

A Água como fator de segurança nacional

<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/a-agua-como-fator-de-seguranca-nacional>

Fundação Demócrito Rocha - Fortaleza, CE / Handbook 1

O Projeto de "Convivência com o Semiárido", realizado pela Fundação Demócrito Rocha, busca fortalecer uma nova visão sobre o Semiárido em que o “combate” às suas adversidades foi substituído por “convivência”. A mudança, mais que léxica, foi fundamental para a redefinição e compreensão das ações sociais, econômicas, ambientais e culturais dos seres humanos que habitam esse ecossistema. Na nova visão, a população do Semiárido deve adaptar-se ao ambiente, respeitando a natureza e associando-se a ela. Por tudo isso, conviver na região de características semiáridas no Nordeste do Brasil é uma oportunidade para exercitar a resiliência humana. Afinal, não basta ser apenas forte para enfrentar suas adversidades. É preciso, antes de tudo, também ser inteligente para aproveitar suas oportunidades e conviver de forma sustentável no ecossistema, transformando o pouco em muito, o feio em belo, a tristeza em alegria, o caminho em caminhada, a fé em atitude.

ÁGUA

OBJETIVO

Avaliar e consolidar o conjunto de informações e ações sobre os recursos hídricos do Semiárido brasileiro, visando o estabelecimento de um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água como elemento estruturante para implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

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 semiárida 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, pura utopia[1].

Sua importância é inegável, sobretudo numa região com uma população estimada em cerca de 50 milhões de pessoas. Mas a forma de como esta questão está sendo tratada é equivocada e, em muitos casos, inconsequente, 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.

Levando-se em consideração a grande contradição existente no discurso sobre o uso da água e o real potencial oferecido pela região, é que o presente HandBook foi realizado, fruto da análise de trabalhos de diversos autores, de 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 esses trabalhos, vislumbrou-se a necessidade de se esquematizar o documento em alguns temas de acordo com os assuntos nele 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 implantação do polêmico projeto de transposição do rio São Francisco, atualmente considerado redentor das questões do abastecimento do Semiárido.

Água no planeta: origem, quantidades globais e consumo potencial

A origem^[2] da água na terra se deu em dois momentos distintos: 1) através da dissipação, numa primeira fase, do vapor de água existente na atmosfera primitiva, devido às altas temperaturas ambientes, reduzindo-as, significativamente e 2) através de um expressivo aporte de volume proveniente do interior do planeta que ocupou 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 muito quentes, em virtude de a água ter encontrado uma crosta terrestre menos aquecida.

A água inicialmente era pobre em minerais. 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 carreamento proveniente dos continentes, motivado pelas 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 (km ³)	%
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	2,125
. Lençóis subterrâneos	8.350.000	0,608
. Umidade do solo	67.000	0,005
. Lagos de água doce	125.000	0,009
. Quantidade anual escoada	38.830	0,003
Água existente na atmosfera	13.000	0,010

Fonte: REVISTA DA SIEMENS - Água Valiosa, New World, nº 01, Fev/98.

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 cerca de 7 bilhões de habitantes, dispõe na atualidade.

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. No ano 2000 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.

Relatórios[3] da Organização das Nações Unidas (ONU) repetem o diagnóstico cada vez mais alarmante: mais de 2,4 bilhão de pessoas - o equivalente a 34,2% da população mundial - não têm acesso a uma quantidade mínima aceitável de água potável, ou seja, água segura para uso humano. Se nada mudar no padrão de consumo, dois terços da população do planeta em 2025 - 5,5 bilhões de pessoas - poderão não ter acesso à água limpa. E, em 2050, apenas um quarto da humanidade vai dispor de água para satisfazer suas necessidades básicas. Portanto, caso os atuais meios de exploração dos recursos hídricos não forem revistos, 2/3 da população mundial vão passar sede até o ano 2025, ainda com o agravante de existirem, no planeta, 70 regiões em confronto[4] pelo controle de fontes de água potável.

Os quadros a seguir dão uma idéia do consumo médio de água por pessoa/dia em atividades domésticas normais, o consumo médio por animal/dia em atividades agrícolas, bem como as necessidades de água para se produzir alguns alimentos.

<i>ATIVIDADE</i>	<i>LITROS/PESSOA/DIA</i>
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, n° 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.

*Produtos**Necessidade em litros*

1 kg de açúcar	1.500
1 camiseta de algodão	2.700
1 xícara de café	140
1 kg de carne	15.500
1 copo de cerveja	75
1 kg de cevada	1.300
1 kg de frango	3.900
1 hambúrguer	2.400
1 litro de leite	1.000
1 kg de milho	900

1 ovo	200
1 fatia de pão	40
1 folha A4 de papel	10
1 kg de queijo	5.000
1 kg de soja	1.800
1 kg de trigo	1.300

Fonte: SUPER INTERESSANTE – [Me vê 16 mil litros de água](#), 2015, acesso no site em 14/07/2015

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 mundial (cerca de 7 bilhões de habitantes) em suas atividades domésticas normais, iremos obter volumes entre 224 e 413 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.

<i>CONTINENTE</i>	VOLUME (km³)
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 do Recife (localizada na Zona da Mata de Pernambuco, com pluviosidade média de 2000 mm/ano), que já passou por problemas de abastecimento, as águas chegavam às torneiras a cada nove dias, durante um intervalo de apenas dezessete horas. Considerada uma das maiores cidades do Nordeste, com aproximadamente 3.000.000 pessoas, Recife chegou a fornecer, apenas 50 litros diários de água para cada um de seus habitantes.

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 2.000 m³.

A distribuição da água no Brasil

O Brasil, segundo a ONU, é um país privilegiado[5] em termos de recursos hídricos, pois possui cerca de 12% de toda a água que escoia na superfície do planeta. Porém, a distribuição dessa água no território nacional é muito irregular: 72% desses 12% localizam-se na região Norte do país, cujo potencial médio de água doce nos rios é de cerca de 3.845 km³/ano e onde vivem, apenas, cerca de 7% da população do País. Muita água numa região com poucos habitantes. Enquanto isso, o Nordeste brasileiro (28% da população do país e potencial médio de água doce nos rios de 186,2 km³/ano) possui míseros 3%, 2/3 dos quais localizados na bacia do rio São Francisco. A indagação a ser feita é se o 1/3 restante representa volumes suficientes para o atendimento das demandas hídricas da população do Semiárido, estimada, atualmente, em 28 milhões de pessoas. Na avaliação subsequente, chega-se à conclusão de que esse volume é mais do que suficiente para esse atendimento.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu alguns parâmetros de disponibilidades[6] hídricas per capita para as diversas regiões do planeta, baseando-se nas ofertas volumétricas existentes nas mesmas para o atendimento às suas populações. Assim, considerou como *abundante* a região que apresentasse condições de disponibilizar, em termos volumétricos, mais de 20 mil m³/habitante/ano. Em uma escala decrescente de valores, estabeleceu como *muito rica* a região que possibilitasse o fornecimento de mais de 10 mil m³/habitante/ano; como *rica*, mais de 5 mil m³/habitante/ano; como *situação limite*, mais de 2,5 m³/habitante/ano; como *pobre*, menos de 2,5 m³/habitante/ano e, por último, como *situação crítica* a região capaz de fornecer menos de 1,5 m³/habitante/ano.

Quadro de disponibilidade per capita de água em diversas regiões do planeta, inclusive o território nacional.

Pais	Disponibilidade hídrica per capta (m ³ /hab/ano)	Estado brasileiro	Disponibilidade hídrica per capta (m ³ /hab/ano)
Abundante > 20.000			
Finlândia	22.600	Roraima	1.747.010
Suécia	21.800	Amazonas	878.929
		Amapá	678.929
		Acre	369.305
		Mato Grosso	258.242
		Pará	217.058
		Tocantins	137.666
		Rondônia	132.818
		Goiás	70.753
		Mato G. do Sul	39.185
		Rio G. do Sul	20.798
Muito Rico > 10.000			
Irlanda	14.000	Maranhão	17.184
Luxemburgo	12.500	Santa Catarina	13.662
Áustria	12.000	Paraná	13.431
		Minas Gerais	12.325
Rico > 5.000			
Portugal	6.100	Piauí	9.608

Grécia	5.900	Espírito Santo	7.235
Situação Limite > 2.500			
França	3.600	Bahia	3.028
Itália	3.300	São Paulo	2.913
Espanha	2.900		
Pobre < 2.500			
Reino Unido	2.200	Ceará	2.436
Alemanha	2.000	Rio de Janeiro	2.315
Bélgica	1.900	Rio G. do Norte	1.781
		Alagoas	1.752
		Distrito Federal	1.751
		Sergipe	1.743
Situação Crítica < 1.500			
		Paraíba	1.437
		Pernambuco	1.320

Fonte: SUASSUNA, João - A Água no Semiárido Brasileiro: potencialidades e limitações, Ecodebate, 2012.

Na primeira classe de disponibilidade (> do que 20.000 m³/hab./ano), estão considerados todos os estados da região norte, sendo Roraima o estado campeão em oferta de água do país. Dos estados nordestinos, pertencentes ao Semiárido, apenas o Piauí está em situação confortável (considerado um estado rico em ofertas hídricas, pelo fato de fornecer volumes superiores a 5.000 m³/hab./ano), fato este advindo de riqueza significativa de água em seu subsolo e da existência de um grande rio perene - o Parnaíba - que faz fronteira com o estado do Maranhão; o estado da Bahia (em situação limite em termos de oferta hídrica, com fornecimentos volumétricos superiores a 2.500 m³/hab./ano), chega a ter mais água do que o estado de São Paulo, por ser beneficiado pelas águas do rio São Francisco e possuir áreas sedimentares esparsas, mas significativas, em seu território. A situação dos demais estados nordestinos é preocupante (pobres em água, pelo fato de

fornecerem volumes inferiores a 2.500 m³/hab./ano), destacando-se, entre eles, a Paraíba e Pernambuco, como estados campeoníssimos em baixa oferta hídrica para os seus habitantes, cabendo a este último o fornecimento de apenas 1.320 m³/hab./ano. Apesar da pobreza hídrica reinante, vale destaque nessa classe de disponibilidade, o fato de o estado do Ceará, com 2.436 m³/habitante/ano, ter mais água do que a Alemanha, que só consegue disponibilizar 2.000 m³/habitante/ano.

Caracteres climáticos e edáficos da região Nordeste

Características geoambientais somam-se e definem um cenário de pouca abundância de água na região semiárida nordestina, onde as chuvas são extremamente mal distribuídas, tornando-se uma verdadeira loteria a sua ocorrência em pequenos intervalos: a influência direta de várias massas de ar como a Equatorial Atlântica, a Equatorial Continental, a Polar e as Tépidas Atlântica e a Caalariana que, de certa forma, interferem na formação do seu clima, mas que adentram o interior do Nordeste com pouca energia, influenciando não apenas nos volumes das precipitações caídas (no Semiárido as precipitações estão entre 500 e 800 mm ao ano) como, e principalmente, no intervalo entre as chuvas; o fenômeno El Niño, que interfere principalmente no bloqueio das frentes frias vindas do Sul do país, impedindo a instabilidade condicional na região (chuvas); e ainda, a formação do dipolo térmico atlântico, caracterizado pelas variações de temperaturas do Oceano Atlântico, nas suas partes norte e sul dos hemisférios, variações estas favoráveis às chuvas no Nordeste, quando a temperatura do Atlântico Sul está mais elevada do que aquela na sua parte Norte.

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

As rochas da crosta terrestre podem ser divididas em duas classificações principais: as ígneas e as sedimentares[7]. 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.

Em termos geológicos, a região é constituída por duas estruturas básicas: o embasamento cristalino, que representa 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares[8]. Essas estruturas têm importância fundamental na disponibilidade de água subterrânea.

Na Bacia Sedimentar, os solos geralmente são profundos (superiores a 2 m, podendo ultrapassar 6 m), porosos, 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. 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[9].

Quais as características de um rio que tem seu leito sobre o sedimentário? Pelo fato de ocorrerem infiltrações significativas e boa drenagem natural nos solos, os rios, em tais circunstâncias, têm constantemente seus volumes enriquecidos, tornando-se perenes. Nesse aspecto, o melhor exemplo é conferido ao rio Parnaíba que separa os estados do Piauí e Maranhão[10].

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. 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[11]. A importância dada aqui aos solos merece alguns comentários. 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, frequentemente, as variações litológicas são rápidas em relação com uma tectônica atormentada. Consta-se nestas condições que a diferenciação e a distribuição espacial dos solos é diretamente dependente da litologia[12]. 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)[13]. No Cristalino, só há duas possibilidades de existência de água no subsolo: nas fraturas das rochas e nos aluviões próximos de rios e riachos. Em geral, essas águas são poucas, de volumes finitos (os poços secam aos constantes bombeamentos) e, como se isso não bastasse, são de má qualidade[14] (as águas que têm contato com esse tipo de estrutura se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas). Porém, devido à facilidade de escoamentos superficiais e a baixa capacidade de infiltração da água no solo, essas características possibilitaram, na região cristalina, a construção de um número expressivo de barramentos, estimado em cerca de 70 mil, que represam cerca de 37 bilhões de m³ de água[15]. Isto significa a maior reserva de água artificialmente acumulada em regiões semiáridas do mundo. 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 à ação da evaporação e aos constantes bombeamentos realizados.

Já um rio que escoar sobre o cristalino apresenta-se, na época das chuvas, com muita água e, dependendo do volume de água caído, com enchentes descomunais. Uma vez encerradas as chuvas, volta ao seu leito normal, diminuindo a vazão paulatinamente e, em determinada época do ano, interrompe o seu curso. É um rio temporário. O melhor exemplo a ser citado, é o Jaguaribe, no Ceará, considerado o maior rio seco do mundo.

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[16]. São águas cloretadas, classificadas para irrigação, de acordo com normas internacionais de RIVERSIDE, acima de C3S3[17] e que apresentam, normalmente, resíduos secos médios da ordem de 1924,0 mg/l (média geométrica obtida através da análise de 1.600 poços fissurais escavados no

Estado de Pernambuco), com valor máximo de 31.700 mg/l. Além da qualidade da água ser inferior, os poços apresentam baixas vazões, com valores médios de 1.000 l/h.

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 condutividade elétrica (CE) compreendida entre 750 e 2250 microsiemens/cm (C3) e uma razão de adsorção de sódio (RAS) entre 18 e 26 (S3).

Desequilíbrio na distribuição regional da água

Maranhão e

Piauí

O Estado do Maranhão possui clima pré-amazônico, estando, portanto, localizado fora do polígono das secas. Além de possuir uma bacia sedimentar riquíssima em água de subsolo – junto com a bacia sedimentar São Luís/Barreirinhas, a região maranhense possui cerca de 17.750 km³/ano – está numa classe considerada muito rica, pois tem condições de ofertar cerca de 17,2 mil m³ para cada um de seus habitantes por ano. Por sua vez, o Estado do Piauí possui um potencial acumulatório em suas represas de 2 bilhões de m³, apresenta boa parte de seu território com geologia sedimentar (junto com o Estado do Maranhão, o Piauí detém cerca de 70% das águas de subsolo de todo o Nordeste, portanto com enorme riqueza de água subterrânea) e possui o segundo maior rio nordestino em importância, o Parnaíba (o primeiro é o Rio São Francisco). O Estado está numa classe considerada *rica*, pois oferta cerca de 9,6 mil m³/habitante/ano.

Bahia

O Estado da Bahia tem pouca água acumulada em superfície. Estima-se em apenas 1 bilhão de m³ em todo o território baiano. A Bahia está numa situação *limite*, chegando a ofertar cerca de 3 mil m³/habitante/ano. Mas possui áreas sedimentares importantes, distribuídas de forma esparsa no Estado, além de ter o Rio São Francisco como seu maior aliado, cortando o território baiano de sul a norte[18].

Ceará

Caso sejam consideradas as características de cada um dos estados integrantes das duas classes mais críticas, observa-se que o Ceará, aonde o Semiárido chega ao litoral, vem tratando os seus recursos hídricos de forma mais consistente do que a habitualmente realizada nos demais estados nordestinos. Após a construção da represa do Castanhão, com cerca de 6,7 bilhões de m³, o Estado passou a ter, em cerca de 8 mil açudes, um potencial acumulatório da ordem de 18 bilhões de m³. Esse volume é cerca da metade de todo aquele potencialmente acumulável nas represas nordestinas, resultado que o credencia a atender, de forma satisfatória, as demandas hídricas de sua população, pelo menos nos próximos 15 anos. Além do mais, o Ceará vem trabalhando no sentido de interligar suas bacias hidrográficas, para fazer com que as áreas do Estado que apresentem dificuldades de fornecimento de água às populações, sejam supridas por outras regiões de seu território, possuidoras de melhores condições de oferta hídrica.

Rio

Grande

do

Norte

O Rio Grande do Norte, com potencial acumulatório de 4,3 bilhões de m³, distribuídos em cerca de 44 represas, dispõe de áreas sedimentares importantes (formação barreira e dunas, além do arenito Açú), de volume de água estimado em cerca de 230 km³/ano, que vêm abastecendo, inclusive, a região de Mossoró nas necessidades humanas e agrícolas.

Possui a segunda maior represa do Nordeste – Armando Ribeiro Gonçalves, com cerca de 2,4 bilhões de m³ – a qual, sozinha, segundo informações contidas no I Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, poderia suprir, com 200 litros/habitante/dia, toda população norte-rio-grandense pelos próximos 20 anos[19].

Alagoas

e

Sergipe

Apesar de terem áreas territoriais reduzidas, estes Estados possuem uma significativa faixa de sedimentário em suas regiões litorâneas, cujas reservas hídricas se dão em proporções relevantes. Estima-se nas bacias sedimentares de Alagoas/Sergipe um volume aproximado de 100 km³/ano. Além do mais, as autoridades sergipanas, através da construção de adutoras, possibilitaram o abastecimento de parte da cidade de Aracaju com as águas do Rio São Francisco (água de transposição). Porém, o problema maior desses dois Estados localiza-se nas suas regiões Semiáridas, daí os baixos índices de oferta hídrica apresentados pela OMS. Neste caso, ações de governo e de instituições não governamentais, principalmente nas questões relativas ao setor de abastecimento humano, poderiam ser concretizadas através da implementação de programas de construção de represas, do uso (adução) das águas do Rio São Francisco e, principalmente, da instalação de cisternas rurais para o aproveitamento da água de chuva.

Paraíba

O Estado da Paraíba, com um potencial de acumulação de 3,9 bilhões de m³ distribuídos em cerca de 132 represas, afora uma estreita faixa litorânea sedimentária (faixa localizada ao longo dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, com a existência de um volume aproximado de água de subsolo de 230 km³/ano), possui geologia cristalina em praticamente todo o restante do Estado. Esse fato resulta na acumulação de baixos volumes de água no subsolo de tal região que, na maioria das vezes, é de péssima qualidade devido à presença de grandes concentrações de sais. Contudo, o Estado possui, no seu semiárido, duas grandes represas (Coremas e Mãe D'água), unidas por um pequeno canal, cujo potencial de acumulação soma 1,3 bilhão de m³ de água. Apesar de apresentar problemas de abastecimento seriíssimos, o Estado poderá vir a suprir, com água de ótima qualidade, proveniente dessas represas, boa parte da população do sertão, bastando, para tanto, investir em sistemas de adução. É oportuno lembrar que a Paraíba possui, no maciço entre os municípios de Matureia e Teixeira, o ponto mais elevado do Nordeste (o Pico do Jabre, com altitude superior a 1.000 m). Recalques de água daquelas represas para a parte superior desse maciço possibilitariam a distribuição de água, por gravidade, para solucionar os problemas de abastecimento de boa parte das regiões mais necessitadas do sertão paraibano[20]. O Estado possui ainda, na sua região agreste, os reservatórios de Boqueirão e Acauã (com capacidades de 411 milhões de m³ e 253 milhões de m³, respectivamente), os quais regularizam, com cerca de 3,130 m³/s e 100% de garantia, a vazão do Rio Paraíba. A população de Campina Grande e de 18 pequenas cidades vizinhas a ela, demandam dessas represas, um volume estimado da ordem de 1,976 m³/s. Considerando-se a regularização do Rio Paraíba e o que é demandado dessas represas, chega-se, portanto, à conclusão que o abastecimento humano de Campina Grande (urbano e industrial) e de seu entorno, está garantido, resultando, nesse processo, um saldo de 1,154 m³/s[21].

Pernambuco

Ao lado da Paraíba, o Estado de Pernambuco é campeoníssimo em termos de precariedade de fornecimento de água ao seu povo. De características geológicas semelhantes ao do Estado da Paraíba (cerca de 80% do Estado possui geologia

cristalina), Pernambuco encontra-se em uma situação mais complicada, por não possuir represamentos significativos de água em seu território. Tem um potencial acumulatório de 3,1 bilhões de m³ distribuídos em cerca de 132 represas. Para se ter ideia desse problema, o volume acumulado superficialmente no Estado representa, aproximadamente, uma vez e meia o acumulável na represa de Orós, o segundo maior açude do Ceará (o primeiro é o Castanhão, na atualidade o maior do Nordeste). Por outro lado, o maior açude de Pernambuco, localizado no município de Ibimirim (Açude Poço da Cruz, com volume acumulável de 500 milhões de m³), vem sofrendo problemas de abandono por parte das autoridades. Atualmente (julho de 2015), encontra-se com menos de 30% de sua capacidade, havendo a necessidade de reparos constantes em sua estrutura, principalmente em vazamentos existentes nas válvulas de descarga de fundo. Contudo, é importante se levar em consideração a enorme área de fronteira que o Estado possui com o Rio São Francisco – estimada em cerca de 450 km –, a qual se configura como uma das mais importantes alternativas de abastecimento das populações do sertão pernambucano, já havendo, inclusive, exemplos exitosos nesse sentido, através de adutoras, como aqueles verificados em Araripina (adutora do Oeste) e em Salgueiro (adutora de Salgueiro)[22].

Água potável no Semiárido nordestino

Além de um potencial volumétrico considerável, acumulado em suas represas, estimado em cerca de 37 bilhões de m³, a região dispõe de uma importante fonte hídrica: a água subterrânea. Boa parte dessa água está protegida da evaporação e poderia abastecer o dobro da população do Polígono das Secas, que compreende nove estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais[23]. A água subterrânea está presente nos terrenos sedimentares e não precisa de nenhum tratamento especial, exceto a cloração. Esses recursos hídricos (de superfície e subterrâneos), no entanto, estão sendo mal geridos na região, o que vem acarretando sérios problemas no abastecimento das populações, obrigadas que estão sendo a recorrerem aos caminhões-pipa, cujo m³ da água está sendo negociado a R\$ 100,00 (julho/2015)[24]. O cidadão brasileiro precisa ser informado ao máximo sobre essas questões para utilizar, de forma cada vez mais eficiente, cada gota d'água disponível.

Apesar de abundante, a água é um bem natural de difícil acesso no Nordeste semiárido 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 – há estimativas de um volume de apenas 80 km³ de água no cristalino nordestino[25] – 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[26]. 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 à alta salinidade, apresentam pouca serventia para o consumo humano[27].

As cisternas rurais certamente são os reservatórios hídricos mais importantes no Semiárido, 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 a quadra seca da região. 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 16.000 litros seja suficiente para abastecer uma família de 5 pessoas durante os 8 meses sem chuvas no Semi-árido, considerando o consumo diário de 10 litros por pessoa, durante esse período[28].

No que diz respeito aos rios, dadas as suas características de temporariedade no Semiárido, 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[29]. 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[30].

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 filtragem para minimizar esse problema, sem que se consiga, no entanto, a eficiência desejada[31].

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[32].

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 superiores a 2.000 mm anuais[33].

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[34]. Todos estes reservatórios receptores apresentam vazões 100% garantidas que, quando comparados com as demandas urbanas respectivas (abastecimentos humano, urbano e rural, industrial e de serviços), mostram que são superavitários até, pelo menos 2025[35].

As águas subterrâneas do Semiárido

No Semiárido brasileiro existem reservas de águas subterrâneas suficientes para resolver todos os seus problemas de abastecimento da região[36].

Observando-se a configuração hidrogeológica do Nordeste vemos, claramente, que todos os estados possuem bacias sedimentares nas suas áreas geográficas que circundam ao logo da costa litorânea (norte e leste), ao sul e ao oeste da região e bacias menores no seu interior, apresentando excelentes posições estratégicas para uma fácil distribuição espacial das suas águas. “O Semiárido é uma ilha cercada de água doce por todos os lados”.[37]

Ao Sul temos a formação sedimentar da bacia Tucano-Jatobá nas fronteiras da Bahia com Pernambuco, com 56.000 km², área do tamanho do estado da Paraíba. A espessura deste sedimento chega a 15.000 metros de profundidade, um dos mais profundos do mundo, tendo um fantástico volume de água capaz de atender a cinco milhões de habitantes[38].

Ao Oeste encontra-se a bacia sedimentar Maranhão-Piauí, uma das maiores do País, com área de 250.000 km², do tamanho do estado de São Paulo, perdendo apenas para a bacia Amazônica com área de 1.300.000 de km² e para o aquífero Guarani, no sul do País, também, com 1.300.000 km². Possui uma reserva de 17,5 mil km³ de água. Nela está incrustada a sub-bacia do Gurguéia com área de 58.000 km², formação Serra Grande e Cabeças, maior que o estado do Rio Grande do Norte. No Piauí somente 17% da área do estado se acham no capeamento do cristalino e 83% é sedimento puro, uma esponja saturada de água suficiente para abastecer 2/3 da população brasileira[39].

O poço Violeta, na cidade de Cristino Castro, sul do Estado do Piauí, perfurado pelo DNOCS em 1972, jorrando 950.000 litros por hora é o maior poço jorrante da América do Sul e o 2º maior do mundo. Foi tamponado, em ato solene, pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo governador do Estado, no Dia Mundial da Água, 22 de março de 2004, após 32 anos exaurindo a água do seio da terra sem prestar um real serviço ao homem. Foi tamponado por absoluta falta de um programa de aproveitamento da sua potencialidade hídrica. Somente este poço tem água para abastecer uma cidade com 260.000 habitantes ou irrigar 400 hectares de terras[40]. Existem ainda, neste vale, 174 poços jorrantes, uns abandonados, outros pouco utilizados, e cerca de 8.000 poços perfurados por prefeituras e particulares. E o Semiárido, com esta grande potencialidade, continua abandonado na sua imensa grandeza[41].

Ao Norte e ao Leste existem as formações dunares costeiras que se estendem do estado do Ceará ao estado de Sergipe bordejando os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. No Rio Grande do Norte a bacia sedimentar Potiguar ocupa uma área de 25.000 km² maior

que o estado de Sergipe. Só em Natal pode-se extrair do subsolo um volume de 11m³/s superior ao consumo da Grande Salvador na Bahia. Em 1902 Natal já era conhecida como a cidade dos cata-ventos porque toda residência tinha sua cisterna com água pura, de boa qualidade.

As formações costeiras da Paraíba são extensas e podem fornecer mais de 20 m³/s, água de excelente qualidade. Distant 100 km da cidade de Campina Grande, a cidade mais sequiosa do Semiárido brasileiro. Neste aquífero perfuram-se poços com vazões superiores a 400 m³ por hora. Estas bacias sedimentares dunares são normalmente reabastecidas por uma excelente pluviosidade litorânea.

As bacias sedimentares interiores oferecem também bons aquíferos pouco utilizados ou ainda não utilizados: Missão Velha, Exu, Iguatu, bacia do Cedro, Afogados da Ingazeira, Pau dos Ferros, Pombal e outras.

Existem no Semiárido muitas manchas de coberturas aluvionais, (micro bacias sedimentares) cobrindo uma área de 32.000 km², com reservas de águas exploráveis em torno de 2 bilhões de m³ por ano para abastecimento ou para uma irrigação rural da ordem de 80 a 100.000 hectares.

As águas subterrâneas do Semiárido ocupam um grande maciço sedimentar de 30% da sua superfície. São 135 bilhões de m³ de água armazenados no ventre da terra e quase nada explorados, volume maior do que o rio São Francisco despeja, anualmente, no Atlântico. Dos aquíferos do Nordeste podem ser extraídos até 20% das reservas existentes, cerca de 27 bilhões de m³/ano sem queda de pressão hidrostática, pois são reabastecidos, anualmente, pelas águas de chuvas caídas e que drenam verticalmente para o seio da terra. Só extraímos até hoje cerca de 4% deste potencial disponível, 800 a 900 milhões de m³ através de 90.000 poços, sendo que 40% destes estão paralisados pelas razões mais diversas menos por falta de água. O deserto de Negev, com área de 16.000 km², fornece para Israel 1 bilhão de m³/ano de água extraído do seu subsolo, mais que a produção da nossa região cuja área é 60 vezes maior que aquele deserto[42].

Um poço tubular perfurado no aquífero de uma bacia sedimentar gera, frequentemente, de 100.000 a 400.000 litros por hora que pode abastecer uma cidade de mais de 50.000 habitantes com água pura, sem perigo de secar, protegida da poluição e longe dos danosos efeitos da evaporação.

O Serviço Geológico do Brasil - CPRM - Ministério de Minas e Energia fez, há pouco tempo, levantamentos hidrogeológicos no Semiárido estimando que cerca de 37.000 poços estão fora de atividade. Recuperados iriam beneficiar 2.200.000 habitantes, um número muito expressivo.

O potencial dos aquíferos cristalinos, em geral, é baixo. Poucas diaclases sob riachos intermitentes, as águas neste embasamento apresentam pouco volume variando de 2.000 l/h podendo chegar a 10 ou 12.000 l/h excepcionalmente. A qualidade de suas águas apresenta teores de sais bastante variáveis. Os dados estatísticos da perfuração de poços no embasamento cristalino mostram que 95% das fendas abertas nas rochas, as diaclases, ocorrem até a uma profundidade de 70 a 80 metros. Desta profundidade em diante, é raro a ocorrência de água no fissural. O DNOCS, entretanto perfurou muitos poços nestas formações cristalofilianas, mais de 30.000 unidades, alcançando um elevado percentual de 88% positivos. Positivo é o poço com vazão acima de 1.000 litros por hora. Atende a algumas necessidades localizadas, sobretudo para a caprinocultura e atividades

domésticas. São águas geralmente salobras, mas com uso contínuo a salinidade cai acentuadamente. Apesar das suas limitações estas águas são importantes nas pequenas propriedades rurais[43].

Reservas de Água Subterrânea do Semiárido

Reservas Permanentes

Estado	Recursos Exploráveis	Terreno Sedimentar
Ceará	783*10 ⁶ m ³ /a	380.000*10 ⁶ m ³ /a
R. G. do Norte	645*10 ⁶ m ³ /a	320.000*10 ⁶ m ³ /a
Paraíba	429*10 ⁶ m ³ /a	210.000*10 ⁶ m ³ /a
Pernambuco	556*10 ⁶ m ³ /a	275.000*10 ⁶ m ³ /a
Total	2.413*10⁶m³/a	1.285.000*10⁶m³/a

Fonte: NASCIM
ENTO,
Dilermano Alves
do - 2005

A açudagem no Semiárido nordestino

As características climáticas e edáficas da região semiárida nordestina - com irregularidades pluviométricas tanto em quantidade como em distribuição ao longo do ano; evapotranspiração média de aproximadamente 2.000 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[44] (atualmente estima-se em 70.000 o número de açudes no Semiárido), visando ao armazenamento da água e posterior uso na época de escassez. Estima-se, atualmente, um volume potencial armazenado nesses açudes, da ordem de 37 bilhões de m³ de água. É o maior volume de água represado em regiões semiáridas do mundo.

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, com restrições de quantidade em suas águas e, em casos bem específicos, também de qualidade[45].

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, e quando bem manejados, 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. Nesse sentido, é importante se respeitar, para não se tornarem vulneráveis, as vazões 100% garantidas desses corpos d'água[46]. Entretanto, os terrenos à jusante desses açudes vêm apresentando problemas de drenagem, que têm ocasionado, com certa frequência, 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. Para se ter uma ideia desse percentual, só no estado de Pernambuco, possuidor de 13 bacias hidrográficas, estima-se algo em torno de 1.000 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.

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 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 carreadas 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[47].

A evapotranspiração elevada é fator importante a ser levado em consideração[48]. 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[49], e resultaram na elaboração do "Manual do Pequeno Açude". A ideia 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.

Totais das reservas acumuladas em Barragens por estado.

Reservas totais dos volumes armazenados

Ceará -	18.283.000.000 m ³
Rio Grande do Norte -	5.107.501.627 m ³
Paraíba -	4.255.121.647 m ³
Pernambuco -	9.400.000.000 m ³
Total armazenado	37.045.623.274 m³

Fonte: [NASCIMENTO, Dilermano Alves do - 2005](#)

Reuso das águas

A região Sudeste do país vive a pior crise hídrica das últimas décadas e a possibilidade de um rodízio rigoroso alertou governos, sociedade civil e iniciativa privada de que a escassez de água só pode ser evitada com esforços conjuntos, como economizar no consumo diário, investir em medidas como captação, reaproveitamento de água da chuva e tratamento de efluentes.

A indústria é responsável pelo consumo de 22% da água, enquanto a agricultura utiliza 70% e o uso doméstico fica com 8%. Um levantamento feito pela Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que em 2030 o planeta vai precisar de 40% a mais de água. Além disso, outro dado preocupa: o desperdício de água supera os 50% nas cidades. Considerada como um recurso natural renovável, a água para uso industrial e doméstico só consegue recuperar suas qualidades se corretamente tratada.

Para a indústria, que em muitos casos não necessita de água potável, uma das alternativas mais aplicáveis é a reciclagem do recurso. Isso é possível por meio do tratamento dos efluentes industriais. Esse tratamento não traz os parâmetros necessários para o consumo humano, mas pode ser reutilizado para outros fins. Por exemplo, a indústria aplica em lavagem de reatores e tanques móveis, torres de resfriamento, caldeiras, lavagem de maquinário e de pátios, entre outros[50].

Já existem condomínios, em algumas regiões do país, que já fazem o tratamento de suas águas servidas, para usos posteriores, menos nobres. Águas de lavabos, de banhos, e as oriundas das cozinhas, recebem um tratamento prévio, em filtros de cascalho e areia, para a separação de espumas e particulados, após o que são bombeadas para um reservatório localizado no telhado das residências, para as descargas de sanitários, lavagens de calçadas, rega de jardins, entre outros.

O reuso é fundamental não somente em épocas de escassez de água, mas para o planejamento do futuro nas grandes cidades e áreas rurais.

Há exemplos de agricultores que reciclam suas águas servidas, as conduzindo pelo ralo da pia até um recipiente que contém uma divisória. Depois disto, o líquido segue para outro recipiente contendo terra, brita e carvão, para filtrar as impurezas. A água que fica armazenada é reutilizada para regar a horta e para descargas sanitárias[51].

Com o reuso, a indústria[52] deixa de consumir água tratada pelas companhias de saneamento, normalmente água potável, e provoca uma reação em cadeia:

1 Com o tratamento de efluentes, a água contaminada deixa de ser encaminhada “in natura” para os rios. Isso faz com que o efluente tratado seja destinado adequadamente e a poluição nos cursos d’água diminua, o que melhora as condições das águas das cidades.

2 É gerada uma economia com a reutilização da água. O recurso potável é muito caro para o uso industrial e a água de menor qualidade faz com que as companhias gastem menos.

3 O tratamento reduz a captação. Se a indústria reutiliza a água, vai captar menos, pois já tem o suficiente para o consumo produtivo. Dessa forma, a indústria colabora para a manutenção das reservas naturais.

4 Aumenta a parcela do recurso para o consumo humano. Com uma parte menor destinada à indústria, cresce a porcentagem que é reservada para o uso doméstico.

5 Força a indústria a dar destinos mais adequados aos seus efluentes, evitando consequências danosas ao meio ambiente. Um único litro de óleo lançado em um rio, por exemplo, acaba por contaminar um milhão de litros d’água.

O tratamento de efluentes pode ser feito mais de uma vez, ou seja, cria-se um círculo vicioso positivo. Essa gestão responsável dos recursos hídricos produz uma boa imagem para as indústrias, pois elas estarão associadas a práticas ecologicamente corretas. Suas marcas e seus produtos serão valorizados diante do consumidor. Numa época em que o

bom uso da água é monitorado cuidadosamente pela sociedade, ter um projeto que maneja o recurso de forma a preservar as fontes e as demandas é essencial para o papel que elas cumprem. A esse respeito, as Estações de Tratamento de Esgotos vêm adotando sistemas não convencionais de tratamento de efluentes, sem fazerem uso de produtos químicos na lida com os dejetos. Substituem os produtos químicos por plantas aquáticas, que realizam o trabalho de forma mais ecológica, mais barata e com menor gasto de energia elétrica[53].

O Brasil ainda tem muito a crescer nesse segmento, e não só por conta da crise hídrica vivenciada atualmente. De acordo com um estudo feito por uma consultoria ambiental, a parcela de água produzida por meio do reuso não chega a 0,1% no Brasil, enquanto em Cingapura, considerado modelo nesse setor, o índice chega a 30% — os números incluem os consumos doméstico, industrial e agrícola[54].

Água de Transposição de Bacias Hidrográficas

Em agosto de 2004, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) promoveu uma reunião no Recife, na qual tratou de transposição de águas entre grandes bacias hidrográficas. Nela, a Transposição do São Francisco foi analisada em suas minúcias, tendo sido enxergadas limitações volumétricas, no rio, que colocavam em risco, caso o projeto viesse a ser realizado, todos os investimentos existentes em sua bacia hidrográfica, notadamente na irrigação, na geração de energia, na navegação, na pesca e no abastecimento das populações[55]. Ao enxergarem essas limitações, e sabedores da existência de volumes suficientes nas fontes hídricas da região, notadamente nas represas e poços, os técnicos da SBPC propuseram a construção de uma infraestrutura hídrica, no Setentrional, para acesso a essas águas, construída de montante (das bacias receptoras) para jusante (em direção à bacia do São Francisco). Os técnicos entendiam que o uso das águas interiores nordestinas deveria ser considerado como prioritário, e que, futuramente, e mediante a uma avaliação de necessidades, as águas do São Francisco poderiam ser buscadas para abastecimento complementar. Nesse sentido, ficava evidente a existência de alternativas ao projeto do governo, com a utilização de fontes hídricas interiores, para o abastecimento da população. Mas na hora de se buscar os recursos para o financiamento das alternativas, houve um erro deliberado de escolha, recaindo esta, no projeto da Transposição ora em curso[56]. A escolha foi claramente monetária, recaindo, portanto, no acesso aos vultosos investimentos da transposição, os quais, evidentemente, eram muito mais significativos dos que aqueles existentes nas alternativas de uso das fontes interiores.

Os primeiros registros da ideia de se transpor as águas do Rio São Francisco, para bacias de rios intermitentes do Semiárido nordestino, datam do século XIX[57]. Em mais de cem anos de tentativas de se construir o projeto, sempre esbarraram na falta de condições técnicas, de recursos, ou mesmo de vontade política para realizá-lo[58].

O projeto teve início em 2007, no governo do Presidente Lula, sendo prevista a sua inauguração para 2010. Atualmente (julho de 2015), só foram concluídas cerca de 70% das obras dos canais, os trabalhos estão praticamente paralisados, e com a estiagem atualmente em curso nas regiões Sudeste e Nordeste, o rio vem apresentando sinais de escassez volumétrica, para a garantia de seus múltiplos e conflituosos usos, e de consequências preocupantes, principalmente no regime de enchimento da represa de

Sobradinho. Uma vez concluída a obra, é possível que o rio não tenha condições de suprir as demandas hídricas do Semiárido[59].

Existem duas condições básicas para se viabilizar um projeto de transposição, conforme preceitos de economia dos recursos hídricos: a exaustão total do potencial da bacia receptora e a existência de excedente hídrico na bacia cedente. Não é o caso do projeto da Transposição. A primeira condição não é satisfeita por nenhuma das bacias hidrográficas nordestinas. A água existe e em volumes significativos. A segunda, dada a atual situação de penúria hídrica verificada no São Francisco, certamente a sua bacia hidrográfica não disporá dos volumes necessários para o atendimento das demandas de 12 milhões de pessoas que se encontram sedentas no Setentrional, bem como da irrigação de 190 mil hectares adicionais, previstos para a região[60].

Além do mais, é importante um esclarecimento sobre as consequências que a exploração da água nos projetos de irrigação, sem o devido controle, poderá acarretar nas vazões de base do rio São Francisco[61]. Atualmente, já há indícios de redução significativa dessas vazões, principalmente aquelas advindas de seus principais aquíferos, a exemplo do Urucuia, que põem em risco o regime de enchimento da represa de Sobradinho[62] e seu poder de regularização, com reflexos nefastos na geração de energia, nas possibilidades de ampliação do parque gerador, com novas hidrelétricas, bem como no atendimento de outras demandas, inclusive ao próprio projeto de transposição[63].

Outras variáveis importantes, que atestam a inviabilidade da obra, precisam ser melhor esclarecidas perante a sociedade, a exemplo do elevado custo do m³ da água, posto na ponta do projeto, chegando a ser 5 vezes mais caro do que a o valor cobrado pela Codevesf, aos seus colonos, na irrigação praticada na bacia do São Francisco, bem como as limitadas possibilidades de ampliação das áreas com potencialidades para irrigação na região Setentrional, chegando a ser 4 vezes menores do que aquelas previstas e estabelecidas nas metas do projeto[64]. Portanto, as águas do Rio São Francisco, postas nos Estados de Ceará, no Rio Grande do Norte e na Paraíba, pelo seu elevado custo, serão proibitivas para uso na irrigação.

Merecem igualmente destaques, as limitações volumétricas do São Francisco, para o atendimento aos múltiplos e conflituosos usos aos quais o rio é submetido. Avaliações efetuadas deram conta de que o rio São Francisco só dispõe, para fins consuntivos, de cerca de 360 m³/s, apenas. Outro fator merecedor de destaque trata do contingente populacional a ser beneficiado pela obra, na região, bem aquém dos 12 milhões de pessoas previstos no projeto[65].

Dimensionado para o atendimento do agronegócio, atualmente o projeto encontra-se com suas atividades em ritmo lento, devido a problemas operacionais existentes - principalmente falta de recursos - e que estão sendo solucionados pelo Governo Federal[66]. Orçado atualmente em cerca de R\$ 8,2 bilhões, para retirar uma vazão média, no rio, de cerca de 65 m³/s, é importante destacar que a dimensão mais perversa desse projeto, é a promessa de solução dos problemas de abastecimento da população difusa do Semiárido, estimada em cerca de 12 milhões de pessoas[67]. Isso gera insatisfações e agrava os problemas oriundos da tão falada *Indústria da Seca*, que não existe por acaso, já que grupos restritos ganham com tudo isso. Ganham ao fazer grandes obras, ganham ao desviar recursos públicos, ganham ao promover as chamadas inseguranças, hídrica e alimentar. Vencer esses entraves, não é apenas vencer uma questão cultural, não é vencer apenas uma questão social, é vencer uma questão política. A distribuição das

águas do São Francisco, para os municípios e para o abastecimento das populações difusas, não foi planejada adequadamente, ou, pelo menos, não está clara no projeto. Não há nenhuma adutora prevista, como também não há serviço de distribuição dessas águas. As águas do São Francisco simplesmente serão canalizadas para locais onde elas já são abundantes no Setentrional nordestino, para a promoção do que as autoridades chamam de sinergia hídrica das grandes represas. Elas irão abastecer os principais reservatórios da região, o que denota uma enorme insensatez, tendo em vista a existência de expressivos volumes nessas represas, em quantidades suficientes ao atendimento das demandas de toda população do Semiárido. Na realidade, os problemas de abastecimento do Nordeste recaem na qualidade dos recursos hídricos ou então na democratização do uso de suas águas interiores.

A identificação das limitações dos parâmetros acima, somada às secas avassaladoras ora vivenciadas na bacia do São Francisco, dão uma ideia precisa da incapacidade de o rio vir a suprir, com seus volumes, as demandas hídricas do Setentrional, por intermédio do projeto da transposição. A represa de Sobradinho, na atualidade (julho de 2015), se encontra com apenas 19% de sua capacidade útil acumulada. Em outubro de 2014 apresentou um volume afluente de apenas 290 m³/s[68]. Foi a menor vazão registrada, no rio São Francisco em sua história, desde quando começaram as mensurações. Se o projeto da transposição já estivesse em operação, e com o povo do Semiárido necessitando urgentemente de maiores aportes volumétricos de água, para o atendimento de suas necessidades, o São Francisco não teria condições, no atual momento, para o atendimento dessa demanda. Com as estiagens, as necessidades hídricas do povo tendem aumentar, resultando disso numa busca desenfreada por mais água. O agravamento desse quadro irá obrigar as autoridades a retirar volumes, do rio, de forma progressiva, para o atendimento dos reclamos da população. O resultado dessa manobra será uma retirada volumétrica significativa, até se alcançar o volume máximo possível de ser retirado dos canais, ou seja, irão retirar, do rio, cerca de 127 m³/s, independentemente da situação em que ele se encontre. Esse volume será retirado sem o menor critério, numa atitude impositiva e desrespeitosa, tanto para o meio ambiente de sua bacia, como para a sociedade. Entretanto, é importante que os hidrólogos voltem a campo, no sentido de fazer uma análise mais criteriosa de oferta e demanda hídricas, tanto da região Setentrional nordestina, quanto da bacia do São Francisco, para se ter uma ideia das possibilidades volumétricas do Rio São Francisco, no atendimento desses suprimentos. Em tais casos, é importante que se identifique uma instituição livre de ingerências políticas, para o devido gerenciamento dos fluxos volumétricos, em direção à bacia receptora, para o atendimento das necessidades do povo. A vontade política, nesse caso, não pode estar, em hipótese alguma, acima das possibilidades técnicas de se realizar as ações de desenvolvimento do Nordeste, sob pena de se estar pondo em risco todos os investimentos já realizados ao longo da bacia hidrográfica do rio São Francisco[69]. A Água, doravante, deve ser considerada como uma questão de segurança nacional.

SÍNTESE

O presente HandeBook, que trata das questões hídricas do Nordeste semiárido, não tem a pretensão de ser conclusivo. Ao contrário, ele tem caráter dinâmico e, portanto, necessita de atualizações periódicas. Essas características são imperiosas, pois o torna importante mecanismo esclarecedor, junto à sociedade, sobre o uso mais coerente dos recursos hídricos interiores da região. Ele alerta, também, para a forma inadequada de como as autoridades vêm abordando a questão hídrica, principalmente pelo uso indiscriminado dos recursos, em benefício do grande capital. A sociedade nordestina precisa estar atenta para

essas questões e, também, para as alternativas atualmente existentes de uso da água cidadã, cabendo às autoridades a realização de propostas mais realistas e convincentes, visando o bem-estar da coletividade. No caso em questão, a água precisa ser tratada de forma planejada e o seu uso, efetuado, pelo cidadão, com a indispensável parcimônia. A engenharia nacional de recursos hídricos precisa entender que a única solução para os problemas de escassez de água nas cidades não é o aumento da sua oferta, mediante a construção de obras extraordinárias, mas o desenvolvimento de campanhas permanentes de informação à população sobre o uso cada vez mais inteligente da água disponível. Os recursos hídricos, doravante, têm que ser considerados como uma questão de segurança nacional!

TEXTOS COMPLEMENTARES

Transposição do Rio São Francisco na Perspectiva do Brasil Real
<http://www.remabrasil.org/Members/suassuna/projetos/artigos-sobre-a-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino - Caracterização, variação sazonal e limitações de uso
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/projetos/a-salinidade-das-aguas-disponiveis-para-a-pequena-irrigacao-no-sertao-nordestino/view>

Contribuição ao estudo hidrológico do semiárido nordestino
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/contribicao-ao-estudo-hidrologico-do-semiarido-nordestino/view>

O Processo de Salinização das Águas Superficiais e Subterrâneas no Nordeste Brasileiro
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/o-processo-de-salinizacao-das-aguas-superficiais-e-subterraneas-no-nordeste-brasileiro>

Aprendendo a conviver com o Semiárido
<http://reporterbrasil.org.br/2007/11/aprendendo-a-conviver-com-o-semi-arido/>

SEMIÁRIDO: proposta de convivência com a seca
http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=659&Itemid=376

Debate sobre a Transposição do Rio São Francisco - Programa Opinião Pernambuco (22/07/2013)
<http://www.youtube.com/watch?v=merINiEJORM>

Programa "Ponto de Vista", da TV Câmara, trata do histórico das políticas de combate à seca
<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/tv/materias/PONTO-DE-VISTA/442740-PONTO-DE-VISTA-TRATA-DO-HISTORICO-DAS-POLITICAS-DE-COMBATE-A-SECA.html>

BBC Brasil deixa o Projeto da Transposição de "nervo exposto"
<http://www.remabrasil.org/Members/suassuna/projetos/bbc-brasil-deixa-o-projeto-da-transposicao-de-nervo-exposto/view>

Seca na região Sudeste continua
<http://www.remabrasil.org/Members/suassuna/campanhas/seca-na-grande-sao-paulo-continua/view>

Setor de energia brasileiro passa por período complicado
<http://www.remabrasil.org/Members/suassuna/campanhas/setor-de-energia-brasileiro-passa-por-periodo-complicado/view>

Série de reportagens que a Globo produziu sobre a seca de 2013
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/serie-de-reportagens-que-a-globo-produziu-sobre-a-seca-de-2013/view>

Série de reportagens da BAND aborda Transposição do rio São Francisco
<http://www.remabrasil.org/Members/suassuna/projetos/serie-de-reportagens-da-band-aborda-transposicao-do-rio-sao-francisco>

O maior reservatório de água do Nordeste está secando
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/m-aior-reservatorio-de-agua-do-nordeste-esta-secando/view>

Prosperivência com a semiaridez, treze questões a considerar
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/artigos/prospevencia-com-a-semiaridez-treze-questoes-a-considerar-artigo-de-clovis-guimaraes-filho/view>

Reservatórios de água (Cisternas) ajudam sertanejos a conviver com a seca
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/reservatorios-de-agua-cisternas-ajudam-sertanejos-a-conviver-com-a-seca/view>

Quando se quer, se faz! Com reuso e água do mar, Israel produz um Cantareira por ano
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/quando-se-quer-se-faz-com-reuso-e-agua-do-mar-israel-produz-um-cantareira-ao-ano/view>

Mais de 2 bilhões de pessoas ainda carecem de saneamento básico, alerta ONU
<http://remabrasil.org:8080/virtual/r/remaatlantico.org/sul/Members/suassuna/campanhas/m-ais-de-2-bilhoes-de-pessoas-ainda-carecem-de-saneamento-basico-alerta-onu/view>

[1] **SUASSUNA, João** – [Potencialidades Hídricas do Nordeste Brasileiro](#), Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de C,T&I, CGEE, 2006.

[2] **SUASSUNA, Marcos Vilar.** - [Contribuição ao Estudo da Desidratação Relativa](#), Universidade do Recife, Tese de cátedra, Recife, 1960, 195 p.

[3] **Organização das Nações Unidas (O NU)** – [O mundo com sede](#), informações pesquisadas em 14/07/2015.

[4] **REVISTA ATUALIDADES VESTIBULAR** - [O mundo com sede](#), 2008, acesso no site em 14/07/2015.

[5] **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul** - [Águas Revoltas](#), acesso no site em 14/07/2015.

[6] Fundação Joaquim Nabuco - [RECURSOS HÍDRICOS NO NORDESTE: a necessidade de gerenciamento](#), acesso no site em 14/07/2015

[7] **SMART, W. M.** – [A Origem da Terra](#), Zahar, Rio de Janeiro, 1961, 229 p.

[8] **SUASSUNA, João** – [A salinidade de águas do Nordeste semiárido](#), Fundaj, 1995.

[9] **CARVALHO, Otamar de** - [Plano Integrado para o Combate Preventivo aos Efeitos das Secas no Nordeste](#), MINTER, Série Desenvolvimento Regional, ndeg. 1, Brasília-DF, abril/1973.

[10] **SUASSUNA, João** - [TRANSPosição DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO: planejar é preciso](#), Fundaj, 2001.

[11] **SUASSUNA, João** - [Opções e limitações tecnológicas para a região semiárida do Nordeste](#), Fundaj, 1989.

[12] **AUDRY, Pierre; SUASSUNA, João**- [A Qualidade da Água na Irrigação do Trópico Semiárido: 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.

[13] **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.

[14] **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.

[15] **NASCIMENTO, Dilermano Alves do** - Porque sou contra a transferência de água entre a bacia do rio São Francisco e as bacias hidrográficas do nordeste Setentrional do Brasil? Rema, 2008.

[16] **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.

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

[18] **RIBEIRO, Manoel Bomfim, A Bahia de calças curtas**, Rema, 2012.

[19] **Governo do Rio Grande do Norte - Plano de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte**

[20] **SUASSUNA, João** – O gerenciamento da água no Nordeste, Repórter Brasil, 2004.

[21] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz** – O projeto de integração de bacias do governo federal (transposição do rio São Francisco), Rema, 2007.

[22] **SUASSUNA, João** - A Água no Semiárido Brasileiro: potencialidades e limitações, Ecodebate, 2012.

[23] **REBOUÇAS, Aldo da Cunha - Aldo Rebouças: um visionário**, Rema, 2015.

[24] **ECODEBATE - GUIMARÃES Jr, João Abner - Seca no Nordeste e as consequências da má gestão dos recursos hídricos**, Rema, 2015

[25] **REBOUÇAS, Aldo da Cunha** – Panorama da Água Doce no Brasil, Academia Brasileira de Ciências/CNPq, 1997 b, 59-113 p.

[26] **Ministério da Saúde - Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**, Brasília, 2006.

[27] **SUASSUNA, João** - ÁGUA POTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO: escassez anunciada, Fundaj, 1995.

[28] **SOUZA SILVA, Aderaldo de** – Avaliação da Sustentabilidade do Programa Cisternas do MDS em Parceria com a ASA (Água-Vida), Funder, 2007.

[29] **PINTO, Nayara de Oliveira & HERMES, Luiz Carlos** – Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semiárido do Brasil, Embrapa, 2006.

[30] **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - Programa Água Doce**, Brasília, 2010.

[31] **Lucca, Paulo H. de - Saneamento Ecológico e permacultura em comunidade de baixa renda**, Ecovia São Miguel.

[32] **SUASSUNA, João - ÁGUA POTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO: escassez anunciada**, Fundaj, 1995.

[33] **SUASSUNA, João - A Pequena e Média Açudagem no Semiárido Nordestino: uso da água para produção de alimentos**, Fundaj, 1995.

[34] **SUASSUNA, João – O Semiárido de Goela Seca**, Fundaj, 1999.

[35] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz – O Projeto de Integração de Bacias do Governo Federal (Transposição do Rio São Francisco)**, Rema, 2007.

[36] **REBOUÇAS, Aldo da Cunha – Águas que não se veem**, O ECO, 2004.

[37] **ADEODATO, Sérgio – O Maior Depósito de Água do Mundo**, Mercado Ético, 2009.

[38] **RIBEIRO, Manoel Bomfim – Mar de Águas Subterrâneas no Semiárido**, Rema, 2008.

[39] **ROBERTO DA SILVA, Cássio – Geodiversidade do Brasil**, CPRM, Rio de Janeiro, 2008.

[40] **REBOUÇAS, Aldo da Cunha - Água na Região Nordeste: Desperdício e Escassez**, Revistas da USP, 1997.

[41] **RIBEIRO, Manoel Bomfim – Mar de Águas Subterrâneas no Semiárido**, Rema, 2008.

[42] **NASCIMENTO, Dilermando Alves do - O Sertão pode Virar Mar?**, ASSIBGE – SINDICATO NACIONAL / NÚCLEO DIGEO-BA, Boletim nº 2, 2005.

[43] **BRITO, Franklyn Barbosa de – Conflitos pelo Acesso e Uso da Água: Integração do Rio São Francisco com a Paraíba (Eixo Leste)**, Tese de Doutorado, Porto Alegre, 2013.

[44] **MULLER, Victor – Açudagem no Semiárido**, Prezi, 2014.

[45] **Ministério da Saúde - Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**, Brasília, 2006.

[46] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz - O projeto de integração de bacias do governo federal: Transposição do Rio São Francisco**, Rema, 2007.

[47] SUASSUNA, João - [A Pequena e Média Açudagem no Semiárido Nordestino: uso da água para produção de alimentos](#), Fundaj, 1995.

[48] RIBEIRO, Manoel Bomfim – [Rede de açudes do Nordeste a maior do planeta Terra](#), ECODEBATE, 2010.

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

[50] **Sua Pesquisa.com** – [Reuso da Água](#), último acesso ao site, 21/07/2015

[51] [Casal de agricultores cria sistema de reutilização de água em Lagoa Seca](#), último acesso ao site, em 21/07/2015

[52] **OLIVEIRA, Elizabeth** – [Reuso – Uma Tendência Irreversível na Indústria Brasileira](#), Rema, 2015.

[53] **REDE GLOBO** – [Estação de Tratamento usa Plantas no Lugar de Produtos Químicos](#), 2015.

[54] **TERA** – [Entenda a Importância do Tratamento de Efluentes Industriais com a Escassez da Água](#), último acesso ao site 21/07/2015.

[55] **SBPC** – [Relatório da Transposição do Rio São Francisco](#), Recife, 2004.

[56] **SUASSUNA, João** – [Projeto da Transposição: o erro foi na partida!](#) Rema, 2015.

[57] **IPEA & RIBEIRO, Manoel Bomfim** – [Histórico da Construção do Projeto da Transposição do Rio São Francisco](#), Rema, 2015.

[58] **SUASSUNA, João** - [Série “Saga da Transposição do Rio São Francisco”](#), Rema, 2015.

[59] **ECODEBATE** - [Especialistas dizem que Transposição do São Francisco pode ficar pronta e faltar água no rio](#), 2015, último acesso ao site em 22/07/2015.

[60] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz** – [A Transposição de Águas do São Francisco](#), Rema, 2009.

[61] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz** - [O projeto de integração de bacias do governo federal: Transposição do Rio São Francisco](#), Rema, 2007.

[62] **ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz** – [Considerações sobre a represa de Sobradinho](#), Rema, 2013.

[63] **SUASSUNA, João** – [A Hidrelétrica de Riacho Seco faz Jus ao nome que tem](#), ECODEBATE, 2013.

[64] **IPEA** – Impactos do Projeto de Transposição do Rio São Francisco na Agricultura Irrigada do Nordeste Setentrional, Texto para discussão 1573, 2011.

[65] **IPEA** – Transposição do Rio São Francisco: Análise de Oportunidade do Projeto, Texto para discussão 1577, 2011.

[66] **SUASSUNA, João** - Série “Saga da Transposição do Rio São Francisco”, Rema, 2015.

[67] **MALVEZZI, Roberto** - Comunidades em luta contra transposição do Rio São Francisco, MST, último acesso ao site 23/07/2015.

[68] **SUASSUNA, João** – Situação Volumétrica dos Reservatórios das Hidrelétricas da Chesf em 31/10/2014, Rema, 2014.

[69] **SUASSUNA, João** – Vontade Política é a Verdadeira Seca do Nordeste, Fundaj, 1998.

OBS - O presente vídeo trata da questão da ÁGUA no Polígono das Secas. Ele vem apenas ao Handbook n. 1, e traz matéria alusiva ao tema.

João Suassuna – 05/02/2016