

MAY

25

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO HIDROLÓGICO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO



João
SUASSUNA

Pesquisador
da
Fundação Joaquim Nabuco
(FUNDAJ, Recife)

Recife, maio de 1999

Presidente da Fundação Joaquim Nabuco

Fernando de Mello Freyre

Superintendente do Instituto de Tropicologia/TRÓPICO

Sebastião Vila Nova

Diretor do Departamento de Estudos Avançados em Áreas
Tropicais

Adriano Batista Dias

Revisão dos textos:

Germana Vilar Suassuna

Capa:

Válvula de perenização do rio Mamuaba (PB) - fotografia do autor.

Editada por João Paulo Martins Suassuna

APRESENTAÇÃO

É muito comum no Nordeste se questionar a existência de água quando da compra de uma propriedade ou mesmo em discussões sobre fatores de produção na agropecuária local. Volta e meia, questões sobre o precioso líquido vêm à tona com muita persistência. Não poderia ser diferente. O Nordeste é uma região que apresenta peculiaridades bem marcantes em suas características geoambientais, provavelmente únicas no mundo, as quais resultam na existência de baixas reservas hídricas, tanto de superfície como de subsolo, reservas essas de difícil acesso, principalmente em sua região semi-árida e, não raro, com expressivos teores salinos nesses mananciais. Dessa forma, querer-se discutir a questão da água sem o conhecimento prévio, mais aprofundado, de outros aspectos, principalmente os relacionados ao clima e ao solo da região, que têm significativa importância no estabelecimento do potencial de disponibilidade e, principalmente, de qualidade é, no nosso modo de entender, pura utopia. As discussões deveriam passar, necessariamente, por outro tipo de tratamento, principalmente partindo daqueles que acreditam na água como fator de redenção da região.

Sua importância é inegável, sobretudo numa região com uma população estimada em 45 milhões de pessoas. Mas a forma de como esta questão está sendo tratada é equivocada e, em muitos casos, inseqüente, havendo a necessidade de se estabelecerem critérios mais científicos e com uma visão mais realista, na qual as

limitações, tanto de quantidade como de qualidade, passem a fazer parte do universo nordestino.

Preocupados com essas questões e, inclusive, levando em consideração a grande contradição existente no discurso sobre o uso da água e o real potencial oferecido pela região, é que nos dispusemos a realizar o presente documento, fruto da compilação e organização de textos previamente elaborados por nós na Fundação Joaquim Nabuco, que acreditamos terem um conteúdo realístico, de acordo com o objetivo que se deseja alcançar, qual seja, o de prestar o devido esclarecimento sobre a realidade hídrica nordestina, notadamente nos aspectos de oferta e uso da água na região.

Organizados os textos, vislumbrou-se a necessidade de se esquematizar o documento em quatro temas principais de acordo com os assuntos neles abordados. A questão da água passou a ser tratada sob a perspectiva de identificação dos potenciais existentes na região e suas limitações; das tecnologias de uso; da problemática de mineralização das águas traduzida em termos de salinização e de alerta sobre a implementação do polêmico projeto de transposição do rio São Francisco.

Esse trabalho não tem a pretensão de ser conclusivo com relação às questões levantadas. Muito pelo contrário. O que se pretende é, tão somente, contribuir para um melhor entendimento das questões relacionadas com a utilização da água no Nordeste, esperando que, através dele, o tema venha a ser discutido em novos cenários e dentro de uma perspectiva de clareza e de bom senso.

SUMÁRIO

POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

- Água no planeta: origem, quantidades globais e consumo potencial.
- Água potável no Semi-árido nordestino: escassez anunciada.
- El Niño e La Niña: instabilidade dos fenômenos cria dificuldades nas previsões meteorológicas.

TECNOLOGIA DE USO

- Transferência de tecnologia na agricultura: um decalque mal feito.
- Água no Semi-árido nordestino: contradições nas ações de uso.
- A pequena e média açudagem no Semi-árido nordestino: uso da água para produção de alimentos.

SALINIZAÇÃO

- A salinidade de águas do Nordeste semi-árido.

- O processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no Nordeste brasileiro.
- Estudo da salinidade de águas utilizadas em pequena irrigação no Nordeste, e da sua evolução sazonal, durante os anos de 1988 e 1989.

TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

- Transposição das águas do rio São Francisco para o abastecimento do Nordeste semi-árido: solução ou problema?
- Transposição do rio São Francisco: um erro que poderá ser fatal.
- Transposição do rio São Francisco: possibilidades técnicas versus vontade política.
- Transposição do velho Chico: de adivinhão a profeta.
- Vontade política é a verdadeira seca do Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

- **Água no planeta: origem, quantidades globais e consumo potencial**

O médico pediatra Marcos Vilar Suassuna (1960), em sua tese "Contribuição ao Estudo da Desidratação Relativa", elaborada para concurso de professor catedrático da cadeira de Clínica Pediátrica Médica e Higiene Infantil da Faculdade de Medicina da Universidade do Recife, abordou, com profundidade, questões relacionadas com a água. Segundo o autor, a origem da água na terra se deu em dois momentos distintos: 1) através da existência de vapor de água na atmosfera primitiva que se dissipou numa primeira fase devido às altas temperaturas existentes, possibilitando um significativo abaixamento na temperatura ambiente e 2) através de um significativo aporte de volume proveniente do interior do planeta ocupando os vales existentes na sua crosta, numa profundidade média de 3 a 4 quilômetros. Essa massa de água não foi dissipada para o espaço sideral em forma de vapor, como ocorreu na maioria dos planetas, que eram muito quentes, em virtude de a água ter encontrado uma crosta terrestre menos aquecida.

A água inicialmente era pobre em minerais. No entanto, seu enriquecimento - principalmente em sais - se fez gradualmente, através de sua

movimentação sobre os leitos dos mares, em movimentos sísmicos, com temperaturas elevadas e através de um constante carregamento proveniente dos continentes, com as precipitações pluviais ocasionais.

O Planeta Terra, com o resultado dessa gênese hídrica, ficou constituído por 2/3 de água. Essa fração, estimada em um volume aproximado de 1.370.000.000 km³, poderia elevá-lo à categoria de Planeta Água. Mas, ao contrário do que se imagina, o reduzido potencial de água utilizável pelo homem vem preocupando governantes do mundo inteiro e se constituindo em um dos principais problemas a serem enfrentados pela humanidade no limiar do terceiro milênio.

O quadro abaixo mostra com detalhes os volumes existentes, com os respectivos percentuais, nas reservas mundiais de água.

RESERVAS TOTAIS	VOLUME (km³)	%
Água existente no planeta	1.370.000.000	100,000
Água salgada	1.332.206.170	97,240
Água doce	37.780.830	2,750
. Calotas polares e geleiras	29.200.000 8.350.000	2,125 0,608
. Lençóis subterrâneos	67.000 125.000	0,005 0,009
. Umidade do solo	38.830	0,003
. Lagos de água doce		
. Quantidade anual escoada		
Água existente na atmosfera	13.000	0,010

Fonte: New World / Revista da Siemens, nº 1, fev/1998

Numa análise rápida do quadro acima, percebe-se que o maior percentual de água disponível no mundo constitui os oceanos (97,24% do total). Essa água é bastante mineralizada, contendo cerca de 36 gramas de sais por litro. A perspectiva de seu uso, no entanto, ainda está por merecer maiores estudos técnico-econômicos, devido ao custo elevado imputado ao processo de dessalinização dessas águas. Em países árabes carentes de água, como a Jordânia e o Kuwait, que não possuem problemas financeiros face ao comércio do petróleo, é muito comum a utilização do processo de dessalinização para abastecimento de suas populações. Todavia, além de uma tecnologia cara, ela apresenta o inconveniente de não produzir quantidades expressivas de água potável que atendam às necessidades desses países.

No tocante a água doce, constata-se que o total existente, com volume estimado de 37.780.830 km³, corresponde a apenas 2,75 % da água global no planeta. Excluídas desse total, as águas existentes nas calotas polares e nas geleiras, que correspondem a um volume aproximado de

29.200.000 km³, pois atualmente não há tecnologia disponível para retirar do mar o que sobra dos gigantescos blocos de gelo e nem para armazenar a água coletada, esse volume cai para cerca de 0,625% do total de água doce existente no mundo, ou seja, 8.580.830 km³. Esse volume, por sua vez, é oriundo do somatório dos totais existentes nos lençóis subterrâneos (de volume mais expressivo, apesar das restrições de uso no Nordeste em face da sua característica geológica), na umidade natural do solo, na acumulação dos lagos e nas quantidades normalmente escoadas durante o ano sobre a superfície da terra. É esse o potencial hídrico de que a população terrestre, estimada em mais de 6 bilhões de habitantes, irá dispor no ano 2000.

Nesse contexto de pobreza hídrica, é digna de nota a estimativa de evolução do consumo anual de água doce pelas populações no mundo. No ano de 1990 houve um consumo aproximado de 4.130 km³. A perspectiva para o ano 2000 é a de um consumo da ordem de 18.700 km³, ou seja, de um incremento percentual, em 10 anos, de 352%. Este adicional é devido, em grande parte, ao aumento do consumo diário de água do contingente populacional em suas atividades domésticas, industriais e agrícolas.

Os quadros a seguir dão uma idéia do consumo médio de água por pessoa/dia em atividades domésticas normais, bem como do consumo médio por animal/dia em atividades agrícolas.

ATIVIDADE	LITROS/PESSOA/DIA
Beber/cozinhar	3 - 6
Lavar louça	4 - 7
Limpeza da casa	2 - 10
Asseio pessoal sem banho de chuveiro	10 - 20
Lavar roupa	20 - 30
Banho de chuveiro	20 - 40
Descarga sanitária	30 - 50

Fonte: New World / Revista da Siemens, nº 1, fev/1998

ATIVIDADE AGRÍCOLA	LITROS/ANIMAL/DIA
Vacas leiteiras *	81
Porcas em lactação *	94
Porcas em gestação *	50
Aves de corte e postura	1,1
Eqüinos e muares	45 a 60
Ovinos e caprinos	10 a 20
Bezerros	40 a 60
* Inclui a água necessária para lavagem das instalações	

Fonte: Revista Globo Rural, Ano 14, nº 162, abr/99.

Refletindo sobre os dados apresentados acima, chega-se à conclusão de que uma pessoa consome diariamente entre 89 e 163 litros de água, o equivalente a 32 e 59 m³/ano. Se projetarmos esses dados para o consumo do contingente populacional (cerca de 6 bilhões de habitantes) em suas atividades domésticas normais do ano 2000, iremos obter volumes entre 192 e 354 km³/ano.

Evidentemente, essa análise é realizada levando-se em consideração unicamente os aspectos médios globais. A questão, no entanto, começa a se complicar quando a análise é feita levando-se em consideração o potencial disponível por região, isoladamente.

O quadro a seguir mostra o volume de água doce disponível, em km³, nos rios de diversos continentes.

CONTINENTE	VOLUME (km ³)
Oceania	24
Europa	74
África	184
América do Norte	236
Ásia	533
América do Sul	946

Fonte: Revista Globo Ciência, nº 85, ano 8, ago/98.

Notem que a água doce superficial disponível nos vários continentes do mundo tem distribuição extremamente desigual. Enquanto ela é abundante em algumas regiões, como no Sul e no Norte do Brasil, justificando o volume disponível de 946 km³ da América do Sul, onde durante todo o ano as bacias dos rios Amazonas e Paraná proporcionam energia, alimento e vida, em outras, sua ausência é sinônimo de pobreza e morte. Nos solos áridos e rachados de certas áreas da África ou do Nordeste brasileiro, por exemplo, a luta pelo acesso à água e, portanto à vida, se torna, a cada dia que passa, um problema crônico. Na cidade de Recife (localizada na Zona da Mata de Pernambuco, com pluviosidade média de 2000 mm/ano), que passa atualmente por problemas de abastecimento, as águas chegam nas torneiras a cada nove dias, durante um intervalo de apenas dezessete horas. Considerada uma das maiores cidades do Nordeste, com aproximadamente 1.300.000 pessoas, Recife fornece apenas 50 litros diários de água para cada um de seus habitantes. Esse dado é realmente preocupante e a tendência é a de se agravar mais ainda. Em alguns países, como Tunísia, Israel, Jordânia, Líbia, Malta e territórios palestinos, a escassez hídrica já atingiu níveis alarmantes: existe apenas um limite de 500 m³ de água por habitante/ano, enquanto o desejável seria um potencial de 2000 m³. Segundo informações da Organização das Nações Unidas, caso os atuais meios de exploração dos recursos hídricos não forem revistos, 2/3 da população mundial vão passar sede até o ano 2005, pois existem no planeta 70 regiões em confronto pelo controle de fontes de água potável.

É nesse contexto de desigualdades nos acessos aos recursos hídricos que passamos a tecer neste livro, alguns comentários sobre o uso das águas no Nordeste semi-árido brasileiro, procurando, sempre que possível, focar as ações de usos na irrigação, na geração de energia e no abastecimento das populações.

- Água potável no Semi-árido nordestino: escassez anunciada

Água é um bem natural escasso no Nordeste semi-árido brasileiro. Essa assertiva está intrinsecamente relacionada, de um lado, à baixa pluviosidade e irregularidade das chuvas da região e, de outro, à sua estrutura geológica (escudo cristalino) que não permite acumulações satisfatórias de água no subsolo – REBOUÇAS (1997 b) estimou um volume de apenas 80 km³ de água no cristalino nordestino – interferindo, inclusive, no caráter de temporariedade dos rios. Quando explorada em estrutura cristalina, a água apresenta, na maioria das vezes, salinidade elevada - com teores de cloreto acima de 1000 mg/l - característica, essa, que a torna imprestável ao consumo humano (a Organização Mundial de Saúde recomenda 250 mg/l de cloreto nas águas para o abastecimento das populações).

Ações governamentais têm sido estabelecidas no sentido de priorizar o acesso do sertanejo à água, através do uso de rios (perenizados e perenes), barreiros, açudes (pequenos, médios e grandes), cisternas, poços (amazonas e cacimbas) e poços tubulares. De acordo com a qualidade química das águas, existe uma variação, em escala crescente, nos teores de sais nessas fontes hídricas, obedecendo a seguinte ordenação: cisternas < açudes e barreiros < rios (perenizados e perenes) < poços (amazonas e cacimbas) < poços tubulares. Os teores de sais nas águas (composição química e nível de concentração dos sais) estão intimamente relacionados com o tipo de rocha e de solo com os quais elas têm contato.

A utilização de dessalinizadores tem sido uma prática bastante difundida pelos governos estaduais, no sentido de melhorar a qualidade das águas de subsolo, principalmente aquelas oriundas de poços tubulares e amazonas, as quais, devido a alta salinidade, apresentam pouca serventia para o consumo humano. Algumas questões, no entanto, precisam ser levadas em consideração, quando o assunto diz respeito ao uso das águas dessas fontes para fins de potabilidade.

As cisternas rurais talvez sejam os reservatórios hídricos mais importantes no Semi-árido, tendo em vista a sua capacidade de acumular água de excelente qualidade - as águas das cisternas não têm contato direto com outros ambientes que possam mineralizá-las ou contaminá-las - bem como a função reguladora de estoques para o consumo das famílias durante todo ano. Centros de pesquisa, organizações não governamentais e governos estaduais têm orientado o homem do campo no sentido de construir cisternas com técnicas modernas e baratas e de proporcionar uma melhor forma de manejo de suas águas. Estima-se que uma cisterna de 12000 litros seja suficiente para abastecer uma família de 5 pessoas durante os meses sem chuvas no Semi-árido, considerando o consumo diário de 10 litros por pessoa, durante 8 meses.

No que diz respeito aos rios, dadas as suas características de temporariedade no Semi-árido, o uso de suas águas fica restrito às escavações de cacimbas em seus leitos, nos períodos de seca, com limitações tanto nos aspectos da concentração de sais e exaustão do lençol freático, como da contaminação por microorganismos. No tocante à perenização dos rios, através da construção de represas sucessivas em seus leitos, um aspecto a ser considerado diz respeito ao tipo de solo existente na bacia da represa, que poderá vir a ser um elemento carreador de sais para o interior da mesma e, a partir daí, a água utilizada refletir aquela que foi represada. Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado são tipos de solos que trazem estas características.

Nos casos específicos dos barreiros e pequenos açudes, existem algumas preocupações no sentido de se resolver o problema da turbidez das águas que é muito comum nesses tipos de fontes hídricas. A turbidez é uma característica resultante da suspensão de partículas microscópicas de argila nas águas. Normalmente, utiliza-se a filtração para minimizar esse problema, sem que se consiga, no entanto, a eficiência desejada. A ineficiência dos filtros existentes no mercado, permite a passagem de um grande teor de partículas de argila em suspensão na água filtrada, resultando não apenas numa qualidade inferior dessa água mas, principalmente, na obstrução do elemento filtrante e na necessidade de se repor esse material. A experiência tem mostrado que o homem do campo não costuma se preocupar com a reposição de novos elementos filtrantes quando obstruídos, passando o filtro a ser uma mera peça decorativa em sua residência. Recentemente, a utilização da 'Moringa' - vegetal cujas sementes têm a capacidade de flocular e decantar as partículas de argilas em suspensão na água, sem causar problemas à saúde do homem - está sendo orientada, por organizações não governamentais, no sentido de tornar a água de barreiros e pequenos açudes a mais cristalina possível, melhorando, sobremaneira, o aspecto de turbidez. No entanto, vale ressaltar que a suspensão pura e simples da argila nas águas desses corpos de água é inócua à saúde das pessoas que a bebem, sendo necessária uma ação mais eficaz, por parte dessas organizações e dos governos em geral, no sentido de neutralizar os problemas causados pela fauna microbiana existente nas águas dessas fontes - principalmente a bacteriana, de microalgas e verminoses - contaminadas que são pelos dejetos animais, pela decomposição da matéria orgânica animal e por outras fontes de inóculo existentes no campo que, naturalmente, são carreadas pelas águas das chuvas para o interior dos barreiros e açudes, trazendo riscos à saúde da população usuária. É importante ser evidenciado esse aspecto, no sentido de se evitar situações lamentáveis como as que ocorreram no ano de 1997, com um grupo de pessoas, no município de Caruaru (PE), atendidas com tratamento de hemodiálise, em que o grande vilão dos óbitos ocorridos no referido tratamento foi a presença - na água proveniente do açude que abastece o município e componente do processo de filtração do sangue - de uma microalga que não foi excluída pelo sistema de filtros dos equipamentos de hemodiálise da clínica que as atendeu. Outro aspecto igualmente importante a ser considerado nestes corpos de água diz respeito a sua exaustão, devido à evaporação acentuada que existe na região, somada ao uso continuado de suas águas. Estudos têm demonstrado que 40% das águas de um pequeno açude ou barreiro se

perdem para a atmosfera pelo fenômeno da evaporação que, na região, chega a atingir patamares da ordem de 2000 mm anuais.

No tocante ao uso das águas dos grandes açudes para fins de abastecimento das populações, esta é uma prática que deveria ter sido priorizada há mais tempo. Normalmente um grande açude, por apresentar grande inércia - parâmetro que condiciona a sua resposta aos fatores de variação de salinidade de origem climática, ou seja, o efeito de diluição das chuvas e o efeito de concentração da evaporação - possui águas adequadas para fins de abastecimento. As 28 maiores represas do Nordeste têm capacidade para acumular 12 bilhões e 750 milhões de m³ de água, mas apenas 30% desse volume são utilizados em sistemas de abastecimento ou em irrigação. A represa de Orós, no estado do Ceará, com um volume aproximado de 2 bilhões de m³ de água, praticamente não é utilizada. A barragem do Patu, na cidade sertaneja de Senador Pompeu, também no estado do Ceará, que poderia ser usada na agricultura por 60% da população dessa cidade, é usada por um número insignificante de produtores. Existem, no entanto, indícios de modificação desse quadro. A barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, que acumula um volume de água maior do que a Baía de Guanabara, só recentemente passou a ser utilizada em abastecimento, assim mesmo em volume muito aquém de suas potencialidades. Outros exemplos podem ser citados como a barragem do Castanhão, no Ceará, a de Jucazinho, em Pernambuco, Coremas/Mãe D'água e Boqueirão, na Paraíba, que incluíram, nos seus objetivos de uso, o fator abastecimento.

Com relação às águas tratadas em dessalinizadores, é preciso que sejam observadas algumas questões. 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, em que uma água extremamente salinizada, ao ser tratada, passa a conter apenas traços de sais na sua composição. Torna-se, praticamente, uma água destilada. Este 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. Isto 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 através 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 começará a entrar em um processo de desmineralização, tendo em vista as fontes de reposição desse elemento não apresentarem mais os teores que vinham suprindo a 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 pelos governos), 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, 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, através 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 das águas. Este 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 para 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; de piscicultura, principalmente com Tilápias, que são espécies extremamente resistentes a ambientes salinos e de cultivo irrigado, com plantas halófilas, a exemplo da *Atriplex*, que necessitam de águas com teores salinos elevados para se desenvolverem.

- El Niño e La Niña: instabilidade dos fenômenos cria dificuldades nas previsões meteorológicas.

Ultimamente, os pesquisadores do Instituto de Tropicologia da Fundação Joaquim Nabuco têm-se preocupado com as conseqüências advindas dos fenômenos El Niño e La Niña sobre o clima do território nacional, em especial da região nordeste.

Inicialmente, com o intuito de avaliar a influência desses fenômenos sobre o comportamento do período seco que se instalou sobre a região nordeste no ano de 1998, os pesquisadores vêm acompanhando, sistematicamente, as informações geradas no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC, bem como no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, com o propósito de entender melhor de que forma esses fenômenos se irradiam no oceano; acompanhar de perto as previsões de suas ocorrências e seus impactos na agricultura e, o mais importante, averiguar a estreita relação existente entre as ações desses fenômenos com a ocorrência de precipitações no sertão nordestino.

El Niño e La Niña são fases distintas - quente e fria - de um movimento oscilatório resultante da interação entre o oceano e a atmosfera. É mais uma força da natureza com leis e dinâmicas próprias, cujos fundamentos os cientistas desconhecem, razão pela qual é impossível, ainda, se prever o início de um e o fim do outro, e vice-versa.

O fenômeno La Niña ocorre, na maioria das vezes, ao final da ocorrência de um El Niño, funcionando através de uma espécie de inércia de acomodação não regular, que foge aos padrões normais, através do esfriamento das águas a leste do Pacífico, nas costas do Peru, formando um bolsão, com as águas do oceano atingindo uma temperatura entre 3 a 3,5° C abaixo da sua média normal. Ventos alísios fortes "empilham" águas quentes no extremo oposto, a oeste, na Ásia, alterando sobremaneira a circulação dos ventos e da atmosfera em todo o planeta. Mesmo sendo considerado um

fenômeno de intensa energia, os cientistas acreditam que seus efeitos, em regra geral, são menos danosos ao ambiente do que os do El Niño.

Uma fonte de propagação para a irradiação do fenômeno La Niña são as correntes de ar, também chamadas de *jet-stream*. Elas sopram a 400 quilômetros por hora no sentido horizontal da Terra, a 50 quilômetros de altura. No Brasil, cortam o país na região sudeste, entre os estados de São Paulo e o Paraná. Quando ocorre El Niño, as diferenças de temperatura entre o Pólo Sul e o Equador se acentuam. Essa diferenças térmicas provocam deslocamentos de ar enriquecendo as *jet-stream*. Elas, por sua vez, se transformam então numa espécie de barreira de ar capaz de anular o avanço das frentes frias, que ficam estacionadas no sul do país, ocorrendo chuvas torrenciais. Com o fenômeno La Niña, dá-se o inverso. O resfriamento das águas do Pacífico diminui as diferenças de temperaturas entre o Equador e o Pólo, enfraquecendo as *jet-stream*, fazendo com que as frentes frias passem rapidamente pelo sul do país, tornando as distribuições regionais das chuvas bastante irregulares. Nesse caso, poderão ocorrer longos períodos de estiagem no Sul e chuvas abundantes no Norte e Nordeste.

Nem sempre um El Niño é seguido de uma La Niña e, nem sempre, essa seqüência é seguida por uma regularidade precisa. Existem casos em que a fase fria segue imediatamente a quente. Em outros casos, essa fase pode levar até mais de um ano para se instalar. Nos últimos 20 anos, o Pacífico permaneceu 35% do tempo com o El Niño instalado, 23% do período com La Niña e nos 42% restantes, a sua temperatura permaneceu dentro da média. A variabilidade de aspectos existentes entre diferentes ocorrências dos fenômenos El Niño e La Niña é a tônica principal sobre a qual se envolvem os pesquisadores e especialistas do mundo inteiro. A única certeza, por enquanto, é que cada El Niño tem a sua própria característica e que jamais se confunde com a de uma ocorrência anterior. Isso é mais um complicador para os que tentam estabelecer linhas de periodicidade entre eles.

O INMET analisou os últimos seis eventos da La Niña (78/79, 81/82, 85/86, 87/88, 90/91 e 95/96) e comparou o desempenho agrícola gaúcho. Nesses casos, as safras de soja e milho sofreram queda de 28 a 40% e de 25 a 35%, respectivamente. A produtividade média do milho no Rio Grande do Sul, nesses anos, diminuiu em cerca de 36% por ha; a da soja caiu em 50%. Em 95/96, por exemplo, houve perda de 3 milhões de toneladas de grãos. As precipitações no período dezembro/fevereiro ficaram muito abaixo do necessário para o desenvolvimento normal dessas lavouras.

As previsões de ocorrência de chuvas no sertão nordestino em situações de La Niña passam, necessariamente, pela ação dos ventos alísios através da concentração e formação de nuvens no litoral do Nordeste. O encontro dessas nuvens com o ar frio que avança pelo Atlântico caracteriza o que os cientistas chamam de dipolo favorável com possibilidades de precipitações normais no Semi-árido entre fevereiro e maio. Esse aspecto, no entanto, não garante em 100% a volta das precipitações normais na caatinga. O fator decisivo que influencia o clima do Nordeste é a estrutura térmica do Oceano Atlântico. E ela tem ciclos periódicos de registro. Alguns, com intervalos longos, de 10 a 15 anos, que podem modificar as tendências mais gerais da atmosfera no tocante às precipitações. O conhecimento da ciência sobre o Atlântico ainda é inferior ao do Pacífico que, desde o El Niño de 82/83, conta com 69 bóias-sonda instaladas em sua faixa equatorial, para monitorar a estrutura térmica do mar até 700 metros de profundidade. Agora, graças ao Projeto Pirata (uma cooperação técnica Brasil/França/Estados Unidos), o Atlântico Sul passa a dispor também desse recurso. Dezesesseis bóias com sensores eletrônicos estão sendo distribuídas nas suas águas. Com elas, um velho enigma poderá ser elucidado no futuro: o elo de ligação entre o sertão e o mar.

TECNOLOGIAS DE USO

- Transferência de tecnologia na agricultura: um decalque mal feito.

Existe um fundamento básico na natureza que deveria ser levado em consideração por técnicos e cientistas do mundo inteiro, quando da implementação de trabalhos e/ou pesquisas na região tropical. Esse fundamento baseia-se no princípio de que regiões de latitudes próximas possuem climas, solos, vegetação e, conseqüentemente, ambientes muito próximos ou semelhantes entre si.

Essa premissa é fundamental para as trocas de informações tecnológicas, pois ao se comparar o norte da Austrália, a Oceania, a Polinésia, a África Central, a Índia, a América Central, o noroeste da América do Sul e o sul do México - regiões inseridas na zona tropical do planeta (compreendida entre o Trópico de Câncer, com 23° de latitude norte e o Trópico de Capricórnio, com 23° de latitude sul) - com as regiões tropicais brasileiras, chega-se à conclusão de que existem semelhanças enormes entre elas e a principal condicionante dessas semelhanças é a latitude. Esse aspecto é importante de ser mencionado, principalmente quando o assunto é agricultura e, a partir dele, é que as definições e decisões das chamadas transferências tecnológicas deveriam ser tomadas.

Vários exemplos de transferências tecnológicas no setor agrícola que obtiveram êxito no nosso país podem ser aqui comentados, principalmente na região nordeste, a exemplo, entre outros, da introdução dos gados Guzerá e Sindi oriundos dos desertos da Índia; de sementes de capim Buffel melhoradas geneticamente na Austrália e introduzidas com êxito na região semi-árida; dos eucaliptos trazidos também da Austrália e difundidos por todo o país; da palma forrageira e de sistemas de irrigação localizada, provenientes de regiões áridas do México, que foram tão bem difundidos entre os pequenos produtores rurais nordestinos e dos coqueiros originários da Polinésia, que fazem parte das nossas paisagens litorâneas. A recíproca também é verdadeira se levarmos em consideração os exemplos da seringueira que foi exportada da região amazônica para a Malásia, constituindo-se em um dos principais agentes econômicos daquele país; das forrageiras coletadas no Carirí paraibano, levadas para a Austrália para serem melhoradas geneticamente e posteriormente introduzidas em várias regiões tropicais do mundo (inclusive reintroduzidas no próprio Carirí paraibano) e das tecnologias desenvolvidas pelo CPATSA/EMBRAPA, em Petrolina (PE), que vêm sendo utilizadas em várias zonas tropicais do mundo. Exemplos como esses são um fato inconteste e deveriam ser o princípio fundamental das ações para o desenvolvimento do setor agrícola em qualquer região tropical do globo.

No entanto, esses princípios às vezes não são levados em consideração aqui no país, pelos menos de forma sistemática. Alguns exemplos podem ser citados nas próprias Universidades de Ensino Agrícola, com a maioria da literatura constituída de versões americanas, nas quais as práticas agrícolas ali existentes são muito pertinentes para situações bem específicas de clima temperado, mas pouco sugestivas ou pouco indicadas para a realidade dos

trópicos. Imaginem a prática de uma aração profunda, seguida de gradagem pesada nos solos rasos do Semi-árido nordestino? Os prejuízos certamente são difíceis de serem avaliados. Em frações de segundos, o solo tênue, com pouca matéria orgânica, que a natureza levou anos para formar, tem a sua estrutura física destruída pelo implemento agrícola e sua parte fértil deslocada para camadas mais profundas, não raro longe do alcance das raízes das culturas. É uma situação que merece uma pausa para meditação.

Na irrigação, entre outras práticas, costuma-se utilizar os coeficientes de cultura "Kc" (coeficiente utilizado no cálculo da irrigação) com dados obtidos de vegetais que crescem nas condições de clima temperado (principalmente de gramíneas nativas), ou seja, com fisiologia completamente diferente daquela apresentada pelos vegetais nativos do Brasil, originando, como de regra, erros grosseiros nos cálculos da irrigação, sendo necessária a utilização de fatores de correção para minimizar esse problema. Outra questão sobre irrigação é a drenagem necessária para a eliminação de sais acumulados na região das raízes das culturas. Essa prática, apesar de muito bem explicitada e detalhada pelas Universidades, não é devidamente orientada para ser utilizada nas condições dos trópicos (notadamente no Semi-árido) onde, na maioria das vezes, os solos se apresentam rasos e pedregosos e a água com teores de sais muito além do recomendado para o uso na irrigação. Sobre esse assunto, foram desenvolvidos esforços na região nordeste, no sentido de aplicar tecnologias apropriadas provenientes de Israel - país com larga experiência na prática irrigacionista - para assegurar o sucesso na implantação dos chamados perímetros irrigados, sob a responsabilidade do Governo Federal. No entanto, esse investimento técnico, com a participação de especialistas em irrigação, parece não ter obtido o êxito esperado. Estima-se que 1/3 da área de tais perímetros veio a apresentar problemas de salinidade nos solos. A principal causa dos insucessos verificados foi devida, provavelmente, à enorme diferença de latitude existente em ambas as regiões, a qual não foi considerada pela assessoria técnica convidada. Por tratar-se de uma região com elevada latitude (Jerusalém tem uma latitude de 31° 47' norte), as diferenças climáticas e geológicas tornam distintos, de forma significativa, os ambientes das citadas regiões. A evapotranspiração em Israel é inferior à existente na nossa região, pelo fato de os raios solares, em latitudes elevadas, incidirem no solo de forma oblíqua. Este fenômeno também interfere diretamente na diminuição da temperatura média anual israelense, sendo um dos principais fatores para a ocorrência de neve nos invernos. Já na região Nordeste, por apresentar uma latitude menor (Recife tem uma latitude de 08° 06" sul), a evapotranspiração é mais acentuada, devido à incidência perpendicular dos raios solares no solo (algumas regiões do Nordeste semi-árido chegam a evapotranspirar cerca de 7 mm/dia). Ao contrário do que ocorre em Israel, no Nordeste as temperaturas médias anuais são significativamente mais elevadas, não havendo, por consequência, a ocorrência de neve nos invernos. Em termos geológicos, as regiões apresentam tipos estruturais bem distintos. Em Israel inexistente o embasamento cristalino - ao contrário do que ocorre no Nordeste semi-árido brasileiro - o que torna a drenagem dos seus solos mais fácil de ser realizada e o problema de salinidade mais tranquilo de ser contornado. Dessa forma, constitui-se um erro crasso tentar-se fazer

comparações entre a irrigação bem sucedida que é praticada nos solos arenosos de Israel, e isso é um fato inconteste, com aquela irrigação problemática realizada no embasamento cristalino nordestino, com as condicionantes climáticas envolvidas.

No tocante à produção de grãos, não se leva em consideração a instabilidade climática (ocorrência de seca) que é uma constante no Nordeste e que não ocorre nas regiões produtoras de grãos de clima temperado, pelo menos com a frequência com que ocorre em nosso meio. A questão é colocada como se não houvesse seca, e como se a região possuísse as quatro estações do ano bem definidas.

Na pecuária, a ênfase é dada para o gado *Bos tauros* - principalmente de raça holandesa - sabidamente inadequado para criação nos limites do Semi-árido, onde as altas temperaturas prejudicam o seu desempenho de bom produtor de leite, ficando relegadas a um plano secundário as pequenas criações - de caprinos e ovinos - bastante adaptadas à região. Esses são apenas alguns exemplos ilustrativos para mostrar o quanto é problemática a questão de se decalcar tecnologias alienígenas pelos estabelecimentos de ensino superior em nosso país. Não há a menor dúvida de que a difusão dessas tecnologias está sendo feita de forma inadequada.

Precisamos abandonar o preconceito de deixar de investir no desenvolvimento de nossas próprias tecnologias. As universidades brasileiras, especialmente as nordestinas têm meios suficientes para transferir, aos seus alunos, as tecnologias aqui geradas e que já são de domínio público. Essa é uma bela alternativa para se resolver nossos próprios problemas.

E essas questões não param por aí. É preciso que se reflita mais sobre o critério adotado, pelos órgãos públicos de fomento à pesquisa científica, na capacitação dos futuros cientistas da área agrícola, no exterior. Acerca dessa questão, já houve mudanças significativas. Anteriormente, era permitida a saída das pessoas para se capacitar em qualquer parte do planeta, bastando, para tal, um comprovante de aceitação do técnico por parte da universidade detentora do curso no exterior, para que o mesmo fosse contemplado com uma bolsa de pesquisa fornecida pelo órgão nacional de fomento. Atualmente, essa questão se modificou. Só é permitida a saída de técnicos para realizar mestrado no exterior, mediante a comprovação da não existência, no país, do curso pretendido pelo candidato. Existindo um curso similar no país, sua solicitação de bolsa de estudo no exterior é negada. Concordamos com esse critério, mas achamos que, no caso da inexistência de outros cursos similares, deveria haver um critério que permitisse enviar os técnicos, apenas e tão somente, para países que apresentassem semelhanças climáticas com as do nosso país, como por exemplo o norte da Austrália, o sul do México e a Índia, nos quais esses técnicos, além de receberem informações preciosas, trocariam suas experiências de forma harmônica e tudo dentro de uma mesma realidade de conhecimentos. A esse respeito, é pertinente que se analise, com mais profundidade, o benefício da realização de cursos de pós-graduação em países com latitudes elevadas (acima de 23 graus) os quais possuem uma variação climática significativa com relação a do Brasil. Temos vários exemplos de técnicos que fizeram seus cursos nos Estados Unidos, portanto em clima temperado; que trabalharam com o que existe de mais moderno em termos de tecnologia de ponta no mundo e que, ao retornarem ao Brasil, tiveram a maior

decepção, pois não conseguiram, em momento algum, pôr em prática os ensinamentos adquiridos no exterior. Trabalharam com equipamentos movidos a energia atômica para determinação da umidade do solo, desenvolveram sensores ligados a computadores para operar sistemas de irrigação, desenvolveram máquinas robotizadas para colheitas agrícolas etc., tudo isso para, em seu retorno, trabalharem na agricultura da região semi-árida do Nordeste brasileiro, onde o povo é pobre e a cultura das pessoas é diferente; os solos são extremamente heterogêneos e difíceis de trabalhar; há uma instabilidade climática de grande monta; a vegetação é diferente; a água é escassa, de má qualidade e a que existe é transportada para as casas das famílias no lombo de animais. Segundo depoimento da maioria desses técnicos, o que ganharam com o curso no exterior foi apenas o domínio da língua estrangeira e nada mais.

Diante desses fatos, achamos que é fundamental um maior investimento nas nossas próprias universidades. É preciso que se ponha inteligência e mais atenção na capacidade de desenvolvermos nossas próprias tecnologias. Achamos que não é nenhum demérito se fazer cursos de pós-graduação em instituições como a Universidade Federal de Viçosa e Lavras, em Minas Gerais; a Rural de Pernambuco - UFRPE; a Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM; a Faculdade de Agricultura do Médio São Francisco - FAMESF, em Juazeiro da Bahia; a Escola de Agronomia de Cruz das Almas, na Bahia; a Universidade Federal da Paraíba, Campus de Patos e Campina Grande, a Federal do Ceará em Fortaleza, entre outras, instituições essas que já deram uma parcela significativa de contribuição, com tecnologias desenvolvidas regionalmente, para o desenvolvimento do Trópico brasileiro. Apenas com soluções desse tipo é que passamos a vislumbrar uma saída para o verdadeiro desenvolvimento de nossa região.

- Água no Semi-árido nordestino: contradição nas ações de uso

Temo-nos preocupado bastante, nos últimos anos, com a questão da água no Nordeste, notadamente da água da região semi-árida, preocupação essa que foi motivada não só por sua escassez mas, principalmente, por sua qualidade química traduzida em termos de salinidade.

Sabidamente um bem natural escasso, a água se tornou um produto por demais cobiçado pela população que habita os limites do Semi-árido, não sendo exagero de nossa parte falar em "saques hídricos", quando o seu acesso se tornar mais problemático na ocorrência das secas. Nas secas atuais, os saques praticados pelos sertanejos têm ocorrido para obtenção de alimentos sólidos e são motivados pela fome. Futuramente, além da fome, teremos saques para obter água motivados pela sede. Essa é uma questão que certamente iremos vivenciar.

Nesse quadro extremamente preocupante, uma questão é passível de reflexão: a contradição que existe no uso das águas da região nordeste, em especial da semi-árida, por parte de instituições responsáveis pelos recursos hídricos, tanto no âmbito federal, quanto estadual.

Recentemente, sediamos na Fundação Joaquim Nabuco, no Recife, uma reunião promovida pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente

do Governo do Estado de Pernambuco, na qual foi apresentado, para discussão entre as instituições participantes, o Plano de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, preconizado no art. 15 da Lei 11.426 de 17/01/97, que estabeleceu a Política e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Nessa reunião, foi tornada pública uma sinopse contendo cenários, atual e futuros, dentro de hipóteses prospectivas de desenvolvimento, subdivididos em dois outros tipos de cenários, tendencial e desejável, que contemplam o uso e o controle dos recursos hídricos no estado de Pernambuco.

Ficou evidenciado, no desenrolar das discussões, que o estado de Pernambuco é por demais carente em recursos hídricos. Essa problemática, em termos da capacidade de acumulação de água em grandes e pequenos açudes, eqüivale a um total de apenas 3,4 bilhões de m³. Para se ter uma idéia do significado desse volume acumulado, um único açude no Ceará - o Orós - tem capacidade acumulatória de 2 bilhões de m³, ou seja, todo o estado de Pernambuco possui um potencial acumulado de, aproximadamente, um Orós e meio em seus açudes.

Nesse quadro de escassez, quando se tratou da disponibilidade hídrica, em cenários atual e futuros, tornou-se cada vez mais evidente a necessidade de se importar águas de outras fontes hídricas do Estado - incluídas aí, aquelas oriundas do Rio São Francisco - como a única possibilidade de garantia do precioso líquido para o desenvolvimento das regiões, principalmente daquelas próximas ou contíguas ao rio. Num quadro síntese das importações de água do São Francisco em um cenário atual, contido na referida sinopse, verificou-se que será subtraído desse rio um volume aproximado de 1,12 bilhão de m³ de água por ano, dos quais 28 milhões de m³ são previstos para o abastecimento urbano, 9 milhões de m³ para as indústrias, 1,076 bilhão de m³ para a irrigação e 9 milhões de m³ para a aquicultura.

Esse aspecto tem-nos preocupado sobremaneira, tendo em vista a problemática de redução da vazão do rio. O Rio São Francisco, hoje, possui uma vazão média em torno de 2.800 m³ de água por segundo, com o comprometimento de 2.100 m³ por segundo pela CHESF, para geração de energia elétrica, sobrando, por conseguinte, 700 m³ por segundo de água, previstos para serem utilizados nos processos de irrigação. Isso corresponde a uma capacidade de irrigar aproximadamente 1.000.000 de ha nas margens do São Francisco, que é o potencial irrigável do vale. Outros usos das águas do São Francisco, como os acima comentados, implicariam na diminuição desse volume, pondo em risco todo o processo de irrigação praticado no vale, como também o de geração de energia elétrica ali existente. Esta espécie de "conta bancária" do uso das águas já nos parece operar no vermelho.

O assunto do uso da água torna-se contraditório quando passamos a comentar um mega-projeto que está sendo concebido pela CODEVASF, noticiado na edição do Diário de Pernambuco do dia 27 de setembro de 98. Nele, comenta-se um aporte de recursos da ordem de R\$ 18 bilhões para serem gastos em 30 anos, objetivando o aproveitamento das águas da chuva, com a construção de 620 reservatórios e de 3,7 mil km de canais para a irrigação de áreas que nem mesmo o tão falado projeto de transposição das águas do São Francisco seria capaz de alcançar.

O importante nesse mega-projeto é que, para a sua realização, há a preocupação de um incremento de 830 m³ por segundo de água no Rio São Francisco. Esse volume viria dos excedentes das bacias hidrográficas do Rio Grande, na Bahia; São Marcos, em

Goiás; Tocantins, em Tocantins e Parnaíba, no Piauí. A esse respeito, existe um divisor d'água das bacias do Tocantins e São Francisco - uma falha tectônica - onde se situa a Lagoa de Jalapão que faz a interligação natural das bacias do Tocantins, com o Rio São Francisco e o Parnaíba. Nessa mesma falha está também situada a Lagoa Veredão com triplo desaguadouro: para o Tocantins (por consequência para o Amazonas), pelos rios Sono e Novo e para o São Francisco, através do rio Sapão e seu tributário, o rio Preto. Devido à estrutura geológica do Tocantins - com bacia de 800 mil quilômetros quadrados e um débito médio de 11 mil m³ por segundo - são lançados, em algumas épocas do ano, cerca de 260 m³ por segundo de água para o São Francisco através das citadas lagoas. Um simples aprofundamento das lagoas supra mencionadas seria suficiente para aumentar a descarga para o rio em cerca de 2600 m³ por segundo, o que não afetaria em absoluto o Sistema Tocantins.

Com esse dois exemplos, fica clara a contradição de ações existente entre as duas instituições: de um lado, o Governo do Estado de Pernambuco, que planeja o uso das águas importadas do São Francisco sem a preocupação com a sua vazão, nem com as consequências que poderão advir com esse procedimento e, de outro, a CODEVASF colocando com clareza a importância de se cuidar primeiro da vazão do rio, para depois dar seqüência às obras planejadas.

Finalmente, para nós fica muito claro, com os exemplos aqui comentados, que está faltando resposta a algumas indagações:

- Quais as consequências de se trocar água para geração de eletricidade por água para fins de irrigação, abastecimento, consumo industrial e aquicultura?

- Dos múltiplos usos que tem a água, qual o mais nobre?

- Que políticas devem ser utilizadas?

- A água deverá ter um custo?

Acerca dessas inquietações, está sendo elaborada uma tese de Doutorado no Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco, pelo Dr. Alexandre Stamford da Silva, que trata da questão do "trade off" água-energia no contexto do crescimento econômico. Nela, o doutorando, através de um modelo econômico de crescimento ótimo, pretende obter políticas e planejamentos para o gerenciamento de recursos energéticos e hídricos. Com esse trabalho espera-se que, de um lado, sejam dadas respostas às indagações feitas acima e, de outro, que as ações das instituições, doravante, sejam mais coerentes para o efetivo desenvolvimento de toda a região nordeste.

No entanto, já podemos afirmar que o uso alternativo da água não é pacífico, tendo limites objetivos. Por se tratar de um bem mensurável e limitado, devem ser definidas prioridades para o seu uso, a fim de não comprometer projetos já em andamento.

Deve-se lembrar que a hidreletricidade e a irrigação de terras adjacentes ao São Francisco foram opções tomadas que resultaram em pesados investimentos. Seu uso sub-ótimo é um desperdício que numa sociedade carente como a nordestina, não pode ser permitido. O planejamento e a racionalização do uso da água parece ter prioridade no Semi-árido.

- A pequena e média açudagem no Semi-árido nordestino: uso da água para produção de alimentos.

As características climáticas e edáficas da região semi-árida nordestina - com irregularidades pluviométricas tanto em quantidade como em distribuição

ao longo do ano; evapotranspiração média de aproximadamente 2000 mm anuais e déficit hídrico acentuado - aliadas à presença de um escudo cristalino em aproximadamente 70% de sua área favoreceram uma corrida para a construção de açudes no Nordeste (atualmente estima-se em 70.000 o número de açudes no Semi-árido), visando ao armazenamento da água e posterior uso na época de escassez.

O escudo cristalino, caracterizado por solos rasos (a rocha mãe está praticamente à superfície, chegando ao afloramento) e escoamentos superficiais maiores do que a porção de água que se infiltra (ao inverso do que acontece no sedimentário), propicia condições favoráveis à construção de açudes. Nesse meio, em período de seca, as únicas possibilidades naturais de acesso à água ocorrem através das fissuras ou fraturas existentes nas rochas cristalinas, onde as águas são poucas e invariavelmente salinas, e nos aluviões sobre o embasamento cristalino, com restrições também na quantidade e qualidade. Artificialmente, o acesso à água se dá mediante acumulações superficiais em açudes, com restrições de quantidade e, em casos bem específicos, também de qualidade.

Com relação ao uso das águas dos açudes para produção de alimentos, podemos exemplificar três alternativas: através da irrigação, da agricultura de vazante e da piscicultura.

Nesse particular, quando o assunto é produção de alimentos, temos que fazer algumas ponderações e distinções no tocante aos açudes, principalmente no que diz respeito à escala que está sendo referida.

No Nordeste brasileiro existem pequenos, médios e grandes açudes. Os grandes açudes, construídos pelo poder público, são aqueles em que se desenvolvem as principais atividades de irrigação, piscicultura e abastecimento das populações na região, e que evidenciaram a atuação de instituições como o DNOCS na sua construção e no manejo de suas águas, nos chamados perímetros irrigados. Esses corpos de água, por terem grandes volumes acumulados, não correm o risco de exaustão, permitindo, face à extensão da área de acumulação em suas bacias, a contenção de um volume de água apreciável, capaz de alcançar o período subsequente das chuvas, mesmo com o seu uso continuado. Entretanto, os terrenos à jusante desses açudes vêm apresentando problemas de drenagem, que têm ocasionado, com certa freqüência, prejuízos na produtividade das culturas, principalmente com a salinização (estima-se que 1/3 dos açudes construídos pelo DNOCS estejam com problemas de sais em seus perímetros irrigados). Por isso, eles necessitam de uma maior atenção por parte do poder público para a solução desse problema, a fim de continuarem a dar sua parcela de contribuição na produção de alimentos e fixação do homem no campo, assuntos muito importantes em locais onde há limitações hídricas.

Os pequenos e médios açudes, com volumes compreendidos entre 10.000 e 200.000 m³, representam 80% dos corpos de água nos estados do Nordeste e são o principal objeto de nossa preocupação neste artigo. Para se ter uma idéia desse percentual, só no estado de Pernambuco, possuidor de 13 bacias hidrográficas, estima-se algo em torno de 1000 desses corpos de água por cada uma dessas bacias, o que equivale a uma média de 13 a 15 mil açudes, nessa escala, em todo o estado. Esses açudes, por apresentarem formas geométricas variadas devido à falta de planejamento inicial no momento da sua construção - em que o principal fator levado em consideração sempre foi a ânsia ou mesmo a vontade de se fechar um boqueirão - trazem inevitáveis problemas de dimensionamento, não sendo raro açudes que nunca vieram a sangrar. Esse aspecto, ao contrário do que muitos imaginam, traz problemas muito sérios de salinização, pois as águas ficam sujeitas à concentração salina

devido ao fenômeno da evaporação intensa. Com esse fenômeno, a água se evapora, mas o sal permanece no açude e a sua concentração é progressiva. A evapotranspiração, que ocorre de forma contínua, raramente é levada em consideração, tornando-se comum, no meio rural, ouvirem-se dos proprietários colocações ufanísticas do tipo "o meu açude foi construído por meu avô e nunca sangrou" , como se represar unicamente, sem se perder uma única gota de água, sem se prever os sangramentos necessários, fosse uma grande virtude. Ao contrário, o não sangramento constitui-se em um grande mal para os açudes.

Outro fator importante e que deve ser considerado no uso das águas de um açude é a qualidade dos solos que fazem parte de sua bacia hidrográfica, dada a capacidade que têm alguns tipos de solos de transferir sais para o seu interior. Trabalhos realizados pela ORSTOM (entidade de pesquisa francesa) em cooperação técnica com o governo brasileiro demonstraram que, de acordo com o tipo de solo da bacia, o açude terá maior ou menor possibilidade de se salinizar. Bacias hidrográficas que apresentem manchas de solos do tipo Planossolo Solódico ou mesmo Solonetz Solodizado, por exemplo, têm maior capacidade de salinizar os açudes. Nesses tipos de estruturas, as águas oriundas do escoamento superficial se mineralizam com facilidade e inevitavelmente são carregadas para o interior dos açudes, salinizando-os. Caso essas águas venham a ser utilizadas na irrigação, a sua qualidade irá refletir aquela que foi represada.

A evapotranspiração elevada é fator importante a ser levado em consideração. Trabalhos nessa área estimam que os pequenos e médios açudes perdem cerca de 40% da água acumulada, através desse fenômeno. Um pequeno açude, por exemplo, com uma cota de 5 m chega a perder 2 m de lâmina de água com a evapotranspiração.

Existe uma linha de estudos que orienta os proprietários de pequenos e médios açudes a utilizarem suas águas para a produção de alimentos através da irrigação, mesmo com a certeza de se promover a exaustão desses mananciais. Esses estudos foram realizados pela ORSTOM, através dos pesquisadores Molle e Cadier em 1992, e resultaram na elaboração de um "Manual do Pequeno Açude". A idéia básica foi a de se dimensionar corretamente os açudes e utilizar a água na produção de alimentos, independentemente de causar ou não a sua exaustão. Nesse ponto, entendemos que a premissa é válida, mas têm que ser considerados outros pontos fundamentais, tais como a existência de outras fontes hídricas na propriedade que assegurem o abastecimento do produtor e de seus animais. Esse ponto é muito importante, pois a exaustão dos açudes poderá pôr em risco a vida do sitiante e dos seres vivos que o cercam. Outro ponto que devemos levar em conta é que o referido manual orienta o produtor no dimensionamento correto de um açude para usos diversos, inclusive irrigação, mas não o orienta no que fazer com os já construídos e que não obedeceram ao referido dimensionamento (neste aspecto está incluída a grande maioria dos açudes nordestinos). Finalmente, achamos que faltam informações sobre o custo/benefício do uso das águas de um açude bem dimensionado, sob a ótica da ORSTOM. O que vale mais a pena: usar a água de um açude bem dimensionado para produzir alimentos, mesmo sabendo que ele irá entrar em exaustão com alguns meses de antecedência da chegada do período chuvoso ou tentar administrar melhor o uso de suas águas para abastecimento próprio e dos animais e, com isso, tentar chegar o mais próximo possível do período chuvoso e conseqüente reabastecimento do açude? São pontos que merecem alguma reflexão.

No nosso modo de entender, o produtor já fez esse tipo de avaliação. Visitamos várias propriedades em diversos estados do Semi-árido nordestino que, de uma forma ou

de outra, já haviam tido alguma experiência com irrigação na produção de alimentos, utilizando a pequena açudagem. Parece-nos que os produtores que experimentam a irrigação uma vez não têm coragem de experimentar a segunda. A aflição do produtor em presenciar seu manancial se exaurir com certa rapidez tira-lhe o ânimo de tentar novas investidas. Foram várias as propriedades visitadas no Nordeste que haviam participado desse tipo de experiência e tinham as tubulações armazenadas em galpões, deteriorando-se com o tempo. A administração da vida, nessas horas, certamente parece ser mais forte do que a tentativa de qualquer experiência tecnológica. Nesse aspecto, achamos mais prudente a piscicultura e até mais simpática a cultura de vazante, na qual o produtor vai explorando a faixa úmida da margem do açude, à medida que a mesma vai se ampliando, deixando o uso das águas para fins mais nobres. Atualmente, esse é um assunto para ser mais discutido.

SALINIZAÇÃO

- A salinidade de águas do Nordeste semi-árido

Apesar de existirem vários estudos sobre solos e recursos hídricos no Nordeste, não há, todavia, uma estimativa confiável da área irrigável da região.

Segundo CARVALHO (1973), o potencial de áreas irrigáveis com recursos hídricos locais no Semi-árido nordestino, aí incluídas as terras do vale do São Francisco inseridas no Polígono das Secas, é de cerca de 15.000 km². ALVARGONZALEZ (1984) não considera que esse potencial supere 25.000 km².

Tomando-se por base esta última estimativa mais otimista, chega-se a conclusão de que menos de 2% da área total do Nordeste (aproximadamente 1.640.000 km²) são passíveis de irrigação.

Esses números não são difíceis de entender, porquanto 70% da superfície do Nordeste semi-árido se localizam sobre um embasamento chamado, na linguagem geológica, de escudo cristalino. Sua estrutura é caracterizada por solos na maioria das vezes rasos, pois a rocha que lhes dá origem está localizada próxima à superfície e é por isso, de difícil drenagem apresentando, entre outros aspectos, problemas de armazenamento de água.

Segundo SUASSUNA (1994), não existem, nessas áreas, depósitos naturais de água generalizados e de grandes extensões. As águas subterrâneas apresentam-se armazenadas de duas formas: 1) de modo limitado, em fendas ou fraturas do substrato rochoso (escudo cristalino), e 2) em depósitos mais extensos, localizados em aluviões do sistema hidrográfico. No primeiro caso, segundo DEMETRIO (1993), as águas exploradas são, na maioria das vezes, de qualidade inferior, normalmente servindo apenas ao consumo animal, às vezes ao consumo humano e raramente à irrigação. No segundo caso, apesar das enormes limitações existentes em termos de qualidade e quantidade, são muito usadas para irrigação.

MOLINIER et al. (1989), trabalhando em parcelas de solo Bruno não Cálcico na região de Sumé, nos Cariris Velhos da Paraíba, observaram que a água da chuva, após escoamento superficial, tem sua concentração salina aumentada em até quatro vezes. No mesmo solo, após infiltração e coleta a nível dos drenos, essa concentração pode aumentar mais de cinquenta vezes.

LEPRUN (1983), trabalhando com águas superficiais e subsuperficiais da região semi-árida cristalina, afirma que a sua qualidade (composição química e nível de concentração dos sais) se relaciona especificamente com o tipo de rocha e de solo com os quais elas têm contato. As águas dos lençóis são mais concentradas em sais que as de superfície e essas concentrações variam de acordo com as características dos principais tipos de solos.

O grande desafio a técnicos e pesquisadores na atualidade é encontrar alternativas tecnológicas viáveis para os 98% restantes da área. Será possível irrigar essa região, dadas as características apresentadas pelas fontes hídricas, aliadas à qualidade dos solos? Se é possível, qual a estratégia a ser adotada?

Foi neste sentido que, no início dos anos 80, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq firmou convênio com o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, com vistas à implementação do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste Semi-árido, o PDCT-NE.

Dentre as ações inerentes a esse Programa, foram adaptadas no campo tecnologias testadas experimentalmente e aptas à difusão, com o propósito de adequá-las ao dia-a-dia dos pequenos produtores rurais do Semi-árido nordestino, numa tentativa de elevar os seus níveis de renda e dar-lhes a possibilidade de conviver com as adversidades climáticas muito comuns na região.

No rol das tecnologias trabalhadas, a pequena irrigação foi tida como uma das mais importantes, em face das dificuldades para a produção de alimentos na região com culturas de sequeiro, através do regime natural das chuvas.

Com relação aos sistemas de irrigação instalados nas propriedades do PDCT, problemas com qualidade de água começaram a ser evidenciados em determinadas épocas do ano, notadamente naqueles meses de maior insolação, quando as folhas das culturas irrigadas, principalmente as das bananeiras, apresentavam-se com as margens do limbo necrosadas. Essa situação perdurava por todo o período seco, só ocorrendo a recomposição completa da folhagem do vegetal na chegada das chuvas.

Esse fato observado exigia melhor investigação, pois denotava que o vegetal estava com estresse hídrico, ou seja, com sede, mesmo quando irrigado dentro de parâmetros supostamente corretos.

A idéia básica era partir para a análise das águas dessas diversas fontes, através de metodologia a mais segura e homogênea possível e traçar um diagnóstico da situação para entender o porquê daquele fenômeno.

A tentativa de solucionar o problema foi posta em prática por intermédio de um projeto de cooperação técnica bilateral entre o Brasil e a França, tendo como participantes o CNPq e o

Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération-ORSTOM, com o apoio da Fundação Joaquim Nabuco-FUNDAJ, objetivando estudar melhor o problema da qualidade dessas águas na região e propor medidas práticas que possibilitassem seu uso com o mínimo de agressão possível ao meio ambiente.

Para tanto, durante dois anos consecutivos, foram efetuadas no campo, por intermédio de técnicos de quatro universidades da região (as Universidades

Federais do Ceará, da Paraíba, Rural de Pernambuco e a Escola Superior de Agricultura de Mossoró), a coleta das amostras de água e as determinações de pluviosidade com leituras da variação do nível das diversas fontes utilizadas pelo Programa em mais de 70 propriedades rurais localizadas nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, realizando-se mensalmente análises químicas e de condutividade elétrica das águas.

No projeto trabalhou-se com poços amazonas (fonte existente na maioria das propriedades), poços tubulares, rios perenes, rios perenizados, rios temporários, poços naturais existentes nos rios e riachos, e açudes de pequena, média e grande capacidades.

Através de metodologia própria, desenvolvida pelo representante da ORSTOM, chegou-se a um primeiro inventário de qualidade de águas (SUASSUNA & AUDRY, 1992) extremamente significativo e até preocupante, principalmente no tocante aos níveis de condutividade elétrica encontrados em 77% das propriedades, aliados a uma variação sazonal de grande amplitude. Esses níveis expressam a salinidade das águas que, aliada às características da maioria dos solos do Semi-árido, pode trazer conseqüências desastrosas na condução da maioria das culturas sob o regime de irrigação, notadamente a bananeira, a qual foi plantada em praticamente 90% das propriedades do PDCT. Os sais adicionados e acumulados com a irrigação na zona radicular aumentam de concentração à medida que as culturas consomem, por evapotranspiração, grande parte da água armazenada no solo. AYERS e WESTCOT (1991) recomendam que estes sais sejam lixiviados dessa região quando alcançam concentrações prejudiciais, pois começam a reduzir os rendimentos do vegetal, mas tal procedimento é de difícil aplicação no cristalino do Nordeste onde os solos, na maioria das vezes são rasos, aí residindo, de certo modo, todo o problema da salinização nesse tipo de região do Nordeste.

Normalmente, em solos rasos, quando se aplica uma quantidade maior de água no sistema de irrigação, há uma tendência de elevação gradativa do lençol freático ao nível das raízes das plantas, com um conseqüente incremento das concentrações salinas naquela região, uma vez que este lençol carrega, por capilaridade, os sais oriundos de níveis mais profundos do solo. Uma alternativa para a solução desse problema seria proceder a uma lavagem abundante do solo com a própria água de irrigação, que ultrapassasse a zona radicular e mantivesse os sais a níveis adequados ao desenvolvimento da planta. Paralelamente a esta prática, proceder-se-ia a uma drenagem eficiente para evitar a ascensão do nível freático e dos sais. Mas sabemos que drenar solos no embasamento cristalino é uma prática extremamente complexa, sendo esta a razão principal pela qual ela não é realizada na região.

A pequena irrigação no Nordeste reduz-se, praticamente, ao ligar e desligar de uma moto-bomba que leva a água às culturas, não havendo a preocupação de se determinarem os turnos de rega, a escolha ideal do sistema de irrigação a ser utilizado, o cálculo de vazão da fonte supridora de água, a qualidade da água e do solo, a tolerância das culturas à ação dos sais e a drenagem da área a ser irrigada, parâmetros estes ditos fundamentais à uma boa prática irrigacionista. Dessa forma, é difícil conceber que esteja exclusivamente na irrigação a salvação do Nordeste semi-árido brasileiro. Não há dúvida de que essa é uma prática importante. Mas tem-se que encontrar a

forma mais correta e eficiente de utilizá-la nas diversas situações que se apresentam para o bem-estar do homem e equilíbrio do meio-ambiente. Os prejuízos causados aos solos por uma prática irrigacionista mal conduzida podem ser enormes e de caráter irreversível, não sendo viável, em muitos casos, a sua recuperação, por tratar-se de uma prática demasiadamente cara.

Visando a uma abordagem racional do problema, a FUNDAJ, juntamente com a ORSTOM e o CNPq, deram continuidade à pesquisa de qualidade de águas de irrigação, com as seguintes finalidades: 1) apresentar reflexões sobre os processos naturais que determinam a diversidade observada, e daí propor orientações para a extrapolação desses resultados a nível regional, 2) relacionar opções para a escolha das fontes de água para a pequena irrigação e suas condições de aproveitamento e 3) avaliar as conseqüências do uso dessas águas no tocante à produção das culturas irrigadas e ao risco de degradação dos solos por salinização e/ou sodificação, no sentido de precisar regras de uso e manejo.

Essa pesquisa resultou na elaboração de um livro (SUASSUNA & AUDRY, 1995) contendo os resultados mais importantes no que diz respeito aos elevados índices de salinidade encontrados nas águas de fontes aluviais, notadamente aquelas oriundas de poços amazonas, as quais apresentaram, também, riscos significativos de sodificação dos solos; à existência de uma variação sazonal de grande amplitude nos índices de salinidade, principalmente nas fontes consideradas de menor inércia aos efeitos da precipitação e evaporação locais (a exemplo dos pequenos e médios açudes, poços naturais e os escavados nos rios) e à proposição de alternativas viáveis para o uso de águas com tais características na prática da irrigação. Com relação a este último aspecto, sem abrir mão da drenagem, ressaltou-se a necessidade de: a) conservar a irrigação contínua com a escolha de culturas resistentes aos sais, para aquelas águas que apresentam variação sazonal de grande amplitude e uma salinidade que não impede o seu uso; b) usar culturas anuais e utilizar um calendário de rega, para aproveitamento, na época em que sua qualidade apresentar-se aceitável, daquelas águas cujo uso é contra-indicado em determinado período, por apresentarem variação sazonal e salinidade elevadas e c) realizar uma irrigação de complementação, também chamada de irrigação de salvação, com as águas que apresentam má qualidade e vazão da fonte insuficiente, na qual os sais serão lavados pelas precipitações.

As informações contidas nesse documento trazem subsídios para projetistas, extensionistas e planejadores, auxiliando-os na implantação de futuros Programas de Desenvolvimento, onde a componente irrigação se faça presente. Não se tem a pretensão de resolver os problemas da pequena irrigação no Nordeste semi-árido. Pretende-se, sim, alertar os pequenos e médios irrigantes para os problemas advindos da prática indiscriminada da irrigação com águas das mais variadas fontes, sem haver a preocupação com os riscos que elas poderão causar aos diversos ecossistemas da região pois, se por um lado ela é semi-árida por questões climáticas, por outro lado é Semi-salobra por questões de qualidade de água.

Cabe também, no momento, alertar os nossos políticos para que, antes mesmo de propor a irrigação de quatrocentos mil hectares no Nordeste (proposta divulgada recentemente pelo Governo Federal), procurem enfatizar a utilização de técnicas

adequadas pelos produtores rurais, levando-se em conta, principalmente, o uso de uma água de boa qualidade, o que só poderá ser possível através da participação efetiva de todos os segmentos da sociedade na busca de soluções.

Concluindo, o Nordeste brasileiro tem limitações significativas em termos de área com potencial para irrigação, em face das peculiaridades geológicas e climáticas da região. Na literatura atual, fala-se algo em torno de 2% de sua superfície com aptidão para irrigação, o que corresponde a uma área um pouco maior do que o Estado de Sergipe. Esse percentual é muito restrito se considerarmos que o Nordeste, como um todo, tem aproximadamente 1.640.000 km².

Mapeamentos das áreas irrigáveis foram efetuados por diversos órgãos governamentais, estando em curso, atualmente, grandes projetos de irrigação, pública e privada, a exemplo do que vem ocorrendo no Vale de São Francisco e nos Perímetros Irrigados do DNOCS.

Esforços têm sido dispendidos por governantes no sentido de ampliar a fronteira agrícola da Região nordestina, com aproveitamento dos escassos recursos hídricos e edáficos existentes nos 98% restantes da região, utilizando-se, para tanto, os poços amazonas em áreas de aluvião, os escavados nos rios, e a pequena e média açudagem.

A prática indiscriminada desse tipo de irrigação, em tais regiões, tem trazido problemas ao meio ambiente, de soluções por vezes complexas, dentre os quais se ressalta, como o de maior importância, a salinização, aliada a uma expressiva variação sazonal de seus índices.

Esse problema é, sem sombra de dúvida, muito preocupante pois traz conseqüências desastrosas, tanto ao solo e, portanto, à produção das culturas, quanto à saúde pública de um modo geral.

Tentativas de irrigar, com águas de má qualidade, foram postas em prática por governantes nordestinos, através de Programas de Desenvolvimento Regionais, a exemplo do Chapéu de Couro, Canaã, Irriga Pernambuco e Água na Roça, entre outros, nos quais os resultados foram por vezes decepcionantes, em termos de produtividade das culturas irrigadas.

Grupos de pesquisadores têm sido formados em diversas instituições nordestinas, com o objetivo de analisar melhor a origem dos sais nas águas e no solo, bem como as conseqüências de seu uso nas principais culturas, em prática irrigacionista sem critérios. Nesse particular, águas de açudes públicos têm sido investigadas pelo Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco-LAMEPE, no sentido de precisar os teores de sais nelas existentes para, com isso, subsidiar seu uso tanto para irrigação quanto para abastecimento das populações. O Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal da Paraíba-LIS desenvolve suas pesquisas na área de química de água, com o propósito de ampliar o nível de conhecimentos na esfera das causas da salinidade e de seus efeitos nas culturas, estando nessa mesma linha de atuação, o Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, a Fundação Joaquim Nabuco e o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido-CPATSA/EMBRAPA. Já o grupo do Departamento de Energia Nuclear da UFPE desenvolve suas pesquisas visando entender melhor a dinâmica da água e dos solutos nos principais tipos de solos da região.

Fazendo-se uma avaliação dos trabalhos já realizados e as principais linhas de pesquisas sobre salinidade ora em desenvolvimento nas instituições acima referidas, chega-se a conclusão de que é necessário desenvolver esforços no sentido de:

- Incentivar todas as formas de pesquisas que visem a melhor entender a resistência das culturas quando submetidas a irrigação com águas salinas;
- Incentivar pesquisas sobre o papel do solo na aquisição dos caracteres químicos iniciais das águas de escoamento;
- Considerar o monitoramento periódico dos índices de salinidade como parâmetro obrigatório para projetos de irrigação;
- Não tomar nenhum tipo de decisão antes de se ter uma boa estimativa não apenas de quantidade, mas também de qualidade da água, incluindo a variação sazonal e a drenagem dos solos;
- Incentivar políticas alternativas de irrigação, para aproveitar as águas de má qualidade da região;
- Incentivar todas as formas de levantamento de informações disponíveis sobre as águas na região semi-árida do Nordeste, principalmente no Cristalino, de maneira a se chegar, a curto ou médio prazo, a um zoneamento quantitativo e qualitativo dos recursos de água realmente disponíveis na Região para a pequena irrigação;
- Criar um banco de dados sobre salinidade das águas dos vários tipos de fontes da região, tendo em vista as dificuldades de acesso às informações hoje disponíveis.

- O Processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no Nordeste brasileiro.

Existe uma preocupação das pessoas, principalmente no meio político, em tentar resolver os problemas do Nordeste brasileiro com soluções imediatistas que, necessariamente, passam pelo uso indiscriminado da irrigação. “Havendo água, o Nordeste estará salvo!”.

Esta assertiva ficou bem evidenciada na região, em programas de governos passados para produtores de baixa renda, como os projetos Irriga Pernambuco, Chapéu de Couro, Asa Branca e Água na Roça, em Pernambuco; na Paraíba, com o projeto Canaã e, por iniciativa do governo federal, os projetos do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste-PDCT-NE e Polo Nordeste, como alternativas viáveis para fixação do homem no campo. Os produtores, por sua vez, eram convencidos a adquirir equipamentos de irrigação, financiados a juros baixos ou mesmo a eles entregues de forma paternalista, sem haver, no entanto, a preocupação de se levar em conta as características ambientais como a qualidade do solo e clima locais, a quantidade e qualidade da água a ser utilizada, nem tampouco as condições de crédito, a existência de tecnologia, insumos e equipamentos, assistência técnica e uma política agrícola regional que tornasse a terra viável também para os pequenos produtores para, a partir daí, haver a indicação do sistema mais propício, ou mesmo a não utilização da irrigação nas áreas possuidoras de situações adversas. Em suma, cada governo cria o seu programa, na maioria das vezes sem levar em consideração as informações

técnicas disponíveis ou mesmo as experiências vividas em outros programas semelhantes, gerando, com isso, insatisfações no meio produtivo e inevitáveis prejuízos ao ambiente.

Essa mentalidade de nossos governantes, independentemente de partidos políticos, tem levado vários programas de desenvolvimento a enfrentar problemas de difícil solução, com a iminente degradação dos solos por salinização e/ou sodificação, problema este que vem assolando os perímetros irrigados da região e que alcança, atualmente, patamares da ordem de 25 a 30% de suas áreas, conforme têm demonstrado alguns trabalhos realizados pela SUDENE. (GOES, 1978).

Irigar não significa, apenas, levar água às culturas por meio de tubulações ou canais previamente calculados. Significa, também, ajustar as quantidades aplicadas às necessidades hídricas dos vegetais, levando-se em conta as características do solo e clima locais, bem como, a qualidade da água utilizada na irrigação.

Preocupado com este problema, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, contando com a colaboração da Fundação Joaquim Nabuco-FUNDAJ, do Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento-ORSTOM e das Universidades Federais do Ceará, da Paraíba, Rural de Pernambuco e Escola Superior de Agricultura de Mossoró (RN), concluiu a primeira fase de uma pesquisa (Processo CNPq/ORSTOM n° 21.0286/87-6), com o apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID, que objetivou a análise da qualidade das águas de irrigação utilizadas em pequenas propriedades pelo PDCT/NE, em termos de composição química e níveis de concentração de sais, além da determinação da sua variação sazonal em condições reais de campo.

Esta experiência confirmou a existência do risco de salinização dos solos quando também se utiliza a pequena irrigação, e destacou as limitações decorrentes desse processo para a produção das culturas, em particular a da bananeira, que foi largamente cultivada no PDCT por motivos alimentares e econômicos. Entre os fatores responsáveis pela salinização, a qualidade da água foi considerado o mais importante e dos menos remediáveis, fator este ainda complicado por uma variação sazonal de grande amplitude.

Um primeiro relatório desse trabalho foi elaborado e amplamente divulgado, contendo um catálogo completo das observações de campo e dos resultados das análises, apresentando detalhadamente a metodologia utilizada para todas as fases da pesquisa e incluindo uma apresentação gráfica da salinidade e sua evolução sazonal, para cada ponto de amostragem.

O presente documento trata da interpretação dos dados obtidos na primeira fase da pesquisa, a qual redundou na edição de um livro apoiado pelo CNPq (Processo n° 910225/93-1), enfocando a questão por meio de reflexões sobre os processos naturais que determinam a diversidade da salinidade observada; de orientações para a extrapolação desses resultados a nível regional; de precauções para a escolha das fontes de água para uso na pequena irrigação e as suas condições de aproveitamento e de avaliação das conseqüências do uso indiscriminado dessas águas, no que diz respeito à produção das culturas irrigadas e ao risco de degradação dos solos por

salinização e/ou sodificação, no sentido de precisar essas regras de uso e de manejo.

Como já foi visto anteriormente, não existem estimativas confiáveis sobre a área irrigável do Nordeste. Todavia supõe-se que ela seja de, aproximadamente, 2% da área da região.

Apesar desta constatação, as ações de governo, notadamente as de âmbito estadual, têm sido e continuarão sendo, voltadas para o desenvolvimento da pequena irrigação, nos 98% restantes da área, na maioria das vezes, localizados em terrenos de aluvião sobre o escudo cristalino, aproveitando-se a existência de fontes de água, como: poços amazonas, pequenos açudes, rios etc., para realizar os bombeamentos necessários.

Ações dessa natureza foram implementadas no Estado de Pernambuco, em projetos voltados a produtores de baixa renda, a exemplo do Chapéu de Couro, Asa Branca, e Água na Roça, bem como o projeto Canaã, na Paraíba, ou mesmo projetos como o Sertanejo, GAT/PDCT-NE e Polo Nordeste, na esfera federal, tendo em vista a preocupação, sempre constante, dos governantes, de buscar alternativas viáveis para a fixação do homem no campo.

Nosso objetivo com o presente trabalho é o de mostrar o quanto é complexo o conjunto de ecossistemas nordestinos, localizados nestes 98% de sua área, no tocante, especificamente, à qualidade e disponibilidade das águas e, como tal, devem ser tratados com o devido cuidado, para que não venhamos a ter insucessos nas práticas futuras da pequena irrigação na região.

Caracteres climáticos da região nordeste

Formação dos climas

ANDRADE & LINS (1991), em seu minucioso estudo sobre os climas do Nordeste, mostram, de maneira clara, a formação das variações climáticas da região, influenciada, basicamente, pela ação de massas de ar que para ali se deslocam, e pela configuração de seu relevo no chamado efeito orográfico indutor de chuvas. Segundo os autores, várias são as massas de ar que, de uma forma ou de outra, interferem na formação dos climas do Nordeste. São elas: a Equatorial Atlântica (Ea), a Equatorial Continental (Ec), a Polar (P) e as Tépidas Atlântica (Ta) e Calaariana (Tk). (fig. 1).

As massas de ar Ta e Tk têm origem no Atlântico Sul em redemoinho anti-ciclônico, em seus flancos oriental e setentrional, respectivamente. O flanco oriental alcança o deserto de Kalahari na África do Sul, originando o ar tépido calaariano, e o flanco setentrional passa sobre o oceano, originando o ar tépido atlântico. Essas duas massas de ar, em si, possuem características distintas em suas propriedades físicas e estruturais. A Ta tem propriedades marinhas (morna e úmida) e a Tk propriedades desérticas (morna e seca).

É exatamente este ar de origem desértica que gera as condições climáticas de aridez no Nordeste.

O ar tépido tem outras influências na formação dos climas do Nordeste, seja no estabelecimento da chamada Frente Polar Atlântica (FPA), através de seu encontro com a massa Polar originária da região peri-glacial antártica, seja na formação da Convergência Inter-Tropical (CIT), através de seu encontro com o ar Equatorial Atlântico, formado no Atlântico Norte.

A massa polar, depois de sofrer interferências do ar tépido atlântico, transforma-se na FPA que se bifurca ao longo de duas trajetórias: uma continental interior, que pode projetá-la até o Equador e outra marítima ou costeira, que alcança toda a costa oriental do Nordeste até a altura do Cabo de São Roque (RN). O encontro da FPA costeira com o ar tépido atlântico, morno e rico em umidade, gera neste um resfriamento, que acarreta aguaceiros tempestuosos na costa oriental do Nordeste no outono/inverno. Este efeito se acentua quando a FPA costeira se introduz, à maneira de cunha de ar frio, por baixo do ar tépido calaariano, que adquiriu certa umidade no percurso da África ao Brasil, refrescando-o e fazendo-o elevar-se, nele desencadeando, a instabilidade condicional.

Explica-se deste modo a existência da zona úmida na faixa costeira oriental nordestina.

A FPA, por sua vez, vai perdendo energia no seu percurso, não só no rumo sul/norte, como também na sua interiorização na região. Como exemplos podem ser citadas as precipitações do Recôncavo Baiano (BA) e Barreiros (PE) com 2000 mm anuais, chegando a Natal (RN) com 1450 mm, bem como Olinda (PE) com 1436 mm, atingindo 1175 mm em Nazaré da Mata (PE).

Outra massa de ar que exerce influência nos climas nordestinos é a Equatorial Atlântica (Ea), originária do Atlântico Norte, que após alimentada pelos alísios boreais e austrais, vai de encontro ao ar tépido originando uma zona denominada de Convergência Inter-Tropical (CIT).

O alastramento da CIT inclui a costa setentrional do Brasil, a partir do Amapá, até a costa oriental do Nordeste na altura do Cabo São Roque, no verão/outono, ocasionando as precipitações no litoral do Ceará e Rio Grande do Norte. Em anos de maior energia, a CIT pode adentrar a região além da costa alagoana.

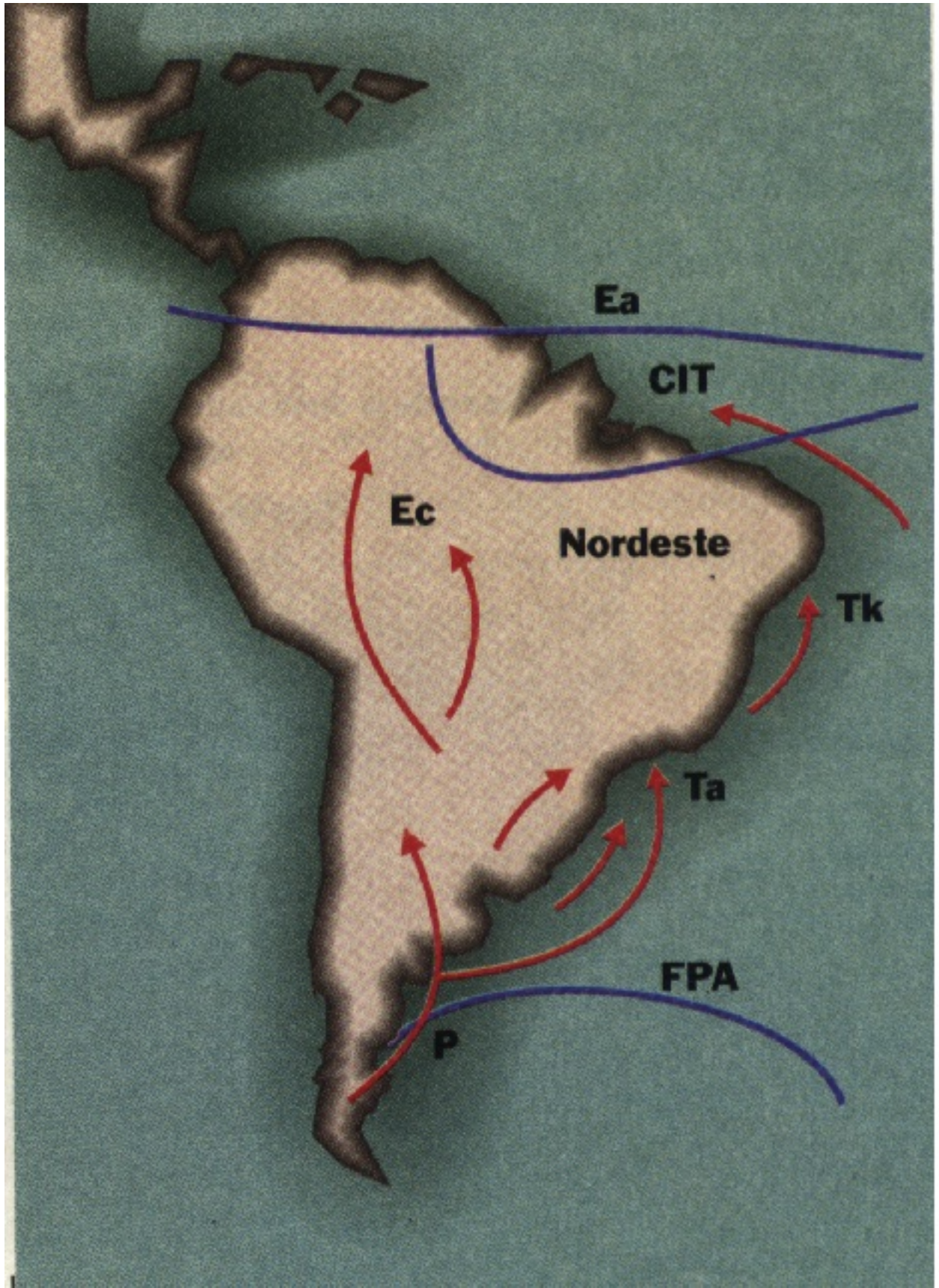


Fig. 1 - Circulação das massas de ar formadoras dos climas do Nordeste

Um fato interessante que merece ser abordado é a inexistência de zonas úmidas no litoral setentrional do Nordeste, em contraste com a Zona da Mata no seu litoral oriental, salvo a ocorrência de regiões sob a influência orográfica comentada mais adiante. A explicação é que, naquela região, 92% das precipitações da CIT são consumidas por evaporação, em face da forte insolação ali existente. Nela, a terra recebe quase 3000 horas de luz solar por ano e é castigada por ventos de 2 a 20 km/h, sendo a superfície do solo aquecida até 60° C no verão e sujeita a um deflúvio médio de 73000 m³ de água por km² de captação (DUQUE, 1980 a). Não é por outra razão que ali a caatinga avança até o mar e que existem, na costa setentrional nordestina, parques salineiros responsáveis por 60% da produção brasileira de sal de cozinha.

A última massa de ar que exerce influência na formação dos climas do Nordeste é a Equatorial Continental (Ec), que tem origem na região amazônica. Ela tem características marinhas (quente e úmida) em face dos suprimentos de vapor d'água emanados da floresta amazônica por evapotranspiração. No verão, ela entra em expansão e afeta o flanco ocidental do Nordeste. É por esta razão que não existe Semi-árido no estado do Maranhão.

Em anos de grande energia, a Ec pode submeter todo o País a chuvas de verão, com exceção da costa oriental do Nordeste, onde se mantém a Tk e Ta, e das áreas do paralelo 27 sul (Santa Catarina/Rio Grande do Sul).

O outro fator importante na formação do clima é a influência do relevo (fig. 2). Normalmente, quando uma massa de ar tépido vai de encontro a uma encosta, ela é resfriada pelo fluxo de ar dominante daquela região, à medida que vai se elevando na encosta. Normalmente, a barlavento este ar torna-se fresco e posteriormente frio, havendo, no ápice da encosta, uma condição de instabilidade com a ocorrência de chuvas. A este fenômeno dá-se o nome de efeito orográfico ou ocorrência de chuvas de relevo. Havendo esta descarga, o ar normalmente torna-se seco e quente a sotavento.

Casos típicos desse fenômeno podem ser observados em Areia (PB), cidade que está localizada sobre o Planalto da Borborema, com clima úmido (efeito orográfico), apresentando a cidade de Alagoa Grande, em sua base oriental a barlavento, clima de caatinga e as cidades de Esperança e Remigio, na parte ocidental a sotavento, clima agreste (DUQUE, 1980 b). Dessa mesma forma, a Serra da Ibiapaba no Ceará exerce influência na cidade de Tianguá, de clima úmido, com áreas a sotavento apresentando um grau de aridez suficiente para a ocorrência de vegetação tipo carrasco, assim denominada pelo autor acima mencionado.

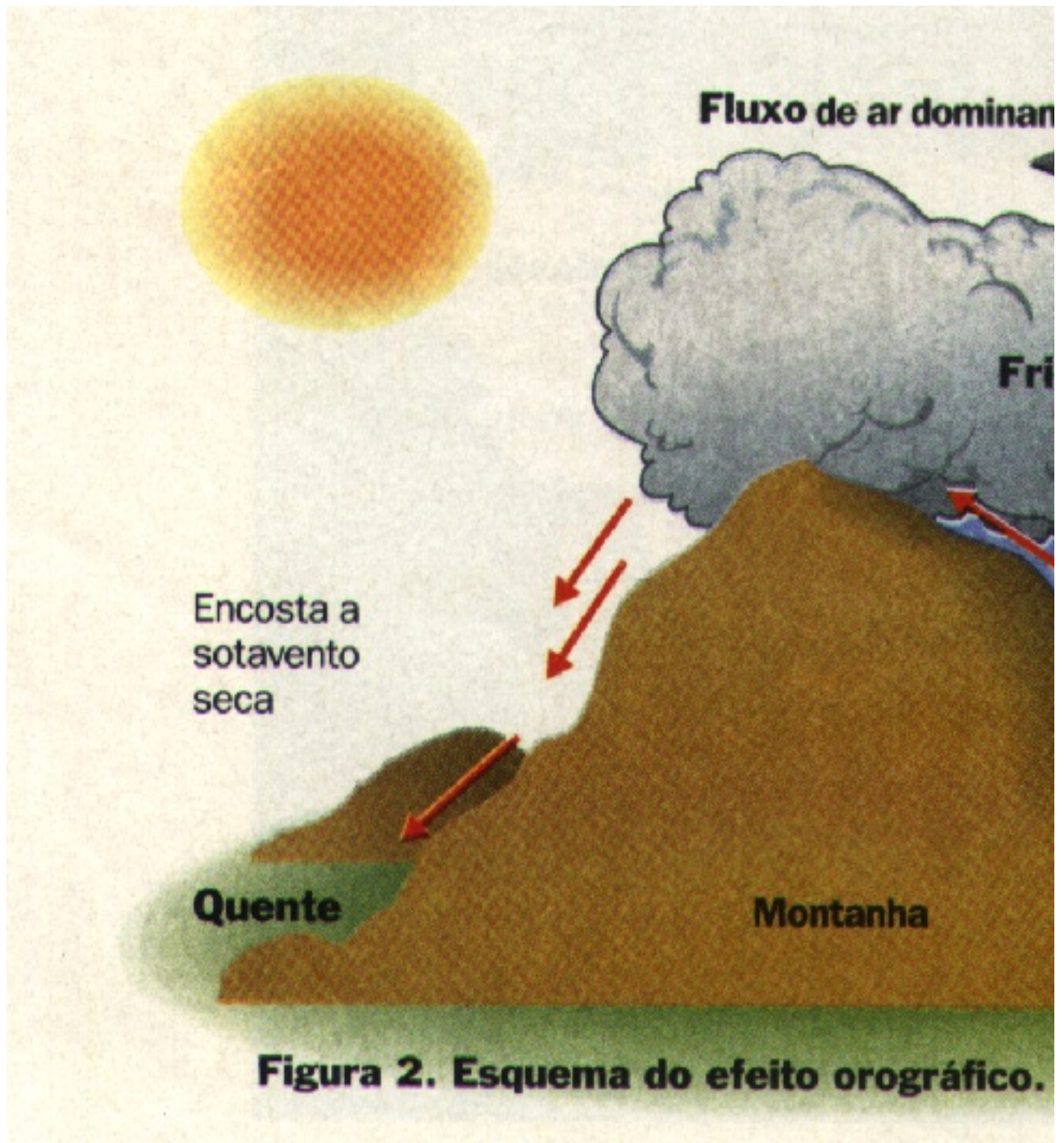
Muitos outros exemplos são citados por ANDRADE & LINS (1971) com características semelhantes, como as regiões de Garanhuns e Triunfo (PE) e os brejos de Mata Grande e Água Branca (AL), estes influenciados pela Serra Negra com mais de 1000 m de altitude, a Serra das Varas na região de Arcoverde (PE), com 1500 mm de chuva no ápice, ocasionando precipitações a sotavento de 540 mm naquela cidade e, finalmente, a cidade de Cabaceiras (PB), localizada na região mais seca do País, com precipitações de 278 mm, escondida a sotavento do alinhamento Cornoio-Caturité-Bodopitá, a 160 km do litoral.

Apesar da influência das massas de ar penetrando em seus quatro flancos, o Nordeste apresenta mais da metade de sua superfície com clima semi-árido, porquanto a circulação dessas massas se processa de um ano para

o outro com maior ou menor eficácia, ou com maior ou menor energia (ANDRADE & LINS, op. cit.).

Este fenômeno também interfere na irregularidade das precipitações (DUQUE, 1980 b). O quadro 1 mostra índices pluviométricos, em anos considerados secos, da região de Souza (PB), onde 45% da média das chuvas caídas em cada ano ocorrem em um único mês e 42% desse total em uma única chuva.

Além do fenômeno da irregularidade com que as chuvas ocorrem, o volume d'água caído anualmente na região é subaproveitado. Do total da precipitação pluviométrica anual caída, estimada em 700 bilhões de m³, 642,6 bilhões de m³ são consumidos pelo fenômeno da evapotranspiração e cerca de 36 bilhões de m³ são desperdiçados, em virtude do escoamento superficial das águas para os rios e destes para o mar (OLIVEIRA e BATISTA DA SILVA, 1983).



Finalmente, é oportuno comentar, o que caracteriza a seca não é o total de chuvas caídas e sim a irregularidade de sua distribuição. DUQUE (1980 b), exemplifica com dados de São Gonçalo (PB) em 1950, onde foram registrados 589 mm de chuvas e houve boas safras, enquanto em 1953, com 563 mm, o ano foi ruim para as lavouras.

Demanda Evaporativa

Como foi visto anteriormente, a região revela uma incrível energia disponível, com elevadas horas de sol por ano, incidência de ventos fortes e quentes, fenômenos estes que trazem

como consequência elevados índices de evaporação. Alguns valores de evaporação são apresentados por DUQUE (1980 b) no quadro 2, correlacionando-os com as médias das chuvas caídas nas regiões do Seridó, Caatinga, Sertão, Agreste e Mata. Observando os valores, conclui-se que, no Semi-árido (região que compreende o Seridó, a Caatinga e o Sertão), a evaporação potencial atinge uma média em torno de 2000 mm anuais.

Quadro 1 - IRREGULARIDADE NA CAÍDA DAS CHUVAS

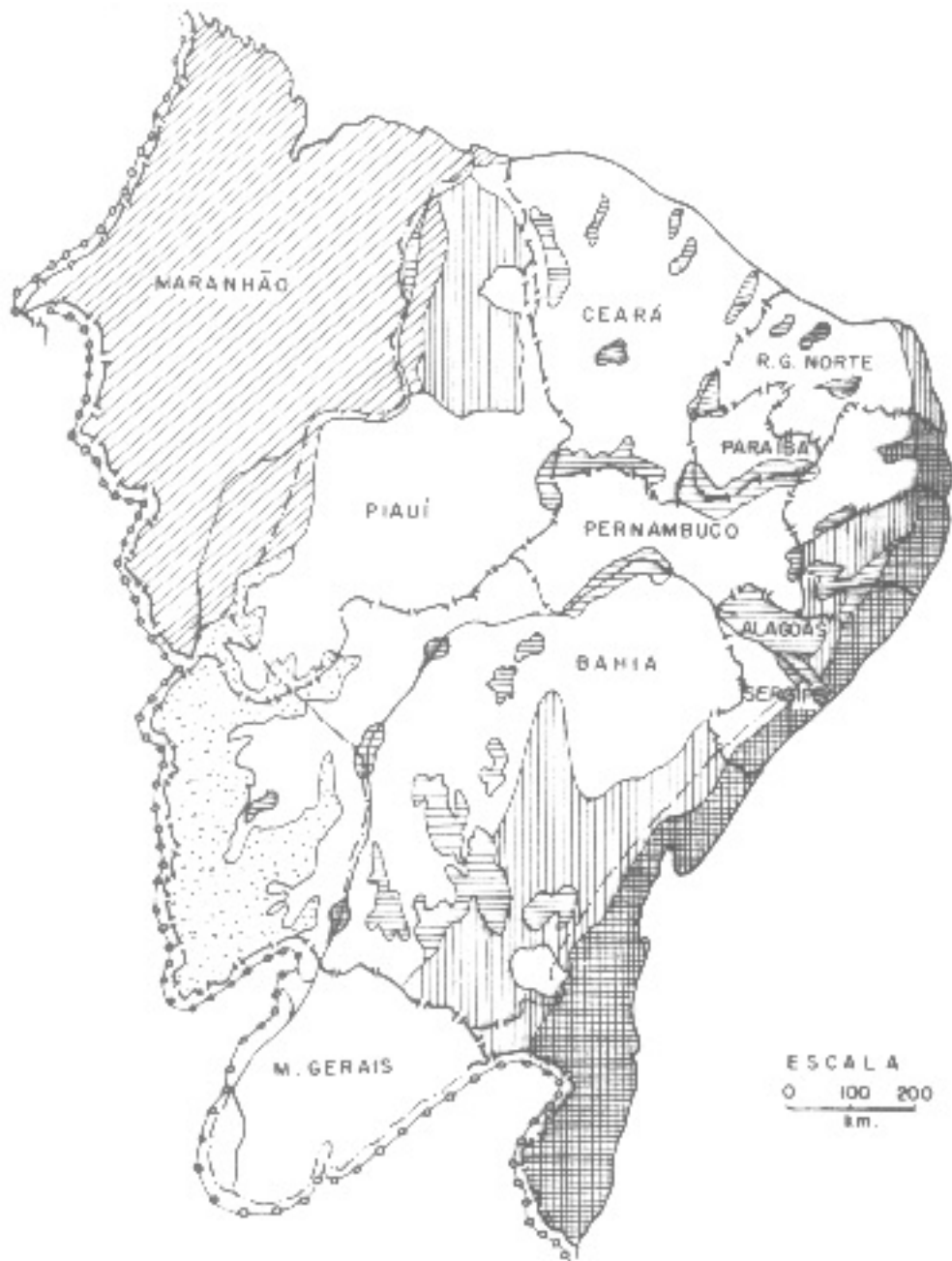
Paraíba - Município de Souza - Açude de São Gonçalo

<p>Ano de 1941 (considerado seco)</p> <p>Chuva total do ano Chuva total do mês de março Chuva total do dia 6 de março</p>	<p>674 mm 309 mm (45% do ano) 125 mm (40% do mês)</p>
<p>Ano de 1942 (considerado seco)</p> <p>Chuva total do ano Chuva total do mês de abril Chuva total do dia 10 de abril</p>	<p>468 mm 207 mm (44% do ano) 93 mm (44% do mês)</p>
<p>Ano de 1951 (considerado seco)</p> <p>Chuva total do ano Chuva total do mês de abril Chuva total do dia 23 de abril</p>	<p>726 mm 317 mm (43% do ano) 115 mm (36% do mês)</p>
<p>Ano de 1953 (considerado seco)</p> <p>Chuva total do ano Chuva total do mês de março Chuva total do dia 26 de fevereiro</p>	<p>563 mm 254 mm (45% do ano) 113 mm</p>
<p>Ano de 1958 (considerado seco)</p> <p>Chuva total do ano Chuva total do mês de março Chuva total do dia 28 de março</p>	<p>535 mm 275 mm (51% do ano) 127 mm (46% do mês)</p>

Quadro 2 - RELAÇÃO EVAPORAÇÃO/PRECIPITAÇÃO

Região	Chuva Média	Evap. Média	Relação C/E
Seridó-Cruzeta-RN (1933-38) (1940-46)	497	2975	1:5,8
Seridó-Quixeramobim-CE (1912-58)	750	1898	1:2,5
Caatinga-Floresta-PE (1939-58)	395	1897	1:4,8
Caatinga-Monteiro-PB (1942-54)	489	1740	1:3,6
Caatinga-Paratinga-BA (1947-55)	659	2135	1:3,2
Caatinga-Barra-BA (1946-54)	692	1716	1:2,5
Caatinga-Juazeiro-CE (1940-54)	800	2054	1:2,5
Caatinga-Ibipetuba-BA (1945-55)	844	1831	1:2,2
Sertão-Souza-PB (1939-58)	750	1865	1:2,5
Agreste-Natal-RN (1940-57)	1038	2084	1:2,0
Agreste-Conquista-BA (1931-54)	680	1193	1:1,8
Agreste-Pesqueira-PE (1912-43)	713	1220	1:1,7
Agreste-Jacobina-BA (1945-55)	893	1379	1:1,5
Agreste-Jaguaquara-BA	620	859	1:1,3
Agreste-Itaberaba-BA (1954)	942	1247	1:1,3
Mata-Itabaianinha-SE (1945-55)	997	1010	1:1,1
Mata-Ibura-PE (1945-57)	1500	1282	1:0,9
Mata-Aracajú-SE (1945-55)	1274	1146	1:0,9
Mata-Cruz das Almas-BA (1950-55)	935	785	1:0,8
Mata-Maceió-AL (1923-54)	1300	1033	1:0,7
Mata-Teresina-PI (1911-54)	1390	1054	1:0,7
Mata-Ondina-BA (1945-55)	1831	960	1:0,5

Esta elevada demanda evaporativa, com uma relação chuva/evaporação chegando a atingir 1:5,8 em Cruzeta (RN), 1:4,8 em Floresta (PE), 1:3,6 em Monteiro (PB), 1:3,2 em Paratinga (BA), caracteriza bem a região Semi-árida do Nordeste chegando a ocupar cerca de 52,4% de sua superfície (fig. 3).



A — ZONAS GEO-ECONÔMICAS		ÁREA DONE (%)	POPULAÇÃO DONE (%)
	Litoral e Mata	7,2	27,3
	Agreste	10,8	14,5
	Semi-Árida	52,4	41,0
	Meio Norte	22,4	12,0
	Manchas Férteis (Serras e Bacias de Irrigação)	2,4	4,5
	Cerrado	4,8	0,7

B	---	Linha do Polígono das Secas
C	--- ---	Limite Interestadual
D	○—○	Limite da Área de Atuação da Sudene

Fig. 3 - Localização das zonas geoeconômicas do Nordeste. Caracteres edáficos da região Nordeste

Segundo SMART (1961), as rochas da crosta terrestre podem ser divididas em duas classificações principais: as ígneas e as sedimentares. As primeiras, como o granito e o basalto, são formas solidificadas de material fundido, ou potencialmente em fusão, existentes abaixo da crosta sólida e que foram empurradas gradualmente para a superfície em consequência de perturbações profundas, ou projetadas violentamente pelas erupções vulcânicas. As sedimentares, são produtos da desintegração das rochas ígneas pela ação mecânica e química, tendo a água e o gás carbônico como principais agentes.

Geologicamente falando, no Nordeste existem dois grandes conjuntos estruturais: as Bacias Sedimentares (constituídas por rochas sedimentares) e o Escudo Cristalino (constituído por rochas ígneas) (IBGE, 1985; e CARVALHO, 1973).

Na Bacia Sedimentar, os solos geralmente são profundos (superiores a 2 m, podendo ultrapassar 6 m), com alta capacidade de infiltração, baixo escoamento superficial e boa drenagem natural. Estas características possibilitam a existência de um grande suprimento de água de boa qualidade no lençol freático que, pela sua profundidade está totalmente protegido da evaporação (fig. 4a). No Nordeste, este conjunto está localizado em praticamente todo o Estado do Maranhão, no Piauí, excetuando-se uma estreita faixa na região sudeste e na Bahia, localizado em boa parte da região oeste, no sudeste e em toda a chapada Diamantina. Alcança, ainda, todo o litoral de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, incluindo neste último estado a chapada do Araripe (CARVALHO, 1973), (fig. 5).

No Escudo Cristalino, os solos geralmente são rasos (cerca de 0,60 m), apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural (fig. 4b). Numa comparação grosseira, é como se estes solos estivessem

sobre um prato, onde a pouca quantidade de água que consegue se infiltrar é armazenada no fundo (SUASSUNA, 1989). A importância dada aqui aos solos, merece alguns comentários. AUDRY & SUASSUNA (1990) afirmam que a natureza da rocha é sempre um fator importante da formação dos solos e, em condições litológicas monótonas, outros fatores, como a topografia e a drenagem, regem uma sucessão ordenada de solos interrelacionados ao longo das vertentes. No Nordeste cristalino, este fator rocha, se torna mais determinante ainda, quando, freqüentemente, as variações litológicas são rápidas em relação com uma tectônica atormentada. Constata-se nestas condições que a diferenciação e a distribuição espacial dos solos é diretamente dependente da litologia. Ora, na medida em que as variações litológicas também determinam a topografia (as rochas mais resistentes constituindo a estrutura dos relevos), a organização dos solos integra, então, além dos solos, os fatores: relevo, geologia e drenagem, como mostrado, por exemplo, na região de Sumé (PB), por MOLINIER et alii (1989).

Os aquíferos dessa área caracterizam-se pela forma descontínua de armazenamento. A água é armazenada em fendas/fraturas na rocha (aquífero fissural) e, em regiões de solos aluviais formam pequenos reservatórios, de qualidade não muito boa, sujeitos a exaustão devido a ação da evaporação e aos constantes bombeamentos realizados.

Segundo DEMÉTRIO et alii (1993), as águas exploradas em fendas de rochas cristalinas são, em sua maioria, de qualidade inferior, normalmente servindo apenas para o consumo animal; às vezes atendem ao consumo humano e raramente prestam-se para irrigação. São águas cloretadas, classificadas para irrigação, de acordo com normas internacionais de RIVERSIDE, acima de C3S3[1] (BERNARDO, 1984) e que apresentam, normalmente, resíduos secos médios da ordem de 1924,0 mg/l (média geométrica obtida através da análise de 1600 poços fissurais escavados no Estado de Pernambuco), com valor máximo de 31700 mg/l. Além da qualidade da água ser inferior, os poços apresentam baixas vazões, com valores médios de 1000 l/h.

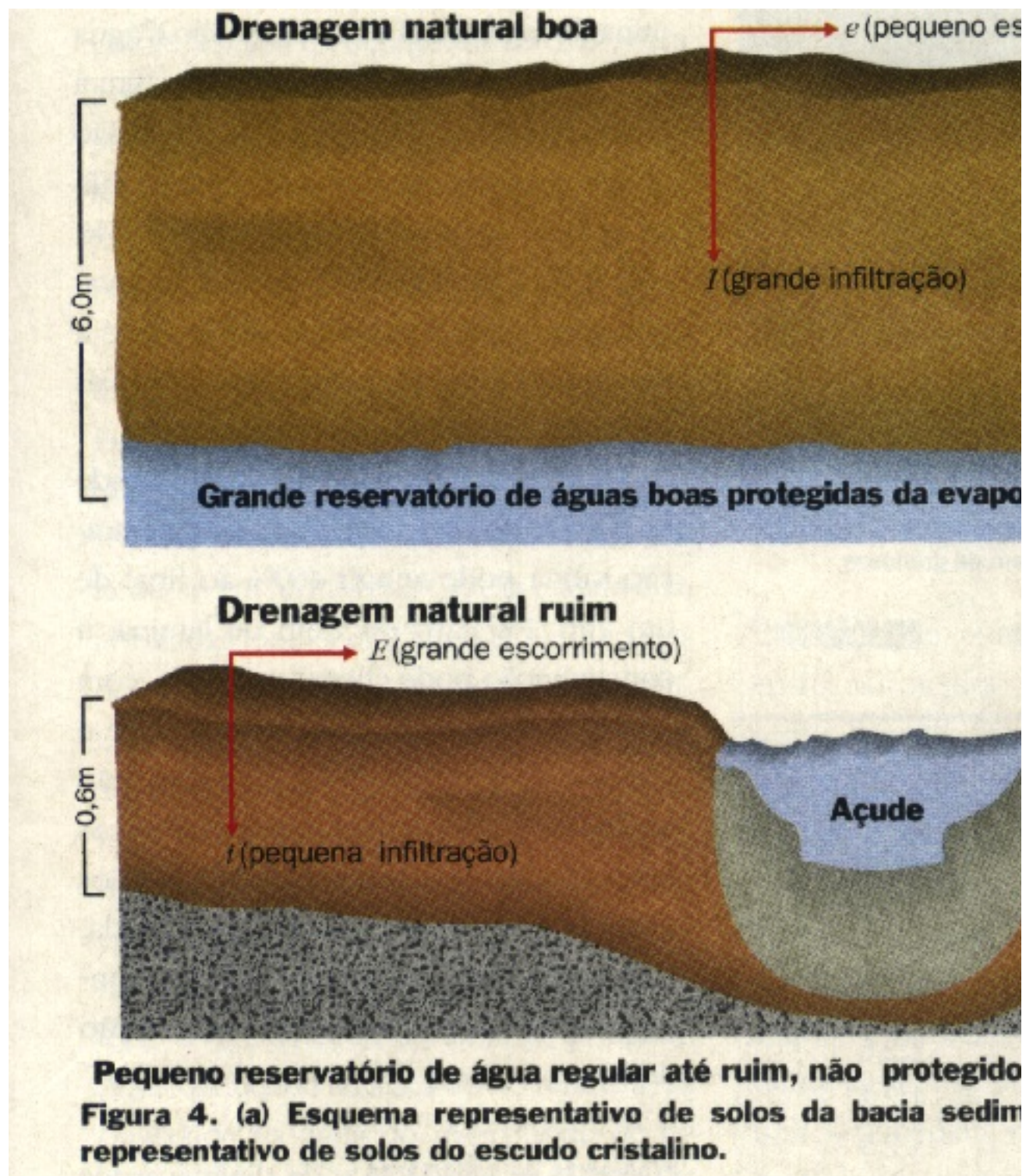




Fig. 5 – Localização das Bacias Sedimentares e do Escudo Cristalino

Este Escudo Cristalino localiza-se em praticamente todo o interior do Estado do Ceará, parte meridional do Rio Grande do Norte, todo o interior da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, bem como a parte centro-sul do Estado da Bahia (fig. 5). Em termos de região Nordeste, segundo CARVALHO (1973), este conjunto corresponde a 720.000 km² ou 45% de sua superfície. Se for levada em consideração a região Semi-árida (os 52,4% vistos anteriormente), este percentual pode chegar a 70% dessa região (estimativa pessoal).

Riscos de salinização

A existência de sais em águas utilizadas na irrigação do Nordeste, sem sombra de dúvidas, está relacionada com as características do substrato

(natureza e tipo de solo) com o qual elas têm contato, ficando suas concentrações na dependência da evaporação existente em sua forma de jazimento. Dessa maneira, o usuário terá acesso a ela através da resultante dos fatores acima mencionados.

WALTER (1968), relaciona algumas teorias que explicam, de certa forma, as origens desses sais no solo:

1) Sal de rochas formadas por sedimentação marinha. Esse sal pode ser lixiviado pela água da chuva e transportado para as depressões. Nos desertos que possuem rochas sedimentares marinhas do Jurássico, Cretáceo ou da Era Terciária (por exemplo, o norte do Saara e o deserto egípcio), os solos salinos são comuns, ao passo que, nas regiões áridas com rochas magmáticas subjacente ou arenito, muito dificilmente se encontra algum solo salino.

2) Salinidade em áreas que, no mais recente passo geológico, eram leitos lacustres ou marinhos. São exemplos as áreas que cercam o Great Salt Lake, no Utah, em volta dos mares Cáspio e de Aral na Ásia Média, em volta do lago do Chad no centro norte da África e o Tuz Gölü, na Anatólia Central.

3) Água do mar finamente vaporizada pela força da arrebentação ao longo de costas áridas. As pequenas gotas secam e formam um pó salgado que pode ser soprado terra adentro. Esse sal, então, é levado para dentro do solo pela chuva ou simplesmente nele depositado. Um processo similar acontece também nas regiões úmidas, mas em tais regiões o sal está sendo continuamente lixiviado e devolvido ao mar via rios (sal cíclico). Nas regiões áridas sem escoamento, entretanto, o sal concentra-se e, por esse meio, origina uma salinidade igual à encontrada na parte mais externa do deserto da Namíbia e nas partes áridas do oeste da Austrália.

4) Água salgada vinda à tona nas nascentes, como acontece no norte das Terras Baixas Caspianas. Nesse caso, o sal origina-se em leitos marinhos que secaram em tempos geológicos anteriores e formaram grandes depósitos de sal a considerável profundidade.

Em nosso meio, podemos considerar a origem dos sais sobre três aspectos: através da dissolução ou intemperização (hidrólise hidratação, solução, oxidação e carbonatação) dos minerais primários existentes nas rochas e no solo (substrato), tornando-os mais solúveis; da concentração dos sais pela ação do clima e através do fenômeno do endorreísmo que não facilita a drenagem desses sais até o mar.

Ao nível das plantas, os sais têm efeito significativo em sua fisiologia. Normalmente elas extraem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo. À medida em que a água é extraída do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores. Quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude de escassez de água na planta. (AYRES e WESTCOT, 1991).

Os sais também causam redução na velocidade de infiltração da água no solo. Esta redução pode alcançar tal magnitude, que as raízes das plantas podem não receber água em quantidade suficiente entre os turnos de rega.

Outro fator importante da salinização é a toxidez de íons específicos (principalmente sódio, cloreto e boro) contidos no solo ou na água, os quais, acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas, podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis. Estes sais também propiciam a corrosão excessiva dos equipamentos, aumentando os custos de manutenção e reparos (AYRES e WESTCOT, 1991).

A seguir, são traçadas considerações acerca dos riscos de salinização das águas, levando-se em conta a origem dos sais e o fator de concentração.

Com sais carregados do substrato pela água da chuva

Pelo que foi visto anteriormente com relação ao clima (forte energia disponível, regime irregular das chuvas etc.) e, principalmente, no tocante a solos, não é difícil imaginar o quanto o Nordeste semi-árido é vulnerável a salinização.

LEPRUN (1983) destaca que a qualidade das águas superficiais no Nordeste brasileiro (composição química e, sobretudo, nível de concentração) está claramente relacionada, de um lado, com a natureza do substrato local, especificamente a natureza da rocha e tipo de solo e, de outro, com o seu modo de jazimento, sendo as águas dos lençóis notadamente mais concentradas do que as de superfície (rios e açudes, ainda que, para estes últimos se observe uma grande diversidade de comportamento). O autor afirma que o tipo de solo e do subsolo são um dos principais fatores que explicam as variações de qualidade das águas dos riachos. Mostra, através do quadro 3, como varia a condutividade elétrica média da água escoada superficialmente, em função dos principais tipos de solos, permitindo ordená-los e compará-los para se chegar àqueles de maior perigo à salinização da água.

MOLINIER et alii (1989), trabalhando em parcela de solo Bruno não Cálcico Vértico, na região de Sumé (PB), situado nos Cariris Velhos da Paraíba, observaram que a água da chuva após escoamento superficial, tem um acréscimo na concentração salina de até 4 vezes. No mesmo solo, após infiltração de 0,80 m, esta concentração pode alcançar níveis superiores a 50 vezes (quadro 4).

Estas observações se revestem de vital importância e mostram a necessidade de se conhecer melhor a dinâmica dos mananciais que irão ser utilizados em futuras irrigações. Isto nos leva a crer, no caso específico de pequenos açudes, por exemplo, que a forma de como eles recebem água da chuva irá influir sobremaneira na qualidade da água a ser utilizada. Se no período das chuvas um açude recebe água através de escoamentos superficiais, a água represada, provavelmente, apresenta-se com baixos teores salinos, ao passo que se ele recebe a água através de uma drenagem natural do solo, após ter passado por camadas mais profundas do substrato, a situação torna-se completamente diferente da anterior, com uma maior probabilidade de carregamento de sais e conseqüentemente maior risco de salinização, conforme observado por MOLINIER et alii (1989).

Dessa maneira, não é difícil concluir que, em se tratando de poços amazonas em igual situação, a tendência do fator de concentração de sais é a de ser agravada, tendo em vista o carreamento dos sais das camadas mais profundas do solo aluvial para o interior do reservatório.

Quadro 3 – Condutividade elétrica (média) no riacho em função do solo da bacia.

Tipo de solo	Condutividade média (microsiemens/cm)
Areia Quartzosa	98
Latosolos	188
Podzólicos	226
Regosolos	-
Podzólicos Eutróficos	-
Bruno não Cálcico	329
Vertissolos	484
Litólicos Eutróficos	621
Solonetz	2817
Planossolos	4596

Quadro 4 - Concentração salina da água de chuva, após passar por diversos níveis do solo.

	CTD	FATOR DE CONCENT
Água de chuva	0,017	
Água de escoamento	0,067	
Água de drenagem na base de um solo vértico	0,87	
Poço de 8 m.	1,14	

Obs: CTD = Carga Total Dissolvida em g/kg
FATOR DE CONCENTRAÇÃO = Em ordem de grandeza

Com o aumento da concentração via evaporação

Como foi visto anteriormente, a demanda evaporativa no Semi-árido nordestino atinge patamares médios anuais da ordem de 2000 mm. Isto significa dizer que diariamente são evaporados em torno de 6 mm de água, correspondendo por sua vez a 500 mm ou 0,5 m em 3 meses.

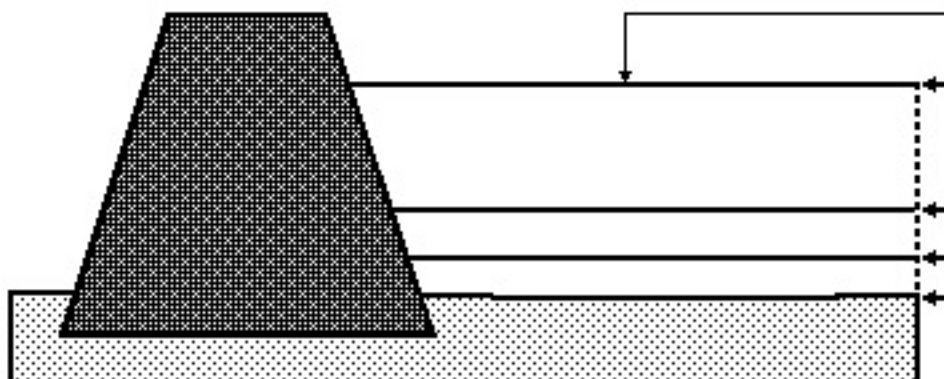
Se fizermos uma reflexão, levando em consideração os efeitos da evaporação em um pequeno açude com lâminas de água (distância do espelho d'água ao fundo do reservatório) variando de 10, 2,5 e 1,6 m, conforme demonstra o quadro 5, iremos chegar a seguinte conclusão:

- Considerando "p" o peso inicial de sal existente na água dos pequenos açudes igual a 1 (unidade), "Vi" como sendo a situação do volume inicial do açude, "v" como sendo a situação do volume após 3, 6, 9 e 12 meses de evaporação e "F" como sendo o fator de concentração, observa-se que no primeiro caso, ou seja, um açude com 10 m de lâmina d'água, ao final de um ano, a concentração salina pode chegar a 25%. Isto é fácil de entender porquanto, na evaporação, o que é subtraído do açude é a água, aumentando, portanto, paulatinamente a concentração dos sais.

- No segundo caso, ou seja, um açude com 2,5 m de lâmina d'água, a concentração salina pode atingir 400% ao final de um ano, chegando a 1500% no terceiro caso, com a sua total exaustão. Este, por sinal, é um exemplo bem característico da região, não sendo difícil serem observados, em períodos secos, leitos de açudes completamente desprovidos de água, com a lama endurecida, rachada e tendo em sua

parte mais profunda, uma mancha branca, que nada mais é do que a deposição dos sais da água naquele local (MOLLE e CADIER, 1992).

Quadro 5- Casos hipotéticos de açude sob o regime de evaporação, evidenciando o aumento da concentração salina.



Espelho d' água

Caso 1

Caso 2

Caso 3

Fundo do reservatório

Período em meses	03	06	09	12
Caso 1 (10,0 m)	9,5	9,0	8,5	8,0
Fator de Concentração	1,05	1,11	1,18	1,25
Aumento Concentração	5%	11%	18%	25%
Caso 2 (2,5 m)	2,0	1,5	1,0	0,5
Fator de Concentração	1,25	1,67	2,50	5,00
Aumento Concentração	25%	67%	150%	400%

Caso 3 (1,6 m)	1,10	0,60	0,10	Seco
Fator de Concentração	1,45	2,67	16,00	-
Aumento Concentração	45%	167%	1500%	-

Dados: Evaporação 6 mm/dia ou 0,5 m/em cada 3 meses

$p = 1$ unidade (peso total de sal no início)

V_i = Situação do volume inicial $C_i = p/V_i$

v = Situação qualquer após a evaporação $c = p/v$

F = Fator de concentração $F = c/C_i$ $F = V_i/v$

C_i = Concentração inicial

$c = C_i \times$ Fator de concentração

Efeitos dos sais em organismos vivos

Está provado que concentrações salinas demasiadamente elevadas causam distúrbios no organismo dos seres vivos.

LARAQUE (1991), em sua tese de doutorado citou, entre outros assuntos, as implicações causadas pela ingestão de concentrações salinas em diversos níveis, nos organismos de animais (rebanho e aves). Segundo o autor, esta ingestão tem as seguintes implicações:

Concentrações menores que 1000 mg/l

Teor de sal relativamente fraco. Excelente para todas as categorias de rebanho e aves.

1000 - 3000 mg/l

Muito bom para todas as categorias. Pode ocasionar uma diarreia temporária e leve, nos animais que não estão habituados com ela e fezes aquosas nas aves.

3000 - 5000 mg/l

Muito bom para os rebanhos, mas pode causar diarreia temporária naqueles animais que não estão habituados, ou ser rejeitada por estes no começo. Medíocre para aves, originando evacuações líquidas e uma grande mortalidade, principalmente nos perus.

5000 - 7000 mg/l

Razoavelmente segura para os rebanhos leiteiros e de corte, carneiros, porcos e cavalos. Evitar para os animais gestantes ou para aqueles que estão amamentando. Não aceitável pelas aves.

7000 - 10000 mg/l

Impróprias para aves e provavelmente para o porco. Risco considerável de ser utilizada por vacas, jumentos ou ovelhas gestantes ou que estão amamentando ou mesmo para seus filhotes. Em geral, é preciso evitar sua utilização pelos ruminantes e monogástricos.

Concentrações maiores que 10000 mg/l

Os riscos ligados a utilização dessas águas muito salgadas são tão consideráveis que torna-se impossível a sua utilização em quaisquer que sejam as circunstâncias.

(Considerar 640 mg/l de sais = CE 1000 μ siemens/cm)

Para o consumo humano

Segundo CEDERSTROM (1964), águas com mais de 200 ppm (aproximadamente 200 mg/l) de cloreto têm o gosto desagradável. Bebendo-se em demasia água com teor de cloreto acima de 1000 ppm, poderão ocorrer distúrbios no estômago. O Serviço de Saúde Pública dos EUA recomenda que, num sistema municipal, o cloreto não ultrapasse 250 ppm.

A experiência do GAT/PDCT-NE

SUASSUNA (1989), em artigo publicado no encarte agrícola do Diário de Pernambuco em 09.06.89, mencionou a ação do Subprograma de Geração e Adaptação de Tecnologias - GAT do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste - PDCT-NE (gerenciado pelo CNPq e executado por universidades da região), no tocante à implantação de pequenos projetos de irrigação, a nível de produtores de baixa renda no Semi-árido nordestino.

Segundo o autor, problemas de salinização e de dinâmica dos mananciais, principalmente com a sua exaustão ao constante bombeamento, já começam a ser evidenciados na região, notadamente naqueles projetos em que são utilizados poços amazonas e pequenos açudes como fonte de abastecimento.

Algumas propriedades do GAT podem ser citadas como possuidoras de problemas graves de sazonalidade nos teores de sais na água de irrigação ao longo do ano, chegando a ultrapassar 1500 microsiemens/cm de condutividade elétrica. São elas: Rocha e São José com poços amazonas, Monte das Graças e Maracajá com rio perenizado, todas no Rio Grande do Norte; Catolé, Prensa, Poço Redondo com poços amazonas e Porteiras com açude de médio porte, na Paraíba.

Nestas propriedades, no período seco, habitualmente as culturas apresentam queima na borda das folhas, tendo havido a necessidade de se introduzir outras culturas mais resistentes à ação de sais, como o coqueiro, nas propriedades Catolé e Prensa, no município de Souza (PB) e a goiabeira, na propriedade São José, em Angicos (RN).

Um fato curioso e até mesmo surpreendente verificou-se nas propriedades Montes das Graças e Maracajá, abrangidas pelo GAT, próximas a cidade de João Câmara (RN), ambas às margens do rio Ceará Mirim, recentemente perenizado pelo DNOCS com a construção

do Açude Poço Branco, as quais, nos meses mais secos, apresentaram água com teores salinos próximos a 4000 microsiemens/cm. Esta represa foi construída pelo governo federal, para viabilizar a agricultura de todo o vale desse importante rio potiguar. Neste particular, a má qualidade da água do rio reflete, estritamente, a do reservatório de regularização, e este resultado exige prudência no tocante à pequena irrigação, sabendo-se que os açudes podem apresentar qualidade de água diversificada, conforme comentado por LEPRUN (1983), que é consequência direta dos tipos de solos da bacia a qual pertencem.

Além dos problemas de sais, algumas propriedades do GAT vêm apresentando, também, problemas de exaustão de mananciais devido ao freqüente bombeamento, aliado à elevada demanda evaporativa da região. São elas: Prensa, Riacho dos Alcindos e Santa Isabel com poços amazonas e Casa de Pedra com açude de médio porte, todas no Estado da Paraíba.

Estes problemas de qualidade de água e exaustão de mananciais foram constatados em viagem de supervisão técnica realizada nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, em meados de março de 1989, e vieram a embasar a iniciativa de elaborar este trabalho, bem como as propostas de pesquisa a serem realizadas sobre a pequena irrigação no Semi-árido.

Atualmente, encontra-se em curso uma pesquisa financiada pelo CNPq (SUASSUNA & AUDRY, 1992 a, 1992 b, 1993 e 1995), que tem como objetivo analisar a sazonalidade dos teores de sais das águas utilizadas na pequena irrigação das propriedades do GAT. Esta pesquisa, que já resultou na publicação de um livro, é realizada através de cooperação técnica com o governo francês, por intermédio do Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (ORSTOM), contando com o apoio da Fundação Joaquim Nabuco. Nela, foi confirmada a existência do risco de salinização dos solos, quando se utiliza a pequena irrigação, tendo sido dado destaque às limitações decorrentes para a produção das culturas, em particular a da bananeira, que foi uma das mais plantadas por motivos alimentares e econômicos. Entre os fatores responsáveis pela salinização, a qualidade da água foi apontado como um dos mais importantes e dos menos remediáveis (77% das amostras analisadas apresentaram índices elevados de salinidade, com condutividade elétrica superior a 750 microsiemens/cm), fator ainda complicado, na medida em que a salinidade dessas águas apresentaram variações sazonais de grande amplitude.

Neste particular a pesquisa constatou que a sazonalidade observada foi um fenômeno manifestado pela inércia das fontes utilizadas, através de condicionantes climáticos, seja pelo efeito da diluição dos sais pelas chuvas, seja pelo efeito de concentração pela evaporação acentuada. Em reservatórios de maior inércia, como por exemplo os grandes açudes, rios perenizados e poços amazonas, a variação sazonal mostrou-se de pequena ordem, ao passo que, os de menor inércia, representados pelos açudes pequenos e médios, poços naturais e aqueles escavados nos rios, apresentaram variação sazonal elevada.

A pesquisa veio a sugerir, também, um melhor uso para as águas salinizadas e com problemas de variação sazonal.

Sem abrir mão da drenagem e, para aquelas águas que apresentam variação sazonal e salinidade que não impedem o seu uso, sugere-se conservar

a irrigação contínua, havendo a necessidade da escolha de culturas resistentes aos sais.

Para as águas que apresentam variação sazonal e salinidade proibitivas de uso, plantar culturas anuais e utilizar um calendário de rega na época em que a qualidade da água esteja em níveis aceitáveis.

Com as águas que apresentam qualidade ruim e vazão da fonte hídrica insuficiente, sugere-se a irrigação de complementação, também chamada na região de irrigação de salvação, na qual os sais serão lavados, posteriormente, pelas chuvas que ocorrem naturalmente na região.

Necessidades de pesquisas

Pelo que foi visto, o Semi-árido nordestino é uma região que apresenta um conjunto de ecossistemas muito complexo em termos de solo, clima e, por conseqüência, de qualidade e quantidade de água. Por ironia, nos locais onde a água é de boa qualidade (estrutura sedimentar), o seu acesso torna-se por demais dispendioso, havendo a necessidade do uso de equipamentos que têm um custo de horas trabalhadas muito além do poder aquisitivo do pequeno produtor. Por outro lado, em regiões de mais fácil acesso à água, geralmente ela é pouca e de má qualidade (estrutura cristalina).

Não podemos ignorar, no entanto, mesmo em estrutura cristalina, a existência de regiões com possibilidades de serem irrigadas, principalmente em pequenas faixas de aluvião próximas a fontes de água que apresentam teores salinos aceitáveis e que têm garantido o sustento de inúmeras famílias nordestinas.

Feitas estas considerações, propõe-se que sejam envidados esforços no sentido de:

- Desenvolver um número maior de pesquisas relacionadas à dinâmica dos mananciais para fins de irrigação, levando-se em conta os aspectos quantitativos e qualitativos, visando a minimizar os riscos da salinização;

- Estudar com mais afinco o problema da drenagem, não apenas em termos da capacidade dos solos receberem e eliminarem a água com eventuais teores salinos mas, principalmente, sobre a tecnologia utilizada para a realização da drenagem;

- Desenvolver pesquisas visando à seleção de plantas que suportem o uso de águas com elevados teores salinos (acima de 750 microsiemens/cm de condutividade elétrica) ou mesmo de plantas halófilas, que se prestem para cultivo em áreas comprovadamente degradadas pela salinização.

- Realizar estudos que venham a subsidiar um zoneamento a nível estadual, das áreas com potencial para a implantação de projetos de pequena irrigação, levando-se em conta os fatores climáticos, edáficos e, principalmente, de quantidade e qualidade de água.

- Criar um banco de dados sobre salinidade das águas dos vários tipos de fontes da região, tendo em vista as dificuldades de acesso às informações hoje disponíveis.

- **Estudo da salinidade de águas utilizadas em pequena irrigação no Nordeste, e da sua evolução sazonal, durante os anos de 1988 e 1989.**

Em 1988, um programa de desenvolvimento regional, executado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, com apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, chamado CASI (Conservação da Água e Sistemas de Irrigação), começou a desenvolver a pequena irrigação (entender pequena irrigação como pequenas superfícies irrigadas, na ordem de 0,5 a 1 ou 2 ha), a nível de pequeno produtor do semi-árido do Nordeste, aproveitando a diversidade dos mananciais existentes no local. Além de um inegável sucesso técnico, este programa levantou problemas relativos às limitações próprias do tema, como o aparecimento, em alguns casos, de processos de salinização, limitando a produção das culturas, principalmente fruteiras, com possível risco de degradação dos solos.

A partir de 1983, o Governo Federal, por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, firmou convênio com o BID, no sentido de dar continuidade e ampliar a primeira experiência, sob a forma de um Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste - PDCT/NE. O Programa que foi concluído em 1990, atuou em cinco estados do Nordeste (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte), através de universidades da região, e da Agência Nordeste do CNPq (ANE-CNPq, Recife) que ficou responsável pela supervisão técnica. O Programa constou de dois subprogramas. O primeiro, relativo à Pesquisa e o segundo, chamado GAT (Geração e Adaptação de Tecnologia), direcionado para aplicações experimentais de tecnologias, dentre as quais, a pequena irrigação, em condições reais de campo, nas propriedades de pequenos produtores da região, aproveitando toda fonte de água disponível: rios, açudes de qualquer dimensão, principalmente os pequenos, e lençóis aluviais explorados por poços.

Essa experiência confirmou a existência do risco de salinização dos solos, quando se utiliza a pequena irrigação, e destacou as limitações decorrentes para a produção das culturas, em particular a da bananeira, que foi uma das mais plantadas por motivos alimentares e econômicos. Entre os fatores responsáveis pela salinização, a qualidade da água é um dos mais importantes e dos menos remediáveis, fator ainda complicado, na medida em que a salinidade dessas águas pode apresentar variações sazonais de grande amplitude. Entretanto, ao contrário do grande número de informações existentes quanto à qualidade da água dos grandes mananciais, os dados existentes sobre a qualidade dos pequenos mananciais localizados são escassos e, mais ainda, para as suas variações sazonais.

Diante dessa situação, e para remediar esta carência, foi idealizada uma pesquisa de dois anos de amostragens periódicas das águas, efetivamente utilizadas nas propriedades do GAT, em quatro estados participantes (após desistência do Piauí), nos anos de 1988 e 1989, coordenada por João Suassuna e Pierre Audry, que eram respectivamente na época, um, responsável pelo subprograma GAT e outro, pesquisador da ORSTOM e consultor técnico no subprograma Pesquisa do PDCT/NE.

Tanto a organização do trabalho, como a metodologia foram elaboradas para tentar conseguir dados e informações confiáveis e homogêneas, apesar de abranger 76 pontos de amostragens distribuídos em quatro estados do Nordeste.

No campo, a responsabilidade pela execução ficou por conta das universidades participantes (UFC, ESAM, UFPB, UFRPE), através da infraestrutura técnico-administrativa do subprograma GAT. Foram assim coletadas amostras de água em periodicidade mensal, bem como dados e observações complementares em duas categorias: 1) dados relacionados com a evolução quantitativa e qualitativa da reserva de água: basicamente dados de chuva e de nível de água, que são os parâmetros mais simples, exprimindo os efeitos dos fatores mais evidentes dos processos de concentração e diluição dos sais; 2) observações sobre o comportamento e o rendimento das culturas, em relação com à irrigação e à qualidade da água.

As amostras foram reagrupadas em Recife, para serem analisadas, em um único laboratório, a fim de garantir uma metodologia homogênea, cuja reprodutibilidade foi avaliada ao longo da operação. As análises realizadas foram completas (tipo de irrigação, incluídos cations e ânions) para o primeiro ano de amostragens, e apenas a salinidade global (pela medida de condutividade elétrica) e pH, para o segundo ano. Os resultados foram armazenados em um pequeno banco de dados, e submetidos à análise de consistência. Ao total, foram realizadas 1239 análises de água, em que 746 foram completas, e 2% eliminadas por serem consideradas inconsistentes, devido principalmente a problemas de amostragem e/ou conservação das amostras. Esta parte do trabalho foi realizada em Recife, na Agência Regional do CNPq, e após a extinção dessa, em 1990, na Fundação Joaquim Nabuco que acolheu a equipe técnica encarregada do trabalho.

Um primeiro relatório técnico foi produzido e divulgado. Trata-se do catálogo das observações de campo e dos resultados de análise, apresentando detalhadamente a metodologia utilizada para todas as fases do trabalho, e incluindo uma apresentação gráfica da salinidade e sua evolução sazonal, para cada ponto de amostragem.

Futuramente, um pequeno livro apresentará interpretações desses resultados, principalmente baseadas na análise estatística dos níveis de salinidade das águas e da sua amplitude de variação sazonal, para as diferentes fontes de água, e em relação às condições de rochas e solos das bacias, que intervêm para fornecer os produtos encontrados em solução nas águas. Este trabalho tem duas finalidades: 1) apresentar reflexões sobre os processos naturais que determinam a diversidade de qualidade observada, e daí, propor algumas orientações para a extrapolação desses resultados, extensões futuras do presente inventário preliminar, bem como, de imediato, relacionar algumas precauções para a escolha das fontes de água para a pequena irrigação e as suas condições de aproveitamento; 2) tentar avaliar as conseqüências do uso dessas águas no que diz respeito à produção das culturas irrigadas e ao risco de degradação dos solos por salinização e sodificação, no sentido de precisar essas regras de uso e de manejo. Além disso, pretende-se trazer subsídios para projetistas, extensionistas e planejadores, auxiliando-os na implantação de futuros programas de desenvolvimento, onde a componente irrigação se faça presente.

Enfim, as universidades foram integradas, na medida em que desejaram participar no processo de interpretação. Assim, um mestrando do Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFPB de Campina Grande, desenvolveu uma tese

sob a orientação do Professor Hans R. Gheiy, sobre os problemas específicos de salinização dos solos e de reação das bacias à este tipo de situação, nas propriedades do GAT da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

Ainda que parciais, alguns resultados preliminares podem ser rapidamente relacionados a seguir.

Provavelmente, o mais importante é que a maioria dessas águas, mesmo aquelas que apresentam as concentrações salinas mais elevadas, dificultando seriamente o seu uso para fins de irrigação, é do tipo cloretada sódica. Isto significa que, se os riscos de salinização forem importantes, principalmente quando não houver uma drenagem eficiente, os riscos de sodificação dos solos (que leva à degradação de difícil e onerosa recuperação) ficam minimizados.

Considerando as várias fontes de água, chega-se à conclusão de que as águas dos lençóis aluviais bombeadas dos poços amazonas são as mais problemáticas. Apresentam variações sazonais de mineralização espetaculares e atingem níveis de salinidade elevados, ultrapassando freqüentemente 1500 microsiemens/cm de condutividade elétrica na época da estiagem, isto é, no momento em que a disponibilidade quantitativa é menor, justamente quando, tanto por motivo da alta demanda evapotranspirativa, como pela má qualidade da água, precisa-se aplicar mais água na irrigação. Em tais condições, é indispensável realizar, previamente, na implantação de qualquer projeto de irrigação, uma avaliação da qualidade da água, na época da estiagem, juntamente com testes de bombeamento.

As águas de rios variam bastante, mas, geralmente, são de boa qualidade. Os rios perenizados se destacam com águas de melhor qualidade e menor variação sazonal. É claro que, neste caso, esta qualidade reflete estritamente a do reservatório de regularização, o que leva a se ter prudência diante deste resultado, sabendo-se que os açudes podem apresentar qualidade diversificada.

A localização da tomada de água no leito de um rio é de grande importância. A alguns metros de distância da drenagem de um rio, com água de boa qualidade, um poço amazonas poderá apresentar água com nível de mineralização elevado. De maneira análoga, a mineralização de poço natural aumentará rapidamente à medida que a comunicação com o leito do rio deixar de ser suficiente. Em conseqüência, no caso de um rio permanente, sempre vale a pena instalar uma tomada de água que nunca se isole de seu leito natural.

TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

- Transposição das águas do Rio São Francisco para o abastecimento do Nordeste semi-árido: solução ou problema?

Estamos às voltas com um novo ciclo seco no Nordeste. O El Niño está colocando suas "garras" de fora. As águas do Oceano Pacífico estão esquentando devido à ação dos ventos alísios que sopram de leste para oeste elevando o nível das águas quentes que normalmente se encontram na parte ocidental daquele oceano. Os ventos começam a mudar de direção (agora no sentido oeste para leste), levando a massa de água quente para a costa

peruana, o que ocasiona fortes tempestades com a intensa evaporação ali existente. No litoral sul-americano, o mecanismo impede a subida das águas frias à superfície, enquanto os ventos desviam as chuvas e bloqueiam as frentes frias vindas da Antártica, causando inundações no Sul e seca no Nordeste brasileiros.

Esse fenômeno está mais uma vez presente no país (agosto/97), com várias cidades do Sul em estado de calamidade pública, devido à ação das fortes chuvas que provocam enchentes descabidas, esperando-se, em contrapartida, o pior para o Nordeste. A seca parece inevitável.

Diante desse fato, recrudesce, no meio político, a idéia da transposição das águas do Rio São Francisco, como a única solução para resolver o problema do abastecimento das cidades e mitigar a sede dos nordestinos. O quadro merece uma pausa para meditação.

Temos conosco um documento elaborado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco intitulado "Relatório sobre a Transposição do Rio São Francisco e as Atuais Necessidades de Recursos Hídricos do Nordeste", no qual fica clara a visão do governo com relação às vantagens de transpor as águas, tendo em vista o reforço dos recursos hídricos para os rios Brígida e Pajeú e os benefícios sócio-econômicos advindos.

No documento é feita uma descrição, em linhas gerais, das características do projeto de transposição transcritas, a seguir, na íntegra:

a) "a captação de água deve ser realizada perto de Cabrobó, na divisa entre Bahia e Pernambuco, numa altitude 50 m inferior à da Barragem de Sobradinho;

b) pretende-se desviar cerca de 280 m³/s, quando o projeto estiver todo implantado, sendo que na primeira etapa, a previsão é retirar 70 m³/s do São Francisco, que neste ponto tem vazão firme (grifo nosso) de 2065 m³/s, o que representa menos, provavelmente, que a margem de erro das medições hidrológicas;

c) na captação a água será bombeada para superar cerca de 30 m de elevação geométrica e segue em canais e reservatórios até Terra Nova, onde é elevada novamente em 50 m, prosseguindo em aquedutos e leitos naturais (grifo nosso) até Salgueiro, onde uma 3ª estação elevatória seria implantada para recalcar a água a 80 m de elevação. Desta forma, a água captada na cota de 315 metros, após ser recalçada 160 m, cruzaria o divisor na altitude de 475 metros, prosseguindo daí em diante para o vale do Jaguaribe, por gravidade. A passagem no divisor é prevista em túnel de 1500 m, nos limites estaduais de Pernambuco e do Ceará;

d) a idéia é que, dos 2000 km percorridos pela água na adução até o mar, cerca de 200 km serão contemplados com obras. As demais distâncias serão percorridas em leito natural de rios e reservatórios;

e) depois de transposto o divisor, a água seguiria pelos rios dos Porcos, Salgado e Jaguaribe, por onde atingiria o litoral;

f) na primeira etapa do projeto, as vazões decorrentes da transposição seriam divididas da seguinte forma: 25 m³/s para o Ceará, 15 m³/s para o Rio Grande do Norte, 15 m³/s para a Paraíba e 15 m³/s para Pernambuco."

O curioso é que, da forma como a questão é colocada, num contexto um tanto inconseqüente, pois nos dá a nítida impressão da magnitude dos custos do projeto, tanto os financeiros como os imputados ao meio ambiente, parece-nos que as pessoas perderam o censo crítico de analisar as coisas. É como se houvesse a proposta para a realização de um projeto de esfriamento das águas do Pacífico para minimizar os efeitos do El Niño, "laçando-se" um *iceberg* da Antártica e rebocando-o até o local do esquentamento, para amenizar a temperatura daquele pedaço do Oceano Pacífico que tem tanta importância para a vida dos nordestinos. No nosso modo de entender a comparação tem a mesma magnitude.

A questão tem que ser tratada em bases mais científicas ao invés de decisões simplórias e descabidas, do tipo "vamos fazer, que depois os problemas surgidos serão resolvidos". Só que, dessa forma, os problemas podem não ter o remédio esperado e, mesmo que surjam algumas alternativas de solução, essas poderão ser inviáveis dado o custo elevado.

No nosso modo de entender, alguns pontos têm que ser levados em consideração quando o assunto é transposição das águas: o primeiro, diz respeito à intensa evapotranspiração que existe no Nordeste semi-árido, que chega a alcançar patamares médios da ordem de 2000 mm anuais. Isso é um dado espantoso, se imaginarmos uma lâmina de 2 metros de água a céu aberto, em leitos naturais conforme o explicitado no projeto, perdendo-se anualmente para a atmosfera sem o mínimo uso, numa região de déficit hídrico, onde a média pluviométrica gira em torno dos 600 mm anuais. O segundo, diz respeito ao consumo de energia para recalcar o volume de água pretendido. De acordo com os dados do projeto, a energia necessária para esse fim é equivalente àquela gerada em Sobradinho (1050 MW), ou seja, precisa-se ter uma Sobradinho inteira, funcionando 24 hs por dia, para manter o sistema operando satisfatoriamente, numa região em que estão previstos problemas de geração de energia elétrica já no ano 2000. O terceiro, e talvez o mais importante, diz respeito à garantia de vazão do rio que assegure a geração de energia elétrica, a navegação e a irrigação em suas áreas potenciais. O São Francisco é um rio que, no Nordeste semi-árido, corre inteiramente sobre o embasamento cristalino e, em decorrência disso, todos os seus afluentes têm regime temporário. Este aspecto traz, como conseqüência, uma diminuição gradativa de sua vazão ao longo do ano, dada a diminuição e até a interrupção das vazões dos afluentes que fazem parte de sua bacia, agravada ainda, pelo uso consuntivo das águas na irrigação (águas utilizadas que não têm retorno ao rio).

Justamente na tentativa de solucionar o problema de vazão do rio, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF construiu a represa de Sobradinho que manteve, de certa forma, a vazão do rio em patamares adequados para a geração de energia no complexo de Paulo Afonso. Mesmo assim, dadas as secas periódicas que assolam a região, a referida represa tem operado, com certa freqüência, em níveis críticos, chegando a voltarem à tona as ruínas da cidade de Remanso no Estado da Bahia, que ficou submersa com a construção dessa represa e que foi reconstruída em uma cota mais alta, longe das águas. Ora, se a antiga Remanso volta a aparecer no período de seca, isso nos leva a crer que o leito do rio praticamente volta a ser o que era

antes de ser represado e que as águas, antes acumuladas para resolver os problemas de geração de eletricidade e de irrigação, não atendem mais àquelas finalidades.

Com relação a esse ponto, no final do ano passado (1996) assistimos, na mídia televisiva, a uma entrevista do Presidente da CHESF em que este se mostrava preocupado com a diminuição da vazão do rio, chegando a comentar que a bacia do São Francisco estava no seu segundo ano de seca e que não poderia entrar no terceiro, sob pena de haver racionamento de energia elétrica. Nesse período, segundo informações colhidas por engenheiros da CHESF, a represa de Sobradinho estava com um volume acumulado de água de apenas 13% de sua capacidade. Imaginem os senhores leitores se, uma vez instalado esse quadro de penúria hídrica, tivéssemos ainda que subtrair mais água do rio para atender ao abastecimento do Nordeste. Simplesmente não iríamos ter água suficiente para tudo isso (geração, irrigação, navegação e abastecimento). Ficamos até a imaginar as manchetes dos principais jornais nordestinos: "CHESF entra na justiça para assegurar geração de energia no Nordeste", ou mesmo, "O Rio São Francisco agoniza".

Diante do exposto, esperamos que as autoridades reflitam melhor sobre a transposição do Rio São Francisco, agregando a ela a questão do gerenciamento regional integrado dos recursos ambientais, aí incluindo o uso coerente de suas águas, como fator fundamental do desenvolvimento da Região Nordeste. Para que isso se realize, é importante que sejam ouvidos todos os segmentos da sociedade, que precisam ser estimulados para apoiar essas ações, e conhecer quais são suas prioridades e como estas se inserem num plano de conjunto que se desdobra ao longo do tempo.

- Transposição do Rio São Francisco: um erro que poderá ser fatal.

O Ministro do Meio Ambiente, Gustavo Krause, declarou ao Jornal do Brasil, na edição do dia 14 de maio último, que o governo federal investirá, até dezembro, mais de 1 bilhão de reais em projetos para ampliação da oferta de água e da área de culturas irrigadas no Nordeste. O Ministro fez uma defesa veemente do projeto de Transposição das Águas do Rio São Francisco, o que denominou de "uma obra de engenharia mais política do que hídrica", quando se referiu à oferta de água para a região.

Como técnico da área, gostaria de alertar o senhor Ministro que a vontade de transpor as águas do Velho Chico poderá trazer conseqüências de proporções desastrosas.

Em primeiro lugar, como recifense, o Ministro não poderia deixar de lembrar do desagradável racionamento de energia elétrica ocorrido na cidade do Recife, no final da década de oitenta, motivado por problemas de vazão do rio, o qual levou a população a efetuar verdadeiros prodígios para cumprir as inatingíveis cotas de oferta de energia elétrica estipuladas pela CELPE. Aquilo doeu, e doeu muito, no bolso da população. Sem desconsiderar a seriedade e a capacidade de trabalho do nosso Ministro, não posso concordar com suas declarações ao afirmar tratar-se de uma obra de "engenharia política", dando claros sinais de que o lado "técnico", no caso o da "engenharia hídrica", fica em um plano secundário. Ao ler a notícia, como cidadão brasileiro, entendi-a como mais uma alternativa política de convencimento da população para a reeleição do Presidente Fernando Henrique Cardoso.

Em segundo lugar, o Rio São Francisco não irá suportar mais esta retirada de água, no volume pretendido - 50 a 60 metros cúbicos por segundo -

, sem que haja conseqüências negativas na geração de energia elétrica no complexo de Paulo Afonso. O Rio São Francisco, que teve prioridade inicial de geração e irrigação, corre inteiramente no Semi-árido sobre uma geologia cristalina, na qual seus afluentes têm caráter temporário. Este aspecto, por resultar numa constante diminuição de sua vazão ao longo do tempo, obrigou a CHESF a construir a represa de Sobradinho para manter a sua vazão em patamares seguros ao processo de geração. Ocorre que a represa de Sobradinho tem operado em regimes críticos - em janeiro de 98 ela apresentava um volume útil de geração de apenas 13% - nos levando a acreditar que praticamente o rio voltava a correr no seu leito como antes de ser represado. Não vamos ter água suficiente para gerar energia elétrica, irrigar e abastecer as cidades.

Se o problema é levar água ao Nordeste, por que não se pensar na integração das bacias Tocantins/São Francisco, na qual, o custo para esta operação, segundo informações seguras de técnicos da CHESF, é da ordem US\$ 116 milhões, em detrimento dos US\$ 1,01 bilhões que é o verdadeiro custo da Transposição do Rio São Francisco? É uma alternativa que não deverá ser descartada.

Com tudo isso, fico surpreso com o silêncio da CHESF com relação a esta problemática. Acho que o momento é extremamente oportuno para a manifestação da instituição, que, no meu entender, é uma das principais responsáveis pelo desenvolvimento da região nordeste, onde o fator Água é a sua principal razão de ser.

Finalmente, gostaria de alertar o Ministro, que o povo, aos pouquinhos, vai aprendendo as lições do dia-a-dia. Quando as alternativas políticas resultam em aperto monetário, e esta, fatalmente, será uma delas, a população costuma escolher aquela mais simples e consistente técnica e financeiramente. Outras eleições estão por vir e aconselho os políticos a não cometerem erros dessa natureza, sob pena de terem dificuldades de se eleger, até quando o pleito for para vereador.

- Transposição do Rio São Francisco: possibilidades técnicas versus vontade política.

A SUDENE, nos seus 35 anos de existência, acumulou um acervo de informações técnicas sobre o Nordeste que reputamos como invejável. Como temos informações praticamente sobre tudo da região, chegamos ao ponto de acreditar que, para a solução de seus problemas, é necessário apenas vontade política e nada mais, uma vez que as informações já estão facilmente ao alcance das pessoas.

Esta assertiva nos parece até certo ponto verdadeira, mas é importante que se alerte aos políticos que esta vontade tem que necessariamente estar atrelada à informações técnicas confiáveis para que tragam os resultados desejados.

Recentemente, o nosso Presidente veio ao Nordeste trazer recursos para um programa que chamou "Compromisso pela vida do Rio São Francisco" (matéria publicada nos principais jornais de Recife do dia 6 de junho de 1995). O Presidente, junto a sua comitiva, foi à nascente do rio, tomou um pouco de

água e transmitiu sua mensagem de apoio à transposição de suas águas dizendo que "O Rio é generoso e não há de secar porque os estados nordestinos pegam um pouquinho aqui e ali".

Temos em nosso poder alguns documentos que atestam tecnicamente a inviabilidade da transposição. Um deles foi elaborado pela Gerência da Divisão de Planejamento da Geração Elétrica, da Companhia de Eletricidade da Bahia-COELBA. Nele, há uma perspectiva de redução significativa da oferta de energia elétrica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, caso se concretize a transposição. Segundo o documento, na primeira etapa do projeto, a retirada de uma vazão de 50 m³/s do leito do São Francisco e o bombeamento desse volume d'água, vencendo um desnível de 160 m (correspondente a diferença de nível entre a beira do rio, na cidade de Cabrobó (PE) e o ápice da Chapada do Araripe em Jatí-CE), até chegar aos rios a serem perenizados, provocarão uma redução na geração de energia nas usinas da CHESF a jusante de Sobradinho (Itaparica, Moxotó, Complexo Paulo Afonso e Xingó), da ordem de 218 Mw.ano (126 Mw.ano que vão deixar de ser produzidos devido a redução da vazão do rio e 92 Mw.ano que vão ser gastos no bombeamento da água).

Na segunda etapa do projeto, o montante da água a ser retirado passa de 50 para 260 m³/s. Nesta situação a redução de geração nas usinas da CHESF a jusante de Sobradinho passa para 655 Mw.ano e a energia necessária para bombear a água chega a 478 Mw.ano, totalizando uma redução na oferta de energia de 1133 Mw.ano. Este valor, segundo o documento, supera em 23% a previsão do requisito da COELBA para o ano de 1995, que é de 920 Mw.ano.

Para efeito comparativo, exemplifica o documento, os requisitos de energia previstos pelas empresas CEPISA (PI), SAELPA (PB), CEAL (AL) e ENERGIPE (SE) para o corrente ano (1995) atingem, respectivamente, 146, 199, 188 e 185 Mw.ano, portanto inferiores ao impacto verificado na primeira etapa do projeto, de 218 Mw.ano.

Com a recente entrada em operação da Usina de Xingó, o balanço de energia do sistema interligado N/NE, sem considerar a transposição, é positivo até o ano de 2001. Com o projeto de transposição, esse balanço já se torna negativo em 1998, indicando a necessidade imediata de antecipação das obras de geração de energia, com a construção das usinas SACO, ITAPEBI e TUCURUÍ II, que têm o custo orçado em US\$ 2.747,5 milhões.

Outro documento a que fazemos referência é a carta n. 12 do Instituto Miguel Calmon-IMCI, tornada pública em maio de 1983, a qual faz um alerta sobre a possibilidade de faltar água no rio São Francisco, caso o governo implemente o projeto de transposição de suas águas. Segundo este documento, uma vez regularizada a vazão do rio em 3170 m³/s, o potencial de aproveitamento hidrelétrico, que pode ser utilizado para irrigação, é de apenas 30% deste volume, ou seja, 1060 m³/s suficientes para irrigar um milhão de ha no semi-árido. Os projetos de irrigação, em diversos estágios de execução implantados em suas margens, já àquela época, somavam uma área de aproximadamente 738.981 ha e comprometiam 74% do potencial de irrigação do velho Chico existindo, além do mais, uma área potencial adicional de cerca de 517.000 ha com possibilidades técnicas de irrigação. Acrescentando os cerca de 739 mil ha, aos 517 mil ha com áreas potenciais, tem-se uma oferta equacionada de 1.255.981 ha de área irrigável, nos limites do razoável para

garantir a segurança na seleção das melhores áreas a serem irrigadas no Nordeste. É o limite do volume d'água do Rio. Mas neste contexto de abundância de ótimas áreas com potencial de irrigação, prossegue o documento, pensar em conduzir suas águas através de extensos e quilométricos canais (fala-se em 200 km até o Ceará) é, para ser delicado, uma grande estultice. Com as características de irrigação e o potencial do Vale do São Francisco, qualquer solução que reduza este potencial ignora o nível de conhecimentos e de estudos já havidos nesta direção.

O último documento a que fazemos referência diz respeito à posição do Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco-CEEIVASF, reunido em Salvador em maio de 1994, e foi elaborado com a participação de integrantes de diversas instituições regionais afetas ao assunto. Neste documento, entre outras considerações, os participantes entenderam que, diante dos números apresentados pelo projeto de transposição, a retirada de 280 m³/s a jusante de Sobradinho, continuamente, implicaria na redução de 2,6 Mw médios por metro cúbico por segundo e que a energia necessária para recalcar cada metro cúbico a 160 m de altura, seria de 1,6 Mw. O comprometimento total seria de 1176 Mw, o que é maior que a geração de Sobradinho (1050 Mw), maior que toda a energia comercializada pela COELBA ou ainda superior à energia requerida em 1995 pelos Estados de Sergipe, Alagoas, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, juntos. Prossegue o documento afirmando que o custo da energia necessária para conduzir a vazão contínua de 280 m³/s seria, de US\$ 130 milhões, por ano, (a custo da tarifa de maio de 1994), importância suficiente para colocar 13.000 ha em operação por irrigação pública na bacia do São Francisco anualmente.

Somado a estes problemas, não se pode deixar de considerar o intenso potencial evaporimétrico da região, que pode chegar a 2000 mm anuais, devido a grande quantidade de radiação solar existente (considerações nossas). Este fenômeno irá ter conseqüências diretas na evaporação exacerbada da água nas centenas de quilômetros de canais a céu aberto existentes no projeto, refletindo, igualmente, no agravamento dos problemas de geração e bombeamento da água.

Estas informações deveriam chegar ao Presidente constantemente, para subsidiá-lo na tomada de suas decisões. Da forma como o assunto foi tratado em sua visita aqui no Nordeste, certamente elas não lhe estão chegando. Ficamos até com um pouco de curiosidade em saber o que é que o Presidente entende por "pegar um pouquinho aqui e ali" quando se refere a generosidade do Rio em termos de fornecimento de água. Para evitar interpretações dúbias seria mais interessante S.Exa. rever seus conhecimentos sobre esta realidade regional com base nas informações técnicas existentes acerca de um assunto tão polêmico nos dias atuais, e desprezar opiniões e interesses puramente pessoais. Se assim não for feito, ele poderá estar cometendo um erro grave e de conseqüências difíceis de serem avaliadas. É como comparar a transposição das águas do São Francisco a uma empadinha de camarão servida em lanchonete de mercado público. Num primeiro lance de vista parece um apetitoso petisco mas depois de saboreá-la, os seus efeitos são por vezes desastrosos.

- Transposição do velho Chico: de adivinhão a profeta

Não ficamos surpresos ao lermos, na edição do Diário de Pernambuco do dia 18/03/99, a manchete: " O Nordeste vai ter que importar energia".

Ao longo do nosso trabalho de pesquisa na Fundação Joaquim Nabuco, temo-nos dedicado às questões do Nordeste semi-árido e, em

particular, à questão da água, tornando públicas na Internet nossas idéias e, no acervo ali publicado, a questão da Transposição do São Francisco se faz presente de maneira marcante. No nosso trabalho, temos procurado, de certa forma, desmistificar a crença popular de que a água é o único elemento natural redentor da região seca brasileira elencando, na medida do possível, outras opções igualmente importantes, notadamente a pecuária e o cultivo de plantas xerófilas, como promotoras do desenvolvimento da região.

Acerca da transposição das águas do São Francisco, relatamos algumas questões, na relação de textos que se encontra disponível na Internet, no endereço: <http://www.fundaj.gov.br/docs/text/textrop.html>, as quais atestam a inviabilidade técnica de se transpor suas águas, vindo a culminar no que já era previsto e prontamente divulgado pela mídia: a falência do rio São Francisco como recurso natural gerador e supridor da demanda de energia elétrica no Nordeste brasileiro.

Com as observações existentes nos nossos textos, principalmente no tocante à redução da vazão do rio, queremos chamar a atenção do leitor do quanto estamos preocupados com a questão da transposição das águas do São Francisco e, em especial, com a problemática da geração de energia elétrica no Nordeste. Ao lermos a matéria do Diário de Pernambuco, percebemos que nossas idéias têm fundamento. Nela, o Diretor de Operações da CHESF, Dr. Paulo de Tarso, fala da necessidade de o Nordeste ter que comprar, da Usina de Tucuruí (PA), cerca de 800 megawatt/hora de energia, o equivalente a 15% do consumo médio nordestino, devido a problemas de acumulação de água na represa de Sobradinho e, conseqüentemente, de regularização da vazão do rio para geração de energia. Segundo informações fornecidas pela CHESF, Sobradinho acumulou, até fevereiro/99, apenas 43% de sua capacidade, que é de 34 bilhões de m³ e, com as chuvas que caíram na região do São Francisco, nos primeiros quinze dias do mês de março/99, o reservatório alcançou, no máximo, 55%. Para se ter uma idéia da amplitude desse problema, no mesmo período do ano passado, Sobradinho estava com 98% de sua capacidade de armazenamento de água.

Lembramos ao leitor que essa situação é real, está sendo vivida atualmente e, o que é pior, ainda sem a transposição das águas do São Francisco. Imaginem agora, uma situação na qual, mesmo havendo problemas de acumulação de água nos reservatórios, tivéssemos utilizando água para fins de abastecimento das populações. Seria uma situação insustentável e que poria em risco todo o sistema gerador de eletricidade do Nordeste.

Ao ler nossos textos, que estão na Internet desde 1994, é possível que alguns leitores tenham pensado tratar-se de manobras de pura reflexão sobre um tema tão polêmico na atualidade, podendo chegar, até mesmo, a encontrar um certo grau de adivinhação nas nossas observações mas, após a leitura da matéria do Diário de Pernambuco, esses mesmos leitores, provavelmente, irão perceber um certo teor de profecia nelas e, esperamos nós, que não seja com nuances apocalípticas.

- Vontade política é a verdadeira seca do Nordeste

Já é mais do que sabido que as secas do Nordeste são periódicas e, enquanto fenômeno natural, não há como combatê-las. Todavia, os seus efeitos podem ser enfrentados com tecnologias apropriadas, tornando possível a convivência do homem com o meio árido.

Quando tratamos de tecnologias agrícolas para o Semi-árido - entendidas aqui como aquelas fixadoras do homem no campo - temos que ter em mente um ponto que é fundamental: a exploração, e com muita competência, da capacidade de suporte da região. Neste aspecto somos otimistas.

O Nordeste brasileiro tem 1600 000 km² e apenas 2% dessa área são passíveis de irrigação. Apesar de restrita, devido a problemas de qualidade de solos, bem como de quantidade e qualidade de água, a região poderá vir a ser um dos maiores pólos de fruticultura do mundo. Estima-se o potencial irrigado do Vale do Rio São Francisco em aproximadamente 1 milhão de hectares. Como termo de comparação, o Chile, país com clima temperado, produziu no ano de 1997, em aproximadamente 200 mil hectares irrigados, algo em torno de 1,5 bilhão de dólares em frutas. Temos, seguramente, nas margens do São Francisco, a capacidade de produzir cinco vezes mais do que o Chile, com uma vantagem adicional: o nosso semi-árido é o único no mundo localizado em uma região tropical, significando dizer que não temos a ocorrência de neve nos invernos. Este aspecto, aliado a intensa insolação - o semi-árido tem aproximadamente 3000 horas de sol por ano - e com técnicas avançadas de irrigação, possibilita até 3 colheitas por ano. As produções da uva, da manga e do melão são bons exemplos nas margens do São Francisco.

Fala-se muito no extenso lençol de água no subsolo do Nordeste, e que sua exploração poderia ser a solução para resolver de vez os problemas hídricos da região. Não é bem assim. Nesse aspecto, temos que ter um pouco de cautela. Água de subsolo só existe quando a geologia assim o permite. As áreas sedimentares que possibilitam a acumulação de água no subsolo são muito esparsas na região. No Semi-árido, o estado do Piauí é o que apresenta um maior percentual de áreas sedimentares (praticamente todo o estado) e tem demonstrado exemplos de fartura hídrica, a exemplo dos poços jorrantes no município de Cristino Castro. Quando houver possibilidade de exploração das águas destas áreas no Semi-árido, vamos assim fazê-lo. O que não se pode é extrapolar o exemplo do Piauí para o Nordeste como um todo. Nos demais estados, as áreas sedimentares são por demais esparsas não justificando aquela premissa inicial de exploração intensa das águas do subsolo. Para se ter uma idéia do problema, 70% do Semi-árido encontram-se sobre um embasamento cristalino, no qual as únicas possibilidades de acesso a água ocorrem através de fraturas nas rochas cristalinas e nos aluviões próximos a rios e riachos. Em geral, essas águas são poucas e extremamente salinas.

Paralelamente à questão da água do subsolo da região, fala-se muito, nos dias de hoje, na polêmica transposição das águas do Rio São Francisco como alternativa redentora para mitigar a sede dos nordestinos. Esta questão precisa ser tratada com cuidado. As prioridades iniciais do Rio São Francisco foram para gerar energia elétrica e irrigar. Isto deveria ser encarado como uma questão de segurança nacional. O rio, por ter o seu curso no Semi-árido inteiramente sobre regiões cristalinas, apresenta, como de regra, afluentes com caráter temporário. Esse aspecto traz, como conseqüência, uma redução de sua vazão no período de estiagem. Para solucionar este problema, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF construiu a represa de Sobradinho para manter a vazão do rio em patamares adequados à geração de energia elétrica no complexo de Paulo Afonso. Sabemos, no entanto, que Sobradinho tem operado em regimes críticos - em janeiro de 1998 apresentava apenas 13% de sua capacidade de acumulação - voltando à tona as ruínas das

idades que foram submersas com o represamento de suas águas, significando dizer que o rio praticamente havia voltado ao leito normal como antes de ser represado. Somado a esse problema da vazão, é importante esclarecer que o uso da água do São Francisco na irrigação é consuntivo, ou seja, a água não retorna ao rio após ser levada até as culturas. Nesse quadro de penúria hídrica, querer-se subtrair mais água do rio para abastecimento das populações é, na melhor das hipóteses, uma ação incoseqüente. Certamente não teremos água para atender a tudo isso (geração, irrigação e abastecimento). Ação muito mais coerente, quanto a este aspecto, seria a de se propiciar um melhor gerenciamento no uso das águas das grandes represas do Nordeste. Orós, no estado do Ceará, por exemplo, que possui 2 bilhões de m³ de água, até hoje não justificou o porquê da sua construção. As águas estão lá evaporando e não se conhece um projeto de envergadura que justifique a sua condição de maior represa do Ceará. O Estado da Paraíba saiu na frente na campanha de um bom gerenciamento das águas de represas. Está para ser concluído o canal Redenção que irá transportar as águas dos açudes Coremas/Mãe D'água para irrigação nas várzeas de Souza. A represa Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, que chega a ser até um pouco maior que Orós (possui 2,2 bilhões de m³) está irrigando os municípios de Açu e Ipanguaçu e têm surgido vários pólos interessantes de fruticultura na região. O bom uso das águas das represas, ao nosso modo de entender, seria uma alternativa mais coerente na atual conjuntura em detrimento da alternativa de transposição das águas do São Francisco.

Outro aspecto importante e merecedor de atenção como alternativa produtiva no Semi-árido é o setor extrativista vegetal. Temos no Semi-árido uma riqueza enorme de plantas adaptadas ao ambiente seco que poderiam ser economicamente exploradas. Citamos alguns exemplos: como produtoras de óleos, Catolé, Faveleira, Marmeleiro e Oiticica; de látex, Pinhão, Maniçoba; de ceras, Carnaúba; de fibras, Bromeliaceas; medicinais, Babosa, Juazeiro; frutíferas, Imbuzeiro e as forrageiras de um modo geral. Temos um número de plantas enorme e praticamente não se conhece nada sobre elas. Ações de governo, nesse sentido, seriam importantíssimas.

A pecuária talvez seja a mais importante das alternativas para a região seca, principalmente por se tratar de uma região carente em proteína. Ações realizadas com sucesso no Cariri paraibano, especificamente no Município de Taperoá, têm demonstrado que o cultivo da palma e a fenação de forrageiras resistentes à seca como é o caso do capim Buffel e do Urocloa, aliados a criação de um gado igualmente resistente e de dupla aptidão (carne e laticínios) a exemplo do Guzerá e do Sindi oriundos dos desertos da Índia, e de pequenos ruminantes melhorados geneticamente (caprinos e ovinos) têm possibilitado a sobrevivência digna do homem na região. A piscicultura é outra alternativa que poderá ser desenvolvida através da utilização do potencial de açudes já instalados. Ações governamentais que dêem suporte aos produtores, sejam eles pequenos ou grandes, principalmente no setor crédito, são importantes e oportunas.

No que diz respeito à produção de grãos, entendemos que esta prática deveria ser banida dos limites do Polígono das Secas. A instabilidade climática da região é severa e torna a produção de grãos uma verdadeira loteria. Não podemos expor o homem nordestino a situações vexatórias. Estudos da EMBRAPA atestam que as colheitas seguras, nos limites do Semi-árido, ocorrem em apenas 20% dos casos. Em 10 anos agrícolas, apenas 2 apresentam colheitas com sucesso. Este percentual é muito baixo se levarmos em consideração que a fome dos animais, aí incluído o homem, ocorre em 100%

dos casos. Um animal que não se alimenta hoje, inexoravelmente amanhã estará com fome. Atualmente, basta a ocorrência de uma única chuva para levar os governos estaduais a abarrotarem o Semi-árido com sementes selecionadas, e acharem que esta prática é sinônimo de boa administração. O que ocorre, na maioria das vezes, é que outras chuvas demoram a cair e todo o trabalho do nordestino no preparo do solo e plantio é desperdiçado, e o que é pior, ele normalmente não dispõe de outra alternativa que lhe garanta o sustento e a vida. Muitas vezes termina por se alimentar de palma - alimento que é fornecido aos animais - como única opção de alimento disponível, como se verificou recentemente aqui em Pernambuco. Como produzir grãos numa região com problemas climáticos tão sérios, se podemos produzir, e com competência, a proteína animal em termos de carne, leite e peixes e, a partir desses produtos, adquirir os grãos necessários à alimentação, produzidos em outras localidades do país, com condições mais propícias para assim fazê-lo ? É uma questão de se adequar uma política agrícola, que efetivamente não temos, à uma realidade regional. Neste aspecto somos pessimistas.

Entendemos que os políticos, isso em regra geral, costumam fazer política com o sofrimento e a miséria do povo. As alternativas de produção existem e não são implementadas porque, na verdade, tem faltado aos administradores públicos a indispensável vontade política para definir ações estruturadoras no Semi-árido. E tem faltado porque concretizá-la significa contrariar interesses, muitas vezes situados na base de apoio parlamentar do governo. É exatamente aí onde está a nossa verdadeira seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARGONZALEZ, R. - **O Desenvolvimento do Nordeste Árido**, Vol 1 e 2, Ministério do Interior, DNOCS, Fortaleza-CE, 1984.

ANDRADE, Gilberto Osório de; LINS, Rachel Caldas- **Os Climas do Nordeste**, In: As Regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização, CONDEPE, Pg. 95/138, Recife, 1971.

AUDRY, Pierre; SUASSUNA, João- **A Qualidade da Água na Irrigação do Trópico Semi-árido: um estudo de caso**, In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação, Pesquisa e Desenvolvimento, Anais do Encontro, SUDENE e Embaixada da França, Recife, 11 a 13 de dezembro de 1990.

AZEVEDO, H; MATOS, J. - **Avaliação da Performance de Dez Módulos de Irrigação em Pequenas Propriedades do Semi-árido Paraibano**, In: Seminário franco-brasileiro de pequena irrigação, pesquisa e desenvolvimento, SUDENE/Embaixada da França, Recife, 11 a 13 de dezembro de 1990.

AYRES. R.S. & WESTCOT, D.W. - **A Qualidade da Água na Agricultura**. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros, F.A.V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 1991. xxviii, 218p.: il, 22cm (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1)

BERNARDO, Salassier- **Manual de Irrigação**, 3a ed., Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1984, 463 pg.

CAMPELLO, Sívio – **Modélisation de L'écoulement sur de Petits Cours D'eau do Nordeste (Brésil)**, Thèse, ORSTOM, Paris, VI, 121 p.

CARVALHO, O. de - **Plano Integrado para o Combate Preventivo aos Efeitos das Secas no Nordeste**, MINTER, Série Desenvolvimento Regional, ndeg. 1, Brasília-DF, abril/ 1973.

_____ - **O Nordeste Semi-árido: questão de economia política**. Campinas, UNICAMP, 1985 b. (Tese de Doutorado).

_____ - **A Economia Política do Nordeste (Secas, Irrigação e Desenvolvimento)**, - Rio de Janeiro: Campus; Brasília: ABID, 1988

CEDERSTROM, D. J. - **Água Subterrânea: uma introdução**, USAID, Rio de Janeiro, 1964, 280 pg.

CEEIVASF – **Nota sobre a Transposição de Águas do Rio São Francisco**, Salvador, mai/1994, cópia xerográfica, 9 p.

CHADA FILHO, L. – **Água Subterrânea em Rochas Pré-cambrianas do Nordeste**, *Água Subterrânea*, Recife, 1 (3):21-31, jun./ago., 1965.

COELBA – **Influência da Transposição de Vazão do Rio São Francisco no Sistema Energético do Norte/Nordeste**, Gerência da Divisão de planejamento da geração elétrica, cópia xerográfica, Salvadorjun/1994, 6 p.

COELHO, Jorge – **Tecnologia Agrícola para o Semi-árido Brasileiro**, Recife, 1988.

_____ – **SOS São Francisco**, Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA), Recife, jun/1994.

_____ – **A Farsa da Transposição das Águas do São Francisco e da Irrigação**, Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA), Recife, jul/1994.

COMISSÃO ESPECIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO – **Relatório final**, Senado Federal, Volume I, Brasília, 1995, 178 p.

COMISSÃO ESPECIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO – **Notas Taquigráficas dos Painéis e Exposições**, Senado Federal, Volume II, Brasília, 1995, 298 p.

CORDEIRO, G. – **Caracterização dos Problemas de Sais dos Solos Irrigados do Projeto São Gonçalo**, Tese de mestrado, Campina Grande, UFPB, 1978, 108 p.

BOTELHO, Caio Lócio - **Interligação do Tocantins com o São Francisco e o Jaguaribe**, *Jornal do Comercio*, Recife, PE, Caderno Opinião, 17 de junho de 1998.

DEMÉTRIO, J.G.A.; DOHERTY, F.R.; ARAUJO FILHO, P.F. de; SCHEFFER, S. – **Qualidade de Água Subterrânea no Nordeste Brasileiro**, UFPE/IPA/LAMEPE, Comunicação Oral, In: 45ª Reunião Anual da SBPC, Anais da Reunião, Recife-PE, 11 a 16 de julho de 1993, pg. 79.

DUARTE, Renato Santos – **A Seca no Nordeste: de Desastre Natural a Calamidade Pública**, Trabalhos para discussão, nº 89/99, FUNDAJ, Mar/99, 25 p.

DUQUE, José Guimarães - **Solo e Água no Polígono das Secas**, Coleção Mossoroense, Vol. CXLII, 5a Ed., Mossoró, 1980 a.

_____ - **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**, Coleção Mossoroense, Vol. CXLIII, 3a Ed., Mossoró, 1980 b.

GOES, Edivaldo Sobral de - **O Problema de Salinidade e Drenagem em Projetos de Irrigação do Nordeste e a Ação da Pesquisa com Vistas a Seu Equacionamento**, IN: Anais da reunião sobre salinidade em áreas irrigadas, Min. do Interior/SUDENE, Fortaleza, 4 e 5 de maio de 1978.

GOUVEIA, Glauce - **Plano Muda Cara do Semi-árido**, Diário de Pernambuco, Recife, PE, Caderno Economia, 27 de setembro de 1998.

GLOBO CIÊNCIA - **O Planeta está Secando**, Ed. Globo, Ano 8, nº 85, Ago/98.

IBGE - **Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste**, Rio de Janeiro, 1985.

INSTITUTO MIGUEL CALMON – **São Francisco e o Milagre de Multiplicação das Águas, ou de como não é Possível Irrigar o Semi-árido de Todo o Nordeste com as Águas do Rio São Francisco**, cópia xerográfica, mai/1983, 3 p.

LARAQUE, Alain - **Comportements Hydrochimiques des “Açudes” du Nordeste Bresilien Semi-aride: evolutions et previsions pour un usage en irrigation**, Universite de Montpellier, Paris, 1991, These de Doctorat.

LEPRUN, J.C. - **Primeira Avaliação das Águas Superficiais do Nordeste: relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro**, Recife, SUDENE-DRN, 1983, Pg. 91-141, Convênio SUDENE/ORSTOM.

MOLLE, François; CADIER, Eric - **Manual do Pequeno Açude: construir, conservar e aproveitar pequenos açudes**, SUDENE/ORSTOM/TAPI, Recife, 1992.

MOLINIER, M; AUDRY, P; DESCONNETS, J.C.; LEPRUN, J.C. - **Dinâmica da Água e das Matérias num Ecossistema Representativo do Nordeste Brasileiro: condições de extrapolação espacial à escala regional**, ORSTOM, Recife, 1989.

- OLIVEIRA, Francisco Tarcizio Goes de; BATISTA DA SILVA, João - **Retorno de Investimento em Pesquisa Feita pela EMBRAPA: contribuição ao controle dos efeitos da seca no Nordeste**, IN: Quinto Livro das Secas, Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Fundação Guimarães Duque, Coleção Mossoroense, Vol. CXCI, 1983, pg. 171 - 194.
- OLIVEIRA, Luiz Bezerra – **Avaliação da Salinização dos Solos sob Caatinga no Nordeste do Brasil**, Universidade Federal da Viçosa, Departamento de Solo, 1998.
- PESSOA, Dirceu; GALINDO, Osmil – **Transposição do Rio São Francisco: a dimensão sócioeconômica**, Recife:FUNDAJ, Editora Massangana, 1989.
- PESSOA, Dirceu; CAVALCANTI, Clóvis – **Caráter e Efeitos da Seca Nordestina de 1970**, SUDENE, Recife, 1973. Recife:FUNDAJ, Editora Massangana, 1989.
- REBOUÇAS, A. da C.; GASPARY, J. – **Perspectives sur L'utilisation des Eaux Souterraines dans le Nort-est brésilien**, Terres et eaux, Paris, 19 (49): 17-33, oct./dec., 1966.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha; GASPARY, J. – **As Águas Subterrâneas do Nordeste: estimativas preliminares**, SUDENE, Recife, Divisão de Documentação, 1966, 29 p.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha; MARINHO, M. E. – **Hidrologia das Secas do Nordeste do Brasil**, SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, Recife, 1972, 12 p. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 40).
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha – **Água na Região Nordeste: desperdício e escassez**, Estudos Avançados, 11 (29), 1997 a, 127-154 p.
- _____ – **Panorama da Água Doce no Brasil**, Academia Brasileira de Ciências/CNPq, 1997 b, 59-113 p.
- REVISTA GLOBO RURAL – **Água: resultado líquido**, Ed. Globo, Ano 14, n° 162, Abr/99.
- REVISTA VEJA - **Tudo pela Água**, Ed. Abril, Ano 32, n° 15, 14/04/99.
- REVISTA DA SIEMENS - **Água Valiosa**, New World, n° 01, Fev/98.
- SECTMA – **Relatório sobre a Transposição do Rio São Francisco e as Atuais Necessidades de Recursos Hídricos do Nordeste**, Recife, PE, março de 1995.
- SECTMA - **Plano Estadual de Recursos Hídricos**, Sinopse, Recife, PE, agosto de 1998.
- SMART, W. M. – **A Origem da Terra**, Zahar, Rio de Janeiro, 1961, 229 p.

SOUZA SILVA, A.; 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 (SIP), Série Documentos nº 66, EMBRAPA/CPATSA, Petrolina PE, 1990.

STAMFORD DA SILVA, Alexandre - **Alterando o Trade off entre a Utilização das Águas para Geração de Energia Elétrica e para a Irrigação, pelo uso de Aquecimento Solar à Luz de um Modelo Econômico de Crescimento Ótimo**, Plano de Tese, UFPE, Recife, PE, 1998.

SUASSUNA, J.; 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**, CNPq/BID/PDCT-NE/FUNDAJ, Recife, setembro de 1992 a, Pg. 318.

SUASSUNA, João; AUDRY, Pierre - **Estudo da Salinidade de Águas Utilizadas em Pequena Irrigação no Nordeste e da sua Evolução Sazonal, durante os anos de 1988 e 1989**, CNPq/ORSTOM/FUNDAJ, Informe Técnico In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Anais do Simpósio, Recife, 25 a 27 de novembro de 1992 b, Pg. 303-305.

SUASSUNA, João; AUDRY, Pierre - **Estatísticas de Salinidade das Águas de Irrigação do Nordeste Semi-árido Brasileiro**, ORSTOM/FUNDAJ, Comunicação Oral In: 45a Reunião Anual da SBPC, Anais da Reunião, Recife, 11 a 16 de julho de 1993, Pg. 53.

SUASSUNA, João; AUDRY, Pierre - **A Salinidade das Águas Disponíveis para a Pequena Irrigação no Sertão Nordestino: caracterização, variação sazonal e limitações de uso**, CNPq/FUNDAJ/ORSTOM, Recife, Junho de 1995, 128 pg.

SUASSUNA, João - **Opções e Limitações Tecnológicas para a Região Semi-árida do Nordeste**, Encarte agrícola do Diário de Pernambuco, Recife, 09 de junho de 1989.

_____ – **O PDCT/NE e a Pequena Irrigação no Nordeste**, IN: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação, Pesquisa e Desenvolvimento, Anais do Encontro, SUDENE e Embaixada da França, Recife, 11 a 13 de dezembro de 1990.

_____ - **A pequena Irrigação do Nordeste: algumas reflexões**, In: Caderno de Estudos Sociais, FUNDAJ, vol. 9, nº 1, pg. 121-142, janeiro/junho, 1993.

_____ - **A Pequena Irrigação no Nordeste: algumas preocupações**, Revista Ciência Hoje, vol. 8, nº 104, SBPC, pg. 38-43, outubro, 1994.

_____ – **Difusão de Tecnologia Agrícola: uma experiência no Nordeste brasileiro**, Fundação Joaquim Nabuco, IN: Ciência & Trópico, V. 24, nº 1, jan/dez, 1996.

SUASSUNA, Marcos Vilar. - **Contribuição ao Estudo da Desidratação Relativa**, Universidade do Recife, Tese de cátedra, Recife, 1960, 195 p.

VALDIVIESO-SALASAR, C; CORDEIRO, G. – **Perspectivas de Uso da Águas Subterrâneas do Embasamento Cristalino no Nordeste**, Ministério da Agricultura, EMBRAPA/CPATSA, Série Documentos nº 39, Petrolina – PE, nov/1985.

WALTER, Heinrich - **Vegetação e Zonas Climáticas: tratado de ecologia global** (tradutoras Anna Terzi Giova, Hildegard T. Buckup), revisão técnica e notas Antônio Lamberti. - São Paulo: EPU, 1986.

[1]Classificação proposta por técnicos do Laboratório de Salinidade de RIVERSIDE, USA, baseada na Condutividade Elétrica-CE, como indicadora do perigo de salinização do solo, e na Razão de Adsorção de Sódio-RAS, como indicadora do perigo de sodificação do mesmo. Nesta classificação, tanto a CE, como a RAS são expressas em quatro intervalos de classes, de acordo com os perigos que as mesmas podem proporcionar ao solo. O esquema abaixo mostra os valores das classes estipulados em RIVERSIDE.

CLASSES DE PERIGO	PERIGO / SALINIZAÇÃO (μ SIEMENS/Cm)	PERIGO / SODIFICAÇÃO (RAS)
Baixo (1)	100 < 250 (C1)	0 < 10 (S1)
Médio (2)	> 250 < 750 (C2)	> 10 < 18 (S2)
Alto (3)	> 750 < 2250 (C3)	> 18 < 26 (S3)
Muito alto (4)	> 2250 (C4)	> 26 (S4)

Assim, no exemplo citado de C3S3, significa tratar-se de uma água que possui um "alto" perigo de salinizar e sodificar o solo, por apresentar uma (CE) compreendida entre 750 e 2250 microsiemens/cm (C3) e uma RAS entre 18 e 26 (S3).

Postado há 25th May 2016 por [João Suassuna](#)