km do Recife, estão com um racionamento de 26 dias. A cidade de Bezerros (PE), a 100 km da capital pernambucana, já entrou em colapso, e chegou a ser abastecida por via ferroviária, com água trazida de um poço da Petrobras existente no porto de Suape, próximo à cidade do Recife. A cidade de Campina Grande, situada a 230 km do Recife, passa por igual situação de desabastecimento, pois a principal represa que abastece a cidade alcança volumes críticos, pondo em risco o atendimento das necessidades normais da população. Igualmente problemáticas encontram-se as regiões do Seridó, no Rio Grande do Norte; os Sertões dos Inhamuns, no Ceará; e o Cariri da Paraíba, já estando assistida por frota de caminhões-pipa boa parte do Semi-Árido nordestino. O que preocupa, no entanto, é que a abrangência do problema da falta d’água já chegou ao litoral do Nordeste. A seca chegou à cidade do Recife. A metrópole pernambucana, com índice pluviométrico médio em torno de 2.000 mm anuais e sobre um rico lençol subterrâneo, amarga um longo período de racionamento, com perspectivas de agravamento desse quadro. O prognóstico do caos preocupa.

## 2. A QUESTÃO CLIMÁTICA

Associadas à falta de planejamento dos órgãos públicos na gestão dos recursos hídricos, pesam sobre a região nordestina algumas características geoambientais que induzem naturalmente à escassez de água.

Apesar de sofrer a influência direta de várias massas de ar (a Equatorial Atlântica, a Equatorial Continental, a Polar e as Tépidas Atlântica e Kalaariana – Quadro 1, anexo) que, de certa forma, interferem na formação do seu clima, essas massas adentram o interior do Nordeste com pouca energia, influenciando não apenas nos volumes das precipitações caídas mas, principalmente, no intervalo entre as chuvas (Andrade e Lins, 1971). Na região chove pouco (no Semi-Árido as precipitações estão entre 500 e 800 mm) e as chuvas são extremamente mal distribuídas no tempo, tornando-se uma verdadeira loteria a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos (Duque, 1980). O clima do Nordeste também sofre a influência de outros fenômenos, tais como: El Niño que interfere principalmente no bloqueio das frentes frias vindas do sul do país, impedindo a instabilidade condicional na região, e a formação do dipolo térmico atlântico, caracterizado pelas variações de temperaturas do Oceano Atlântico, nas suas partes norte e sul dos hemisférios, variações estas favoráveis às chuvas no Nordeste, quando a temperatura do Atlântico sul está mais elevada do que aquela na sua parte norte.

A proximidade da linha do Equador é outro fator natural que vai de encontro às possibilidades de abundância de água no Nordeste. As baixas latitudes condicionam à região temperaturas elevadas (média de 26°C), número também elevado de horas de sol por ano (estimado em cerca de 3.000) e índices acentuados de evapotranspiração, devido à incidência perpendicular dos raios solares sobre a superfície do solo (algumas regiões do Nordeste semi-árido chegam a evapotranspirar cerca de 7 mm/dia).

## 3. A QUESTÃO GEOLÓGICA

Em termos geológicos, a região é constituída por duas estruturas básicas – Quadro 2, anexo. O embasamento cristalino, representado por 70% da região semi-árida, e as bacias sedimentares (Carvalho, 1973, 1988). Essas estruturas têm importância fundamental na disponibilidade de água,

principalmente as de subsolo. No embasamento cristalino, região que tem como principal característica a presença de rios temporários, só há duas possibilidades da existência de água no subsolo: nas fraturas das rochas e nos aluviões próximos de rios e riachos. Em geral, essas águas são poucas, de volumes finitos (os poços secam aos constantes bombeamentos) e, como se isso não bastasse, de má qualidade (Suassuna e Audry, 1992, 1993, 1995). As águas que têm contato com esse tipo de estrutura se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas. Devido à facilidade de escoamentos superficiais e a baixa capacidade de infiltração da água no solo, essas características possibilitaram, na região cristalina, a construção de um número expressivo de açudes, estimado em cerca de 70 mil, que represam cerca de 37 bilhões de m<sup>3</sup> de água. Isso significa a maior reserva de água artificialmente acumulada em região semi-árida do mundo. Com relação às bacias sedimentares, além da presença de rios perenes, estas são possuidoras de um significativo volume de água no subsolo, localizado de forma esparsa no Nordeste (verdadeiras ilhas distribuídas desordenadamente no litoral e no interior da região). Para se ter uma idéia dessa problemática, estima-se que 70% do volume da água do subsolo nordestino estejam localizados na bacia sedimentar do Piauí/Maranhão (Rebouças, 1997 A e B).

#### 4. OS QUANTITATIVOS HÍDRICOS

O quadro 3, em anexo, dos principais domínios hidrológicos do país, mostra que em termos quantitativos, estima-se, no embasamento cristalino, um potencial de apenas 80 km<sup>3</sup> de água/ano, enquanto nas regiões sedimentares esse volume pode chegar a valores significativos, como os existentes nas seguintes bacias: São Luís/Barreirinhas com 250 km<sup>3</sup>/ano, Maranhão com 17.500 km<sup>3</sup>/ano, Potiguar/Recife com 230 km<sup>3</sup>/ano, Alagoas/Sergipe com 100 km<sup>3</sup>/ano e Jatobá/Tucano/Recôncavo com 840 km<sup>3</sup>/ano.

Portanto, as características geoambientais acima descritas têm influência marcante nas quantidades hídras exploráveis na região Nordeste. Essa afirmativa fica mais evidente quando são comparados os volumes de água existentes no planeta com os existentes no país e os destes últimos com os disponíveis na região Nordeste. Nesse sentido, estima-se que, no nosso planeta, existam 1,37 bilhão de km<sup>3</sup> de água; 97% desse volume constitui as águas dos

oceanos, restando, portanto, apenas 3% de água doce (cerca de 40 milhões de km<sup>3</sup>). Desse percentual de água doce, 2/3 estão nas calotas polares e nas geleiras, onde não existe tecnologia disponível para a captação, o transporte e uso dessa água, restando apenas 0,3% do volume inicial (cerca de 100 mil km<sup>3</sup>) para ser utilizado ou consumido pela população mundial, hoje com mais de 6 bilhões de pessoas. O Brasil é detentor de 12% da água doce que escorre superficialmente no mundo; 72% desses recursos estão localizados na região amazônica e apenas 3% no Nordeste brasileiro, onde as descargas dos rios representam uma infiltração de água nos aquíferos da ordem de 58 bilhões de m<sup>3</sup>/ano. Entretanto, a extração de apenas 1/3 dessas reservas representaria potenciais suficientes para abastecer a população nordestina atual (estimada em cerca de 47 milhões de pessoas), com uma taxa de 200/litros/pessoa/dia, preconizada pela Organização Mundial da Saúde, e irrigar cerca de 2 milhões de hectares com uma taxa de 7.000 m<sup>3</sup>/ha/ano. A água existe e o que resta é saber usá-la.

O quadro 4, de disponibilidade hídrica per capita, em anexo, mostra as modalidades de classes existentes em diversos locais do planeta, inclusive no território nacional, considerando desde as regiões abundantes em água (que disponibilizam volumes superiores a 20.000 m<sup>3</sup>/hab./ano), até as portadoras de situações críticas (que disponibilizam volumes inferiores a 1.500 m<sup>3</sup>/hab./ano). Na classe abundante, estão considerados todos os Estados da região Norte, sendo Roraima o Estado campeão em oferta de água do país. Dos Estados nordestinos, pertencentes ao Semi-Árido, apenas o Piauí está em situação confortável (considerado um Estado rico em ofertas hídricas, pelo fato de fornecer volumes superiores a 5.000 m<sup>3</sup>/hab./ano), fato advindo de riqueza significativa de água em seu subsolo e da existência de um grande rio perene – o Parnaíba – que faz fronteira com o Estado do Maranhão; o Estado da Bahia (em situação limite em termos de oferta hídrica, com fornecimentos volumétricos superiores a 2.500 m<sup>3</sup>/hab./ano), chega a ter mais água do que o Estado de São Paulo, por ser beneficiado pelas águas do rio São Francisco e possuir áreas sedimentares esparsas, mas significativas, em seu território. A situação dos demais Estados nordestinos é preocupante (pobres em água, pelo fato de fornecerem volumes inferiores a 2.500 m<sup>3</sup>/hab./ano), destacando-se, entre eles, a Paraíba e Pernambuco, como Estados campeoníssimos em baixa oferta hídrica para os seus habitantes, cabendo a este último o fornecimento de apenas 1.320 m<sup>3</sup>/hab./ano (Secretaria de Recursos Hídricos de São Paulo, 2000).

Essa desigualdade de percentuais hídricos existente no país, com visível desvantagem para o Nordeste brasileiro, é consequência das características geoambientais da região, referidas anteriormente.

## 5. AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

E o que fazer para enfrentar a questão do desabastecimento do Nordeste? O problema não é de simples solução. Algumas alternativas, no entanto, podem ser tentadas ou mesmo postas em prática, por meio de um gerenciamento integrado das fontes hídricas existentes em cada um dos Estados nordestinos, conforme especificado abaixo.

### 5.1. NA ESFERA POLÍTICA

Inicialmente, se poderia fazer cumprir o que determina o artigo 21 da Constituição de 1988, no seu inciso XIX, que estabelece a competência da União em instituir um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Alguns Estados vêm trabalhando muito nos últimos anos para incorporar esses princípios em suas legislações e políticas públicas, criando conselhos estaduais, comitês de bacias, grupos de usuários de água etc., mas, infelizmente, a grande maioria dos Estados nordestinos tem sido relapsa com relação a esse assunto. Embora tenhamos uma lei federal que fixa os fundamentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), pouco avançamos na incorporação dos princípios que definem esse novo quadro institucional no país.

Existindo esses dois instrumentos (a instituição de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso), em cuja implementação, infelizmente, até hoje estamos engatinhando, é necessário um verdadeiro orçamento das águas, anualmente revisado em função da sua maior ou menor disponibilidade, que varia a cada ciclo hidrológico (a própria Agência Nacional de Água (ANA), órgão criado pelo governo federal, terá um papel fundamental nessas ações). Esse orçamento iria definir: X m<sup>3</sup>/s para uso humano e animal; Y m<sup>3</sup>/s para irrigação na bacia; Z m<sup>3</sup>/s para geração de energia elétrica; T m<sup>3</sup>/s para transposição para outras bacias; W m<sup>3</sup>/s para a indústria, etc.

## 5.2. NA CONSTRUÇÃO DE GRANDES REPRESAS

Necessário se faz, no entanto, dar continuidade ao programa de construção de grandes represas na região, devendo haver sempre a preocupação simultânea de interligar suas bacias hidrográficas e utilizar racionalmente suas águas. Atualmente, as 28 maiores represas do Nordeste, que têm capacidade para acumular cerca de 18 bilhões de m<sup>3</sup> de água, utilizam apenas 30% desse volume em sistemas de abastecimento ou em irrigação. Os 70% restantes ficam sujeitos aos constantes processos evaporativos. Projetos de represas (como a do Pirapama, localizada na região metropolitana do grande Recife) que poderiam minimizar, e muito, o problema de racionamento d'água das grandes cidades teimam em não sair do papel.

Acerca desses corpos d'água, vários são os exemplos que mostram a sua importância para o abastecimento das populações em cada um dos Estados nordestinos. Cabe salientar que a represa Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, com capacidade de 2,4 bilhões de m<sup>3</sup> (a segunda maior do Nordeste) teria condições de abastecer, juntamente com as águas existentes no subsolo da parte sedimentária do Estado, toda a população norte-riograndense nos próximos 25 anos e a represa Castanhão (reservatório cearense e o maior do Nordeste, com cerca de 6,7 bilhões de m<sup>3</sup> de capacidade), a qual, sozinha, resolveria, e por gerações, o problema de abastecimento da grande Fortaleza e regiões circunvizinhas.

## 5.3. NO USO DAS ÁGUAS DE SUBSOLO

Fala-se muito em água do subsolo para se resolver, de vez, os problemas hídricos da região semi-árida nordestina. É, sem dúvida, uma alternativa importante, mas que não é a solução de todo o problema. Devido às características geológicas da região, comentadas anteriormente, o acesso a essas águas e, principalmente, a sua utilização têm que ser encarados de forma mais criteriosa e realista. A título de exemplo, estima-se que 35% dos 60 mil poços escavados no embasamento cristalino nordestino estejam secos, obstruídos ou com teores salinos inadequados ao consumo humano. Com essa estatística, é de se esperar que todo e qualquer programa de perfuração de poços que venha a ser realizado na região trate primeiro da recuperação dos poços que fazem parte desse percentual.

Com relação a esse assunto, são dignas de nota as investidas realizadas no Nordeste pelo apresentador de televisão Carlos Massa, o Ratinho, que

tem programa de grande audiência na região. A produção do referido apresentador investiu na perfuração de um poço no município de Arcoverde (PE), chegando a resultados merecedores de elogios. Segundo o que se pôde depreender, aos 60 metros de profundidade, o poço ali escavado apresentou vazão abundante e água de boa qualidade. Mas a forma pela qual a matéria foi levada ao ar pôs em dúvida as ações de todos os governantes do Nordeste, dando a entender que a solução dos problemas de escassez de água da região estava no acesso aos volumes existentes no seu subsolo, bastando, para tanto, um simples programa de perfuração de poços, o que, efetivamente, não estava sendo priorizado pelos governos. Entretanto, sem deixar de aplaudir a iniciativa do investimento realizado naquele município, faltou ao apresentador fazer referência ao local de perfuração do poço. Certamente ele não sabia tratar-se da bacia sedimentária do Jatobá, região pernambucana já bastante estudada pelos técnicos especialistas em recursos hídricos, possuidora de um significativo lençol de água, com capacidade de exploração estimada entre 15 e 18 milhões de m<sup>3</sup>/ano, podendo abastecer cerca de 250 mil pessoas. Se essa área é rica em água, é importante explorá-la com eficácia e usá-la com parcimônia. O que não se pode é extrapolar o resultado dos sucessos obtidos na exploração de água das regiões sedimentárias, para o Nordeste como um todo. Em tais regiões, as águas devem ser racionalmente exploradas, evitando-se, sempre que possível, os desperdícios, a exemplo daqueles existentes no Estado do Piauí, que não aproveita, de forma coerente, as águas dos poços jorantes escavados na região sedimentária do Vale do Gurguéia, no município de Cristino Castro. Os poços jorram 24 horas por dia (sem a necessidade de bombeamentos) e não existe um projeto de uso adequado de suas águas que justifique o programa de perfuração realizado. Portanto, o conhecimento dos aspectos geológicos é um fator fundamental para se avaliar melhor as disponibilidades hídricas da região. Sem esse conhecimento, a gestão dos recursos hídricos torna-se falha e a outorga, mero procedimento burocrático.

### *5.3.1 No tratamento de águas salinizadas*

Outra questão relacionada com a água de subsolo diz respeito a sua qualidade química. É sabido que as águas do embasamento cristalino normalmente apresentam teores elevados de sais. Para o tratamento dessas águas em dessalinizadores, é preciso que sejam observadas algumas questões. Primeiramente, é necessário levar em consideração o custo operacional desse tratamento, com águas que apresentam teores de sais elevados. O uso do

dessalinizador, em tais casos, ainda é muito caro. Estima-se que 1 m<sup>3</sup> de água dessalinizada custe o equivalente a US\$ 0,90 (noventa centavos de dólar). Em segundo lugar, o dessalinizador, em si, é um equipamento extremamente eficiente. O processo de retirada dos sais das águas é feito por intermédio de membranas (osmose reversa), o que dá ao equipamento índices espantosos de eficiência: uma água extremamente salinizada, ao ser tratada, passa a conter apenas traços de sais na sua composição. Torna-se, praticamente, uma água destilada. Esse aspecto é muito importante, pois poderá influenciar, sobremaneira, no balanceamento de sais do organismo das pessoas. Em se tratando de balanceamento de sais, um dos aspectos importantes a ser considerado, é a temperatura ambiente. Uma das características da região semi-árida nordestina é a de ser quente, com a média da temperatura anual atingindo a casa dos 26° C. Isso significa dizer que a população rural transpira em demasia nas atividades normais de campo. Ao transpirar, ela perde sais. A reposição desses sais no organismo das pessoas normalmente é feita por meio da alimentação do dia-a-dia (sabe-se que a região apresenta índices elevados de desnutrição) e da ingestão de líquidos (ressalte-se que a população do Semi-Árido é acostumada a ingerir águas com teores salinos muito acima dos recomendados pela Organização Mundial de Saúde). Ao passar, de uma hora para outra, a ingerir água com baixos teores de sais, essa população poderá entrar em um processo de desmineralização, tendo em vista as fontes de reposição desses elementos não apresentarem mais os teores que vinham suprindo à população anteriormente. O resultado é que um programa de fornecimento de “água de primeiro mundo” à população, com o uso de dessalinizadores (*slogan* amplamente divulgado pelas prefeituras no interior nordestino), poderá vir a ser acusado, futuramente, como um vetor de desmineralização da população. Para corrigir esse problema é preciso que se pense numa forma de fazer um tratamento de águas misturando aquelas isentas de sais, oriundas dos dessalinizadores, com uma pequena parte, mineralizada, oriunda da fonte que está sendo tratada (observando, naturalmente, os aspectos microbiológicos da água), garantindo, assim, uma água com teores salinos adequados ao perfeito funcionamento do organismo das pessoas. Sobre esse aspecto, informações obtidas de pesquisadores da Orstom (entidade de pesquisa do governo francês), participantes de missão científica no Chade – país de clima desértico do norte da África – demonstraram a preocupação dos técnicos franceses em balancear os teores de sais das águas consumidas no local e oriundas de dessalinizadores, por meio da dissolução, nessas águas, de comprimidos de sais trazidos da

França. Ainda com relação à questão dos dessalinizadores, outro aspecto importante a ser mencionado é o destino que deverá ser dado ao rejeito do material resultante do processo de dessalinização. Esse material, extremamente rico em sais, atualmente é depositado em lagoas de decantação ou mesmo colocado ao ar livre sem maiores preocupações, constituindo-se em um grave problema ambiental a ser solucionado pelos pesquisadores. É provável que os caminhos a serem seguidos pela pesquisa, digam respeito ao aproveitamento desses sais para fins pecuários, visto ser a região semi-árida muito carente no aspecto de mineralização dos animais; na carcinicultura e piscicultura, principalmente no cultivo de camarões marinhos e tilápias, que são espécies extremamente resistentes a ambientes salinos, e no cultivo irrigado de plantas halófilas (que se desenvolvem em ambientes salinos), a exemplo da *Atriplex*, que necessitam de águas com teores salinos elevados para se desenvolverem.

#### 5.4. NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS

Outro programa importante é a construção de cisternas rurais para captação da água da chuva com fins de potabilidade (Souza Silva, Porto, Lima, Gomes, 1984) e (Souza Silva, Porto, Soares, 1990). Para tanto, as organizações não-governamentais e os governos estaduais e municipais têm um papel fundamental, tanto na construção das cisternas, como no manejo de uso de suas águas junto ao homem do campo (atualmente encontra-se em desenvolvimento um programa que visa a construção de um milhão de cisternas no Semi-Árido nordestino). Cada milímetro de chuva caída em um metro quadrado de área resulta em aproximadamente um litro de água. Num telhado de 300 m<sup>2</sup>, por exemplo, com um milímetro de chuva caída tem-se 300 litros. Por sua vez, uma cisterna de 15 mil litros (quando bem manejadas, as águas das cisternas ficam livres da contaminação por microorganismos) abastece de água potável uma família de cinco pessoas durante os oito meses sem chuvas na região.

#### 5.5. NO TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SERVIDAS

Outra questão que já começa a despertar o imaginário do meio científico é a possibilidade de reutilização das águas servidas pelas populações das grandes cidades (Crook, et al., 1992). Pesquisas têm demonstrado a possibilidade de se reutilizar tais águas, bastando para tanto um tratamento adequado e a sua utilização posterior para fins menos nobres, tais como,

regas de jardins, descargas de sanitários, lavagens de calçadas e de automóveis, algumas utilizações industriais, etc. Procedendo-se dessa forma, tornam-se mínimas as possibilidades de se causar problemas na saúde das pessoas.

#### 5.6. NA PRUDÊNCIA COM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES DO RIO SÃO FRANCISCO

Outro ponto polêmico diz respeito ao uso das águas do rio São Francisco para o abastecimento das populações sedentas do Semi-Árido (Suassuna, FJN), (Ministério da Integração Nacional, 2001) e (Pessoa e Galindo, 1989). Sobre esse assunto, é preciso que se levem em consideração alguns aspectos:

- O São Francisco é um rio hidrologicamente pobre, isso de longo termo. Apesar de possuir área de bacia semelhante a do rio Tocantins (a bacia do Tocantins tem cerca de 700 mil km<sup>2</sup>), apresenta vazão quatro vezes menor do que aquele rio amazônico (a vazão do São Francisco é de 2.850 m<sup>3</sup>/s, enquanto que a do Tocantins é de 11.800 m<sup>3</sup>/s). A razão dessa pobreza hídrica prende-se ao fato de a bacia do São Francisco apresentar uma vasta área de clima semi-árido (cerca de 60%) e características geológicas cristalinas.
- A Chesf, ao longo dos últimos 60 anos, explorou praticamente todo o potencial gerador do rio, potencial esse estimado em cerca de 10 mil MW, no qual foram aplicados cerca de US\$ 13 bilhões de dólares. Essa potência instalada gerou, em 2001, com as deficiências hidrológicas havidas, cerca de 37,1 milhões de MW/h, tendo sido necessária a importação de mais 8,6 milhões de MW/h de outros centros geradores do país, como forma de suprir toda a demanda energética da região naquele ano, totalizando, portanto, um consumo de cerca de 45,7 milhões de MW/h. A par dessas questões, a região Nordeste vem crescendo a uma taxa de 4,5 a 6% ao ano, significando dizer que, em 12 anos, haverá necessidade de se dobrar a capacidade de oferta de energia na região, ou seja, em 2017 precisa-se ter, no Nordeste, entre 90 a 100 milhões de MW/h, para satisfazer a sua demanda. E onde será gerada essa energia?
- Em Minas Gerais, nos últimos 20 anos, 50% da vegetação dos cerrados foram transformados em carvão. As siderúrgicas mineiras consomem, anualmente, cerca de 6 milhões de toneladas de carvão vegetal, dos quais 40% são provenientes das derrubadas de matas nativas. Com esse consumo

de carvão vegetal, estima-se que foram destruídas, aproximadamente, 75% da vegetação regional e 95% das matas ciliares dos rios no seu alto curso. Nessas regiões, onde são plantados soja e café irrigados, a expansão das lavouras tem contribuído para o aumento dos desmatamentos criminosos, principalmente os efetuados próximos às nascentes. O desmatamento indiscriminado da vegetação nativa tem resultado numa exacerbada erosão do solo. Estima-se que 18 milhões de toneladas de solos sejam carregados anualmente para a calha do rio, num volume equivalente a 2 milhões de caminhões caçambas;

- O rio das Velhas e o Paraopeba, importantes afluentes do São Francisco, recebem boa parte dos esgotos (urbanos e industriais) da região metropolitana da grande Belo Horizonte. Estima-se que 30% desses esgotos caem nos rios das Velhas e Arruda, juntamente com os de outras 400 cidades, poluindo o rio São Francisco com coliformes fecais, ferro, manganês, fenóis, óleos, graxas e até arsênico e mercúrio, subprodutos da extração do ouro e outros minerais. É espantoso o enorme contingente populacional existente nas cidades (estima-se em 14 milhões de pessoas em toda a bacia do rio), lançando diariamente suas águas servidas na calha do rio, sendo importante a conscientização da população sobre a necessidade de vir a tratar seus esgotos domésticos para que, no futuro, não venha a ter problemas de saúde com a utilização das águas do rio. Para o saneamento da área, são estimados gastos da ordem de US\$ 2,2 bilhões.

- O oeste baiano tornou-se pólo agrícola na década de 80. Os desmatamentos indiscriminados têm provocado a extinção de algumas nascentes na bacia do São Francisco. Na região de Correntina, no sudoeste da Bahia, já foram constatadas extinções dos rios Capão, Sucuriú e Cabeceira Grande, demonstradas na matéria publicada no programa Globo Rural (as melhores reportagens do ano 2000, postas no ar em janeiro de 2001), da rede Globo de televisão. Recentemente, foi tornada pública a informação da extinção do Ribeirão do Salitre, afluente do rio Arrojado que, por sua vez, é afluente do rio Corrente, tributário do São Francisco. Essa região no sudoeste baiano é possuidora de malha fluvial extremamente rica, a qual contribui para a manutenção das vazões de importantes afluentes do São Francisco naquele pedaço de sertão nordestino.

- A erosão tem assoreado o rio, dificultando a navegação e, conseqüentemente, modificando o seu regime. O assoreamento já provocou

a desativação da balsa em Remanso do Fogo (MG). A travessia do rio para São Romão (MG) tem que ser feita por Cachoeira da Manteiga (MG).

- Sem o orçamento das águas, fica extremamente difícil se fazer um prognóstico sobre a transposição do São Francisco como alternativa para solução dos problemas de escassez hídrica do Nordeste, tornando-se impossível determinar, tanto os volumes de água a serem utilizados pela população, como a época de retirada desses volumes do rio. No entanto, é importante lembrar que a exploração do potencial de geração do rio São Francisco pela Chesf está no seu limite. Conforme já mencionado, a empresa conseguiu, com extrema competência e muito sacrifício, montar um parque gerador de energia de mais de 10 mil MW com suas diversas unidades, potencial este que deve ser preservado com muita seriedade para o bem do desenvolvimento de todo o Nordeste.

- Não se pode esperar, uma vez tomada a decisão de se utilizar água do rio São Francisco, que essa água chegue aos que habitam os limites do Semi-Árido, no dia seguinte. A população difusa do Semi-Árido morrerá de sede antes disso. O acesso à água de tal fonte é uma questão a ser resolvida a médio e longo prazo.

- O São Francisco já está com as suas águas comprometidas na geração de energia e na irrigação. A vazão média do rio é de aproximadamente 2.850 m<sup>3</sup>/s. Para se obter uma vazão garantida para fins de geração de energia, foram construídos dois grandes reservatórios de regularização na calha do rio: Três Marias e Sobradinho. O primeiro acumula até 19 bilhões de m<sup>3</sup> e regulariza uma vazão de 517 m<sup>3</sup>/s. O segundo tem capacidade de 34 bilhões de m<sup>3</sup> e regulariza uma vazão de 1.815 m<sup>3</sup>/s, quando somada à regularização de Três Marias. Considerando-se essas vazões regularizadas, estima-se a vazão, com 95% de garantia (vazão igualada ou superada em 95% do tempo) na foz do rio, em 1.850 m<sup>3</sup>/s. A demanda para manutenção das condições de biodiversidade e usos da água no baixo curso e foz é essencial para determinação das disponibilidades para usos consuntivos. Por determinação do Ibama, a vazão mínima na foz foi limitada a 1.300 m<sup>3</sup>/s (vazão ecológica). Deduzindo-se esse limite da vazão regularizada pelos reservatórios, a vazão alocável com garantia de 95% para todos os usos consuntivos na bacia será de 550 m<sup>3</sup>/s. O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco adota como vazão máxima alocável para usos consuntivos 360 m<sup>3</sup>/s, justificável, principalmente, pelo fato de a garantia das vazões estar

associada à operação dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, os quais estão sujeitos às contingências do setor elétrico (SBPC, 2004).

- As vazões máxima e média requeridas pelo projeto de transposição, aproximadamente 127 m<sup>3</sup>/s e 65 m<sup>3</sup>/s, representam respectivamente 4,5% e 2,5% da vazão média na foz e 6,8% e 3,5% da vazão com garantia de 95% nesse mesmo ponto. Valores inexpressivos, já que se aproximam dos erros inerentes ao processo de determinação das vazões. Contudo, se forem observados a vazão de restrição mínima da foz, determinada pelo Ibama, e o consumo atual na bacia, as vazões máxima e média requeridas para a transposição consumirão respectivamente 47% e 25% do saldo atual de vazão alocável na bacia (SBPC, 2004).
- Atualmente as outorgas de direito de uso da água já emitidas na bacia do São Francisco somam um consumo de 335 m<sup>3</sup>/s, os quais, subtraídos do volume alocável de 360 m<sup>3</sup>/s, restam apenas 25 m<sup>3</sup>/s para usos consuntivos na bacia do rio.
- O problema do baixo volume disponível do São Francisco é agravado, se considerarmos a questão da evaporação existente ao longo de sua bacia. A título de exemplo, são evaporados no espelho d'água da represa de Sobradinho, cerca de 200 m<sup>3</sup>/s.
- A vazão média do São Francisco, que na região semi-árida corre inteiramente sobre o embasamento cristalino, é de 2.850 m<sup>3</sup>/s pelo fato de terem sido registradas vazões mínimas de até 595 m<sup>3</sup>/s (em outubro de 1955) e, nas grandes cheias, vazões máximas que chegaram a 20 mil m<sup>3</sup>/s. No entanto, esses dados, para a Chesf, são muito preocupantes pois, no complexo gerador de energia de Paulo Afonso, há necessidade de uma vazão mínima garantida para manter o sistema gerador operando a contento. A título de exemplo – Quadro 5, anexo –, são mostrados, entre outros, os volumes máximos de engolimento na geração de energia das usinas de Itaparica, com cerca de 2.744 m<sup>3</sup>/s, de Paulo Afonso IV, com 2.310 m<sup>3</sup>/s e de Xingó, com 3.000 m<sup>3</sup>/s. Nesse sentido, a Chesf foi como que obrigada a construir a represa de Sobradinho, que conseguiu manter, no rio, uma vazão média regularizada de 2.060 m<sup>3</sup>/s. Ainda com relação à vazão do rio, outro aspecto importante a ser considerado diz respeito aos constantes desmatamentos realizados no Alto São Francisco, que têm ocasionado sérios problemas de desbarrancamento de suas margens, assoreamentos no leito, extinção de nascentes com conseqüente

diminuição de vazão. Em tais casos, é de suma importância que sejam promovidas ações revitalizadoras no rio, com vistas a se reverter esse quadro.

- Estão cadastrados cerca de 25 mil pescadores na bacia do São Francisco. Só no trecho mineiro, há, pelo menos, 10 mil pescadores que capturam uma média de 3 kg de pescado por dia, num total de 30 toneladas diárias. A 3 reais o quilo, temos 90 mil reais por dia. Em nove meses de pesca, são 24 milhões de reais por ano, quase 8 milhões de dólares. A construção dos grandes reservatórios tem interrompido, sistematicamente, o fenômeno da piracema. As barragens bloqueiam a migração do pescado, reduzindo a velocidade, a turbidez e a temperatura das águas acumuladas. No extrato inferior de tais reservatórios, a temperatura da água tem-se tornado 5 a 7 graus mais fria do que na superfície, confundindo o metabolismo dos peixes (principalmente das fêmeas) e abortando as desovas. Todos os rios piscosos exibem imensas planícies de inundação que funcionam como criatórios de peixes. O São Francisco reúne 2 mil km<sup>2</sup> de áreas inundáveis. Em Januária, elas medem 16 km de largura, mas estavam secas desde a cheia de 1994 e voltaram a encher em 2004. O trecho a montante de Sobradinho (1.300 km até Três Marias) constitui o grande berçário de peixes do rio, onde se concentram cerca de 80% das planícies de inundação. A ausência de cota para a chegada dos ovos dos peixes aos criatórios e a pesca de jovens cardumes têm comprometido a reposição dos estoques pesqueiros. Em 1983, uma pesquisa mapeou 32 lagoas naturais de reprodução de peixes no município de Lagoa da Prata (MG), a pouco mais de 50 km da nascente do São Francisco. Atualmente, restam apenas oito. As pesquisas confirmam o declínio dos estoques pesqueiros. Um estudo feito em Pirapora (MG), em 1986, monitorou a pesca local por seis meses. Cada pescador conseguia então a média de 12 kg por dia, com 86% de participação do surubim, espécie mais valiosa das 150 que povoam o rio. Em 1999, a pesagem foi repetida. O volume médio caiu para 3 kg por dia, sendo inexpressiva a presença do surubim. Por outro lado, o país tem hoje mais de 5 milhões de hectares alagados pelos reservatórios das usinas hidrelétricas. Usando apenas 1% dessa área, com o auxílio de tanques-rede, o país teria condições de, no futuro, ultrapassar os grandes produtores mundiais de pescado. Usando o potencial das cinco maiores hidrelétricas brasileiras (Furnas, Itaipu, Três Marias, Tucuruí e Sobradinho), que juntas mantêm um espelho d'água de cerca de um milhão de hectares, é possível produzir até 15 milhões de toneladas de pescado – quase 15 vezes o total da produção nacional, estimada em 2003 em cerca de 1,05 milhão de toneladas.

- Na possibilidade de retirada de água para fins de abastecimento, tem-se que levar em consideração o orçamento das águas, o qual é um reflexo das características do ciclo hidrológico anual da região, e verificar se há disponibilidade de volumes suficientes para tal. A represa de Sobradinho recebe água, oriunda do alto São Francisco, no período de novembro a abril de cada ano e gasta essa água, regularizando a sua vazão, no período de maio a outubro. Ocorre que em abril de 1999, devido às secas sucessivas e a um ciclo hidrológico atípico, a represa de Sobradinho havia acumulado um volume de apenas 55% de sua capacidade útil de armazenamento (em setembro daquele ano, a represa acumulava apenas 21% desse volume), significando dizer que houve necessidade de a Chesf importar, da usina de Tucuruí (PA), uma certa quantidade de energia, equivalente ao que deixou de ser gerado em Paulo Afonso com os 45% restantes do volume de água não armazenados em abril. Estimou-se, nessa operação, uma importação de cerca de 800 MW/h, o equivalente a 15% do consumo do Nordeste. Em 2001, a situação foi mais drástica ainda. Em abril, com a continuidade da seca, Sobradinho só havia acumulado cerca de 36% do seu volume útil, chegando a atingir, em novembro, apenas 5,4%, havendo a necessidade de se proceder ao racionamento de energia, inclusive com adoção do Plano B e seus feriados forçados. Em 2003, a represa de Sobradinho volta a apresentar volume crítico, chegando em dezembro com apenas 10% do seu volume útil, havendo a necessidade do acionamento do parque de termelétricas instalado na região. Além do mais, essas características hidrológicas das represas, obrigaram o governo federal a importar, de Tucuruí, cerca de 1.200 MW/h. Esse volume de energia importado é preocupante, pois as regiões Norte e Nordeste do país continuarão crescendo, o que implica maiores demandas de energia (a previsão é a de que o Nordeste passe a apresentar, nos próximos anos, problemas mais freqüentes na geração de energia) e não se sabe até quando a usina de Tucuruí suportará essa demanda extra oriunda do Nordeste (a exemplo de todo o complexo da Chesf, Tucuruí, em 2001, também racionou 20% de sua energia produzida). Nesse sentido, é desejável que o problema de geração de energia elétrica do Nordeste seja solucionado na própria região, evitando-se, sempre que possível, que quantidades de energia sejam transferidas de outras regiões (a não ser em caráter de extrema necessidade), sob pena de se estar correndo o risco de, ao tentar solucionar um problema (deficiência temporária de geração no Nordeste), criar outro de igual magnitude (esgotamento precoce do potencial gerador no Norte). Nesse cenário, se o orçamento das águas estivesse em vigor no Nordeste, seria muito provável que, para o ano de 2001, devido àquela escassez hídrica reinante, não houvesse

possibilidade de se retirar do rio São Francisco os volumes desejados para atender as demandas da população.

- Cremos que já é chegada a hora de iniciarmos uma discussão sobre a ampliação da matriz energética nacional (a matriz energética nacional é calcada, quase que exclusivamente, em hidreletricidade), por meio do aporte de novas fontes e formas de energia. O Nordeste brasileiro é detentor de um enorme potencial para o aproveitamento da luz solar, dos ventos e da biomassa, que poderá satisfazer as necessidades energéticas do seu povo por um bom período de tempo.

- Se, por uma questão humanitária (Alínea III do Art. 1º da Lei nº 9.433, estabelece, em situação de escassez de água, o uso prioritário dos recursos hídricos para o consumo humano e a dessedentação dos animais), a decisão de transpor as águas do São Francisco for tomada, na expectativa de evitar que a população morra de sede (serão 127 m<sup>3</sup>/s a serem transpostos), certamente haverá necessidade de uma redução da área irrigada na bacia do rio, pois passará a ser utilizado no abastecimento das populações o volume de água que deixará de ser utilizado na irrigação. Atualmente, já estão sendo irrigados no vale do São Francisco, cerca de 340 mil ha, com um consumo de água aproximado de 170 m<sup>3</sup>/s. Contudo, a área irrigável está em constante ampliação (cerca de 4% ao ano), com perspectivas de mais 100 mil ha, por meio da implantação dos projetos Irecê, com 60 mil ha, e Salitre, com 30 mil ha, ambos na Bahia, e o projeto Pontal, com 10 mil ha, em Pernambuco. Esses três projetos, juntos, irão crescer em mais 50 m<sup>3</sup>/s o consumo d'água na irrigação ali praticada. Nessa expectativa, espera-se que os sistemas geradores de energia da Chesf, por uma questão de segurança nacional, sejam preservados. Para se ter uma idéia da dimensão do problema, para cada m<sup>3</sup>/s retirado do rio São Francisco entre as usinas de Sobradinho e Xingó, há uma redução na geração de energia da ordem de 22 milhões de KW/h anuais, equivalentes ao fornecimento a uma cidade com população de 35 mil habitantes. Nesse sentido, seria prudente que o local de retirada dessas águas fosse feito à jusante da represa de Xingó, posição na qual as águas já cumpriram o seu papel de geradoras de energia elétrica e irão ser drenadas para o mar.

- É necessário se pensar na possibilidade de se transpor águas de outras bacias hidrográficas para aumentar a vazão do São Francisco. Sobre essa questão, a transposição de águas do Tocantins é, sem dúvida, um caminho a ser percorrido (MME, DNAEE, DCRH, 1983). Contudo, alguns esclarecimentos precisam ser feitos: primeiramente, é preciso observar que

a bacia do Tocantins está localizada em uma cota 333 metros abaixo da cota do divisor de águas da bacia do São Francisco (Aguiar, 2000). Isso significa dizer que há necessidade de bombeamentos para a transposição de suas águas, o que implica em custos elevados na realização do projeto. Existem estudos que comprovam a necessidade de haver, pelo menos, quatro estações elevatórias.

- Há no Noroeste da Bahia uma falha tectônica na qual existem duas lagoas (Jalapão e Varedão) com triplo desaguadouro: para o rio Tocantins através do rio do Sono, para o rio Parnaíba e para o rio São Francisco, através de seus afluentes, os rios Sapão, Preto e Grande. Nesse acidente geográfico há uma interligação natural para o São Francisco, no qual há um deságüe natural de cerca de 110 m<sup>3</sup>/s (Botelho, 2000). Um aprofundamento dessas lagoas bastaria para um aumento significativo de vazão no São Francisco. Outra alternativa seria a de transpor água do rio Grande, através da represa de Furnas, para o São Francisco (Pereira. Informações e comentários, cópia xerox incluindo mapa). Esta, por sinal, seria a alternativa mais barata, pois seria necessária, apenas, uma obra de engenharia, traduzida pela construção de uma comporta em um dos diques da referida represa, para a água chegar ao São Francisco por gravidade (poder-se-ia dispor, nessa operação, de um volume de cerca de 200 m<sup>3</sup>/s). Existem implicações que dificultam a adoção dessa alternativa como, por exemplo, o fato de o rio Grande ser afluente do rio Paraná que, por sua vez, é um rio de águas internacionais. A outra implicação é a de que a represa de Furnas está localizada em território mineiro e não se sabe, ao certo, a reação do governo de Minas diante de uma proposta como esta.

## 6. CONCLUSÕES

Finalmente, a concretização das alternativas acima elencadas demandará um certo tempo. Os programas demoram para serem concebidos e executados. E a variável “tempo” o nordestino não tem à sua disposição, pois o fantasma da falta de água potável está rondando a região.

A natureza complexa do ambiente nordestino sinaliza para a necessidade de estudos integrados e abrangentes que visem ao aproveitamento de sua água para promoção do desenvolvimento regional. É importante, em primeiro lugar, a execução de projetos hidráulicos estruturadores, partindo-se das bacias receptoras de jusante (estados receptores) para a bacia exportadora de montante (bacia do São Francisco),

por meio do uso integrado do potencial hídrico existente em cada um dos Estados da região, da otimização das disponibilidades de água e da confirmação de demandas, de modo a assegurar que a transposição do São Francisco constitua uma alternativa complementar e não implique no abandono ou mesmo na subutilização de fontes locais de água, garantindo intervenções capilares de ponta que propiciem a obtenção de efeitos benéficos nas bacias.

Enquanto isso não acontece, já seria de bom termo que os governos dos estados nordestinos comesçassem a se preocupar em fazer chegar água nos municípios necessitados por meio de abastecimentos alternativos (com carros pipa, navios, trens, etc.), bem como identificar as fontes hídricas disponíveis para suprimento desse abastecimento emergencial. Embora circunstancial, a decisão deve ser tomada para evitar o mal maior, qual seja, a instalação do caos social.

#### REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P. M. *Transposição: Tocantins para o São Francisco* [ S. l.: CHESF], 2000. Fotocópia. Inclui mapas. (Comunicação CHESF, n. 84/00).
- ANDRADE, G. O. de; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: AS REGIÕES naturais do Nordeste, o meio e a civilização. Recife, PE: CONDEPE, 1971. p. 95-138.
- BOTELHO, C. L. *Seca: visão dinâmica, integrada e correlações*. Fortaleza, CE: ABC, 2000. 300 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Projeto São Francisco: relatório síntese*. Brasília, 2001.
- \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. *Transposição das águas do São Francisco e Tocantins para o semi-árido nordestino: avaliação preliminar*. Brasília, 1983. 72 p.
- CARVALHO, O. de. *A economia política do Nordeste: seca, irrigação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Campus; Brasília: ABID, 1988.
- \_\_\_\_\_. *Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste*. Brasília: MINTER, 1973. (Desenvolvimento regional, n. 1).
- CROOK, J. et al. *Guidelines for water reuse*. Cambridge: Camp Dresser, 1992.

DUQUE, J. G. *O Nordeste e as plantas xerófilas*. Mossoró, RN: [s. n.], 1980. (Coleção Mossoroense, v. 143).

\_\_\_\_\_. *Solo e água no polígono das secas*. Mossoró, RN: [s. n.], 1980. (Coleção Mossoroense, v. 142).

ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE TRANSFERÊNCIA DE ÁGUAS ENTRE GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2004, Recife, PE. *Relatório das discussões*. Recife, PE: SBPC, 2004. 16 p.

PEREIRA, P. N. S. *Transposição de águas do rio Grande para o rio São Francisco com gravidade a favor: informações e comentários*. [S. l.: s. n., 1989?]. 7 p. Fotocópia. Inclui mapa.

PESSOA, D.; GALINDO, O. *Transposição do rio São Francisco: a dimensão socioeconômica*. Recife, PE: Fundaj, 1989. 235 p.

REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos Avançado*, v. 11, n. 29, 1997.

\_\_\_\_\_. *Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil*. Brasília: CNPq, 1997. 150 p.

\_\_\_\_\_. Potencialidades dos aquíferos do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE, 4., 2001, Olinda, PE. **Anais...** [S. l.]: ABAS, [2001?].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos. *Quadro de disponibilidade hídrica*. São Paulo, 2000.

SOUZA SILVA, A. de et al. *Cisternas rurais: dimensionamento, construção e manejo*. Petrolina, PE: EMBRAPA/CPATSA, 1984. (Circular técnica, n. 12).

\_\_\_\_\_; PORTO, E. R.; SOARES, J. M. Tecnologias para o desenvolvimento de propriedades agrícolas do trópico semi-árido. In: PEQUENOS agricultores V: métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária. Petrolina, PE: EMBRAPA/CPATSA, 1990. (Documentos, n. 66).

SUASSUNA, J. *Contribuição ao estudo hidrológico do semi-árido nordestino*. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2000. 95 p.

\_\_\_\_\_. Difusão de tecnologia agrícola: uma experiência no Nordeste brasileiro. *Ciência & Trópico*, Recife, PE, v. 24, n. 1, jan./jul. 1996.

\_\_\_\_\_. *Opções e limitações tecnológicas para a região semi-árida do Nordeste*. Mossoró, RN: [s. n.], 1989. (Coleção Mossoroense, série B, n. 658).

\_\_\_\_\_. A pequena irrigação no Nordeste: algumas preocupações. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 18, n. 104, out. 1994.

\_\_\_\_\_. A pequena irrigação do Nordeste: algumas reflexões. *Caderno de Estudos Sociais, Fundação Joaquim Nabuco*, Recife, PE, v. 9, n. 1, jan./jun. 1993.

\_\_\_\_\_. O PDCT e a pequena irrigação no Nordeste. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 1990, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SUDENE; [Brasília]: Embaixada da França, [1990?].

\_\_\_\_\_. *Transposição do rio São Francisco na perspectiva do Brasil real*. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. 102 p. Disponível em: <FJN>.

\_\_\_\_\_; AUDRY, Pierre. *Estudo da salinidade das águas de irrigação das propriedades do GAT e da sua evolução sazonal, durante os anos de 1988 e 1989*: catálogo das observações de campo e dos resultados das análises. Recife, PE: CNPq, 1992. p. 318.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Estudo da salinidade das águas utilizadas em pequena irrigação no Nordeste e da sua evolução sazonal, durante os anos de 1988 e 1989: informe técnico. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 1., 1992, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: CNPq, 1992. p. 303-305.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Estatística de salinidade das águas de irrigação do Nordeste semi-árido brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: ORSTOM/FUNDAJ, 1993. p. 53. Comunicação oral.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino*. Recife, PE: CNPq, 1995. 128 p.

## ANEXOS

**Quadro 1.** Visualização das massas de ar formadoras dos climas do Nordeste



**Quadro 2.** Esquema representativo do Escudo Cristalino e das Bacias Sedimentares



**Quadro 3.** Principais domínios hidrológicos, reservas de água doce subterrânea e intervalo de vazão de poços no Brasil.

Domínio Aquífero	Área (km <sup>2</sup> )	Sistema Aquífero Principal	Volume de Água (km <sup>3</sup> )	Intervalo de Vazão Poço (m <sup>3</sup> /h)
Substrato aflorante	600.000	Zonas fraturadas	80	< 1 - 5
Substrato alterado	4.000.000	Manto rocha alterada e/ou fraturas	10.000	5 - 10
Bacia Sedimentar Amazonas	1.300.000	Ar. Barreiras Ar. Alter do Chão	32.500	10 - 400
Bacia sedimentar SãoLuís - Barreirinhas	50.000	Ar. São Luís Ar. Itapecuru	250	10 - 150
Bacia sedimentar Maranhão	700.000	Ar. Itapecuru Ar. Cordas-Grajaú Ar. Motuca Ar. Poti-Piauí Ar. Cabeças Ar. Serra Grande	17.500	10 - 1000
Bacia sedimentar Potiguar-Recife	23.000	Ar. Barreiras Calc. Jandaíra Ar. Açú-Beberibe	230	5 - 550
Bacia sedimentar Alagoas/Sergipe	10.000	Ar. Barreiras Ar..Marituba	100	10 - 350
Bacia sedimentar Jatobá-Tucano-Recôncavo	56.000	Ar. Marizal Ar. São Sebastião Ar. Tacaratu	840	10 - 500
Bacia sedimentar Paraná (Brasil)	1.000.000	Ar. Baurú-Caiuá Basaltos S. Geral Ar. Botucatu-Piramboia-Rio do Rasto Ar. Furnas/Aquidauana	50.400	10 - 1700
Depósitos Diversos	773.000	Aluviões, dunas	411	2 - 40
Totais	8.512.000		112.000	

**Quadro 4.** Quadro de disponibilidade hídrica

Disponibilidade hídrica <i>per capita</i> m <sup>3</sup> /hab./ano	País	Disponibilidade hídrica <i>per capita</i> m <sup>3</sup> /hab./ano	Estado brasileiro	Disponibilidade hídrica <i>per capita</i> m <sup>3</sup> /hab./ano
Abundante > 20.000	Finlândia Suécia	22.600 21.800	Roraima	1.747.010
			Amazonas	878.929
			Amapá	678.929
			Acre	369.305
			Mato Grosso	258.242
			Pará	217.058
			Tocantins	137.666
			Rondônia	132.818
			Goiás	70.753
			M.G do Sul	39.185
Rio G. do Sul	20.798			
Muito rico > 10.000	Irlanda	14.000  12.500 12.000	Maranhão	17.184
			Sta. Catarina Paraná	13.662 13.431
	Luxemburgo Áustria		12.000	Minas Gerais
Rico > 5.000	Portugal Grécia	6.100 5.900	Piauí	9.608
			Espírito Santo	7.235
Situação limite > 2.500	França Itália	3.600 3.300  2.900	Bahia São Paulo	3.028
				2.913
	Espanha			2.913
Pobre < 2.500	Reino Unido Alemanha Bélgica	2.200 2.000 1.900	Ceará	2.436
			Rio de Janeiro	2.315
			Rio G. do Norte	1.781
			Alagoas	1.752
			Distrito Federal	1.751
			Sergipe	1.743
Situação crítica < 1.500			Paraíba	1.437
			Pernambuco	1.320

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos de São Paulo, 2000.

**Quadro 5.** Volumes máximos de água requeridos para a geração de eletricidade nas principais usinas da Chesf

DADOS NOMINAIS			
USINA	POTÊNCIA (Mw)	ENGOLIMENTO POR UNIDADE (m <sup>3</sup> /s)	ENGOLIMENTO TOTAL (m <sup>3</sup> /s)
Sobradinho	6 x 175 = 1.050	710	4.260
Itaparica	6 x 250 = 1.500	457,43	2.744,58
Moxotó	4 x 110 = 440	550	2.200
Paulo Afonso I	3 x 60 = 180	84	252
Paulo Afonso II A	3 x 75 = 225	115	345
Paulo Afonso II B	3 x 85 = 255	125	375
Paulo Afonso III	4 x 216 = 864	266	1.064
Paulo Afonso IV	6 x 410 = 2.460	385	2.310
Xingó	6 x 500 = 3.000	500	3.000

Fonte: Chesf

Obs.: Vazão média do rio São Francisco de longo período – 2.850 m<sup>3</sup>/s.Vazão mínima regularizada – 2.060 m<sup>3</sup>/s.

Nestes empreendimentos, a Chesf investiu, a preços atuais, cerca de US\$ 13 bilhões de dólares.