



CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E OS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO.

CONSIDERATIONS ON CLIMATE AND WATER RESOURCES OF THE NORTHEASTERN SEMIARID.

CONSIDERACIONES DEL CLIMA Y RECURSOS HÍDRICOS DE SEMIÁRIDO NORESTE.

Maria Elisa Zanella

Doutora em Meio Ambiente pela UFPR

Professora do Departamento de Geografia – Universidade Federal do Ceará

Campus do Pici - Bloco 902 - Fortaleza - CE

Email: elisazv@terra.com.br

Resumo: O semiárido nordestino apresenta elevadas taxas de insolação, altas temperaturas e baixas amplitudes térmicas mensais, características típicas de regiões tropicais. É marcado por baixos totais pluviométricos, irregular distribuição da chuva no tempo e no espaço, altas taxas de evapotranspiração e elevado déficit hídrico. Tais condições climáticas, associadas às características geológicas dominantes (rochas cristalinas), influenciam na menor disponibilidade dos recursos hídricos para a região, com repercussão negativas para as populações que lá habitam. As políticas públicas adotadas para minimizar o problema são a construção de açudes, a perfuração de poços artesianos, a construção de cisternas rurais, a implantação de barragens subterrâneas, a dessalinização e aproveitamento da água salobra e o transporte de água a grandes distâncias a partir de adutoras e canais. Contudo, a falta de água ainda é presente na região, denotando que as soluções adotadas não resolveram definitivamente o problema.

Palavras chave: Clima; Recursos Hídricos; Semiárido.

Abstract: The northeastern semiarid region has high rates of sunshine, high temperatures and low monthly temperature ranges, characteristics typical of tropical regions. It is marked by low rainfall totals, irregular rainfall distribution in time and space, high rates of evapotranspiration and high water deficit. Such climatic conditions associated with the dominant geological features (crystalline rocks), influence the lower availability of water resources for the region, with negative repercussion for the people who live there. Public policies adopted to minimize the problem are the construction of dams, the drilling of boreholes, construction of rural tanks, the deployment of underground dams, desalination and use of brackish water and transporting water over long distances from water mains and channels. However, the lack of water is still present in the region, indicating that the solutions adopted are not definitely solved the problem.

Keywords: Climate; Water Resources; Semiarid.

Resumen: El nordeste semiárido tiene altas tasas de insolación , altas temperaturas y bajo rango de temperatura mensual , características típicas de las regiones tropicales. Se caracteriza por los totales bajo de lluvia, distribución de las precipitaciones irregulares en el tiempo y en el espacio , las altas tasas de evapotranspiración y el déficit de agua. Dichas condiciones climáticas asociadas a las características geológicas dominantes (rocas cristalinas), influyen en la menor disponibilidad de recursos hídricos para la región, con repercusiones negativas para las poblaciones que viven allí. Las políticas públicas adoptadas para minimizar el problema es la construcción de presas, la perforación de pozos, la construcción de tanques rurales , el despliegue de las presas subterráneas , desalinización y uso de agua salobre y el transporte de agua a través de largas distancias de tuberías y canales. Sin embargo , la falta de agua es todavía presente en la región, lo que significa que las soluciones adoptadas definitivamente no resuelven el problema.

Palabras clave: Clima; Recursos Hídricos; Semiáridas.

Introdução

A história do Nordeste brasileiro está associada a história da seca, a falta de água. Os efeitos da seca se apresentam sob diversas formas, seja pela perda da safra agrícola, pelo aumento do desemprego rural, pela falta de água para as populações, pelas migrações campo-cidade que sempre estiveram presente no semiárido.

Os problemas ligados a água vem gerando preocupação e motivando estudos em diferentes áreas do conhecimento. O clima, como um dos elementos formadores da paisagem, é de relevante importância já que influencia o regime dos rios, o escoamento fluvial e a disponibilidade hídrica de uma região.

As características climáticas do Nordeste brasileiro, representadas pela sazonalidade da precipitação e pela alta variabilidade das chuvas, mantém uma relação direta com o comportamento fluvial. A distribuição da chuva no tempo e no espaço, associada às formações geológicas predominantemente cristalinas, são fatores condicionantes do regime dos rios e das reservas subterrâneas e, portanto, da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para a região.

O semiárido possui reduzido volume de escoamento superficial em sua rede de drenagem, apresentando coeficientes de escoamento muito baixos. Além disso, existem problemas associados à qualidade, comprometendo a sua utilização.

O presente artigo traz algumas considerações acerca das características climáticas e dos recursos hídricos da região Nordeste, considerando principalmente, o semiárido.

Breves considerações sobre o clima do Nordeste

O semiárido nordestino apresenta elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas. Os totais pluviométricos são baixos e apresentam alta variabilidade no tempo e no espaço. Ocorrem, ainda, elevadas taxas de evapotranspiração e elevado déficit hídrico.

As elevadas taxas de insolação e as altas temperaturas são decorrência da sua posição latitudinal já que a região é submetida a forte radiação solar durante o ano todo. Assim, a maior parte do Nordeste apresenta temperaturas médias que variam entre 26 e 28° C. Apenas áreas situadas em altitude mais elevadas apresentam médias inferiores a 26° C. Em locais mais específicos, influenciados por altitudes superiores a 1000m (em áreas da Chapada Diamantina e da Borborema, por exemplo), as médias são inferiores a 20° C. Além disso, a região apresenta baixa amplitude térmica que varia de 5° C a menos de 2° C, do sul da Bahia ao litoral setentrional (NIMER, 1989).

As elevadas taxas de evapotranspiração estão associadas as elevadas temperaturas. Conforme considerações de Vieira (2003), o déficit de evapotranspiração real em relação à evapotranspiração potencial varia de 50 mm, até valores superiores a 1.000 mm, denotando alto índice de aridez para a região.

Em se tratando da precipitação, o Nordeste semiárido apresenta totais pluviométricos baixos e distribuição marcadamente sazonal das chuvas. A estação chuvosa dura em torno de 3 a 5 meses, enquanto a estação seca se prolonga por 7 a 9 meses, em média. Isso se deve a atuação de diferentes sistemas atmosféricos, cuja permanência sobre a região é relativamente curta.

Dinâmica atmosférica regional, distribuição das chuvas e problemas associados.

A dinâmica atmosférica da Região é controlada por diferentes massas de ar e seus respectivos centros de ação. No Nordeste brasileiro se destaca a atuação do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, associado a Massa Tropical Atlântica e a Massa Equatorial Atlântica. Sopram predominantemente ventos do quadrante E-SE, tratando-se dos alísios do Hemisfério Sul. Tais massas de ar, em função de sua vorticidade anticiclônica e subsidência superior trazem estabilidade para o tempo, estabelecendo o período seco para a região que no semiárido pode durar até 9 meses. A

estabilidade é interrompida pela atuação de diferentes sistemas atmosféricos que causam chuva em áreas e períodos sazonais diferenciados.

Na porção Setentrional do NE brasileiro o mecanismo produtor de chuva mais importante é a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, que atua na região entre fevereiro e maio, atingindo os estados do MA, PI, CE, RN, PB e PE e extremo norte da BA. Ela se forma na confluência dos alísios de NE e SE e se desloca para a região em meados de verão, atingindo sua posição mais meridional no outono. Corresponde a uma área de intensa atividade convectiva, que pode abranger até 500km de largura, acompanhadas de baixas pressões, alta nebulosidade e muita chuva. (FERREIRA & MELLO, 2005). De acordo com Nimer (1989), tal sistema pode provocar chuvas até sobre os paralelos 9 a 10° S, ou seja, nas imediações do “cotovelo” do rio São Francisco sobre a região do Razo da Catariana. Em maio ela retorna em direção ao Hemisfério Norte, quando se inicia o período seco para o setor setentrional do Nordeste.

No extremo Sul e Sudoeste atua a **Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS**, atingindo principalmente a Bahia. Tal sistema influencia na região entre novembro e março, sendo que as chuvas se concentram principalmente entre novembro e fevereiro. A ZCAS resulta da intensificação do calor e da umidade provenientes do encontro de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). A ZCAS pode avançar para latitudes mais baixas atingindo assim, o S e SW do região.

Na porção Sul e Leste, atingindo principalmente os estados da Bahia, Sergipe a Alagoas, a **Frente Polar – FP**, em seu ramo oceânico, gera chuvas principalmente no inverno. A FP se forma no encontro da Massa Tropical Atlântica com a Massa Polar Atlântica gerando instabilidade a partir da ascensão forçada do ar quente, provocando intensa nebulosidade e precipitação.

Na porção Leste do Nordeste, os **Distúrbios Ondulatórios de Leste – DOL** também denominados de Ondas de Leste – OL, trazem chuva para a Zona da Mata e o Agreste nos meses do inverno e secundariamente no outono. Os DOL se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de leste para oeste, ou seja, da costa da África até o litoral leste do Brasil (FERREIRA & MELLO, 2005).

Na região atuam, ainda, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, as Linhas de Instabilidades e os Complexos Convectivos de Mesoescala, que contribuem para a ocorrência de chuvas, incrementando os totais anuais para a região.

Com relação aos valores pluviométricos e a distribuição espacial da precipitação há diferenças significativas para a região Nordeste com totais que decrescem da periferia em direção ao interior.

No Oeste da região, abrangendo principalmente o Maranhão ocorrem chuvas com totais superiores a 1500mm, destacando-se como sistema a ZCIT, ao Norte, conjugada com Instabilidades Tropicais que ocorrem no interior de massa de ar vinda da Amazônia (NIMER, 1989).

Na porção Leste da região, no litoral que vai do Rio Grande do Norte até a Bahia, ocorrem totais pluviométricos igualmente significativos. Trata-se de chuvas provocadas por DOL, cujos valores são superiores a 1.250mm, podendo chegar a mais de 2000 mm em Pernambuco (Barreiros registra 2.464 em média) e na Bahia (Ilhéus atinge valor médio de 2.115mm). (NIMER, 1989). Os totais mais representativos se destacam no inverno e secundariamente no outono. No litoral do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco as chuvas podem ocorrer conjugadas com a ZCIT, principalmente no outono, e no litoral de Alagoas, Sergipe e Bahia, podem ocorrer juntamente com a FP.

No extremo Sul e Sudoeste da região ocorrem chuvas provocadas pela ZCAS, cujos totais pluviométricos são mais representativos nos meses do verão, com valores superiores a 1000mm anuais. No Sul da Bahia ocorrem, ainda, chuvas provocadas pela FP que contribui para os valores totais de precipitação registrados.

A pluviometria da região Nordeste decresce da periferia para o interior, sendo que na maior parte dos estados do PI, CE, RN, PB, PE e BA ocorrem totais que variam de 800 a 500 mm, além de locais com valores inferiores a 400mm como é o caso do Razo da Catariana, na Bahia e da Depressão de Patos, na Paraíba, conforme as considerações de Nimer (1989).

Além de apresentar a maior parte de seu território com valores pluviométricos baixos, a variabilidade da precipitação interanual é muito elevada, principalmente no semiárido. Fenômenos oceânicos-atmosféricos são os responsáveis pela variabilidade que ocorre de um ano para outro. Em anos de El Niño, quando as águas do Pacífico estão mais aquecidas no centro-leste, toda a convecção se desloca para leste, alterando o posicionamento da Célula de Walker. Com a continuidade da circulação atmosférica, o ar quente daquela região é empurrado, originando um ramo descendente sobre o oceano Atlântico, próximo à região Nordeste do Brasil e à Amazônia oriental. De acordo com a intensidade desta célula de circulação e de sua fase de ocorrência, pode haver inibição da formação de nuvens e da descida da ZCIT

para posições mais meridionais, e como consequência diminuição das chuvas no Nordeste Brasileiro. Assim, o fenômeno El Niño é um dos responsáveis pela redução das chuvas no setor setentrional do NE brasileiro (FERREIRA & MELLO, 2005).

Contudo, inúmeros estudos têm apontado para a influência do Oceano Atlântico Tropical (Dipolo do Atlântico) na distribuição das chuvas nas regiões tropicais do continente sul-americano, principalmente sobre o norte do NE brasileiro, dentre os quais se destacam os de Hastenrath e Heller (1977); Moura e Shukla (1996), Uvo et al. (1994), dentre outros.

O fenômeno El Niño, dependendo da intensidade e período do ano em que ocorre, principalmente quando acontece com a fase positiva do dipolo do Atlântico, que é desfavorável à ocorrência de chuvas, é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos, principalmente na porção setentrional da região. O fenômeno de La Niña, ao contrário, associado ao Dipolo negativo do Atlântico, que é favorável às chuvas, é normalmente associado a anos normais, chuvosos ou muito chuvosos na região (FERREIRA & MELLO, 2005).

Tais fenômenos repercutem em sérios problemas associados as chuvas. Em anos com totais pluviométricos muito baixos, registram-se secas para a região, com repercussões socioeconômicas sérias, enquanto em anos muito chuvosos são observadas inundações que causam muitos prejuízos, principalmente para as áreas urbanas.

As figuras 01 e 02 representam os desastres naturais associados à dinâmica climática entre 2003 e 2012, tendo-se a título de exemplo, o estado do Ceará, cujo território encontra-se quase que totalmente nos domínios do semiárido. Os desastres naturais foram considerados a partir das portarias de Situação de Emergência, um dos critérios adotados pelo EM-DAT para que se configure a condição de desastre natural.

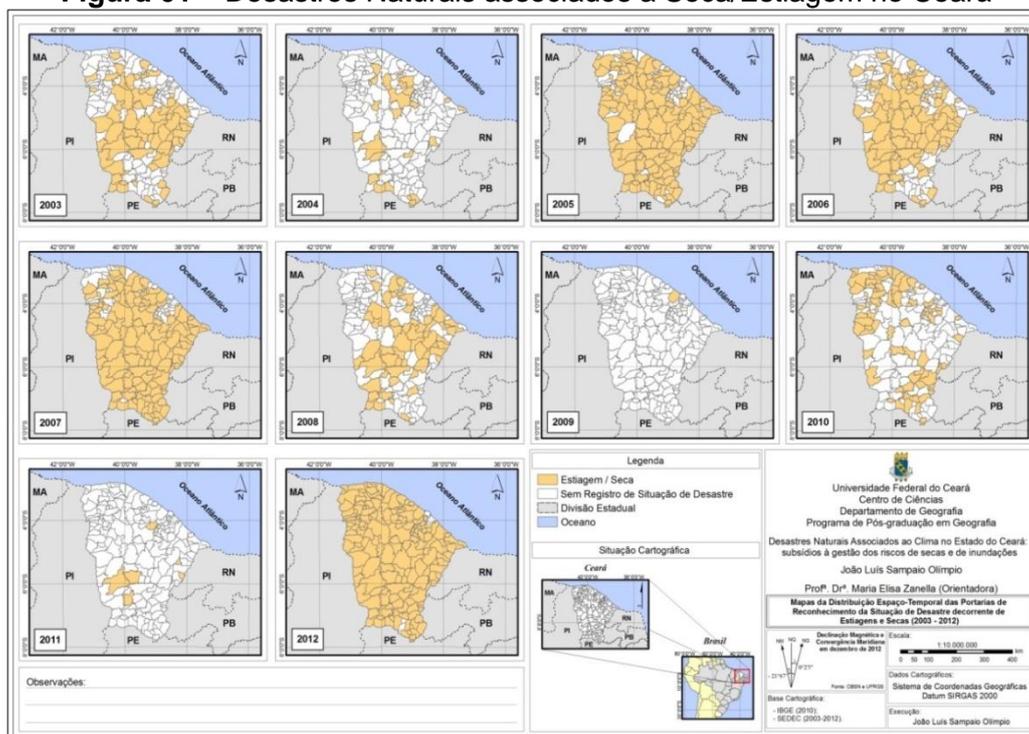
Observa-se que, para o período analisado, as secas foram mais recorrentes e geraram um número muito superior de Situação de Emergência em relação às enchentes. A maioria dos municípios do estado do Ceará tiveram problemas associados a seca ou estiagem nos anos de 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010 e 2012. Os maiores problemas são observados em 2005, 2007 e 2012, onde a quase totalidade dos municípios decretaram Situação de Emergência.

Com relação às portarias pelo excesso de chuvas, destacam-se os anos de 2004 e 2009 com um número maior de casos registrados de enchentes, com maior evidência para o ano de 2009, cujos totais pluviométricos foram muito superiores à

média de chuvas nos diferentes municípios cearenses, onde inúmeros impactos foram ocasionados pelas chuvas intensas daquele ano.

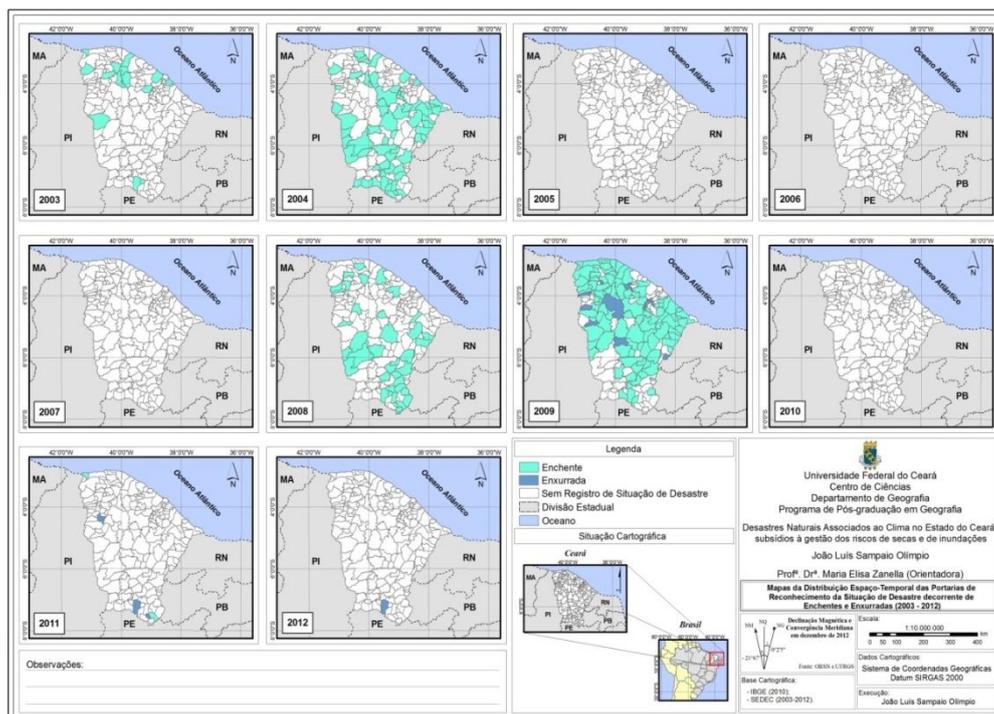
Dessa forma, atesta-se como problema mais marcante para o semiárido nordestino a falta de chuva, que repercute em secas periódicas, afetando sobremaneira os recursos hídricos da região.

Figura 01 – Desastres Naturais associados a Seca/Estiagem no Ceará



Fonte: Olímpio, 2013

Figura 02 – Desastres Naturais associados à Enchentes no Ceará



Fonte: Olímpio, 2013.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Semiárido

Embora apresente baixos totais pluviométricos em relação às demais regiões do país, o semiárido brasileiro é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm. Em algumas áreas a precipitação média não ultrapassa os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média pode chegar a 2.500 mm ano, gerando elevados déficits hídricos. (MONTENGRO & MONTENEGRO, 2012).

Trata-se de uma região pobre em volume de escoamento de águas superficiais. Tal situação deve-se às características climáticas e também à estrutura geológica dominante, onde há predomínio de solos raros formados sobre rochas do embasamento cristalino, principalmente metamórficas e ígneas, resultando em baixas trocas de água entre o rio e o substrato adjacente. O resultado é uma densa rede de rios de regime temporário, cuja lâmina de água escoar durante o período chuvoso, secando completamente nos meses subsequentes (CIRILO, 2008).

Os rios de regime temporários são encontrados principalmente na área que vai do estado do Ceará, até a parte setentrional da Bahia. Um dos principais é o Jaguaribe, localizado no Ceará, dada a sua extensão e ao seu potencial de aproveitamento de água, já que nele se encontram dois dos maiores açudes do Nordeste: o Castanhão e o Orós. No entanto, alguns rios ao terem suas nascentes

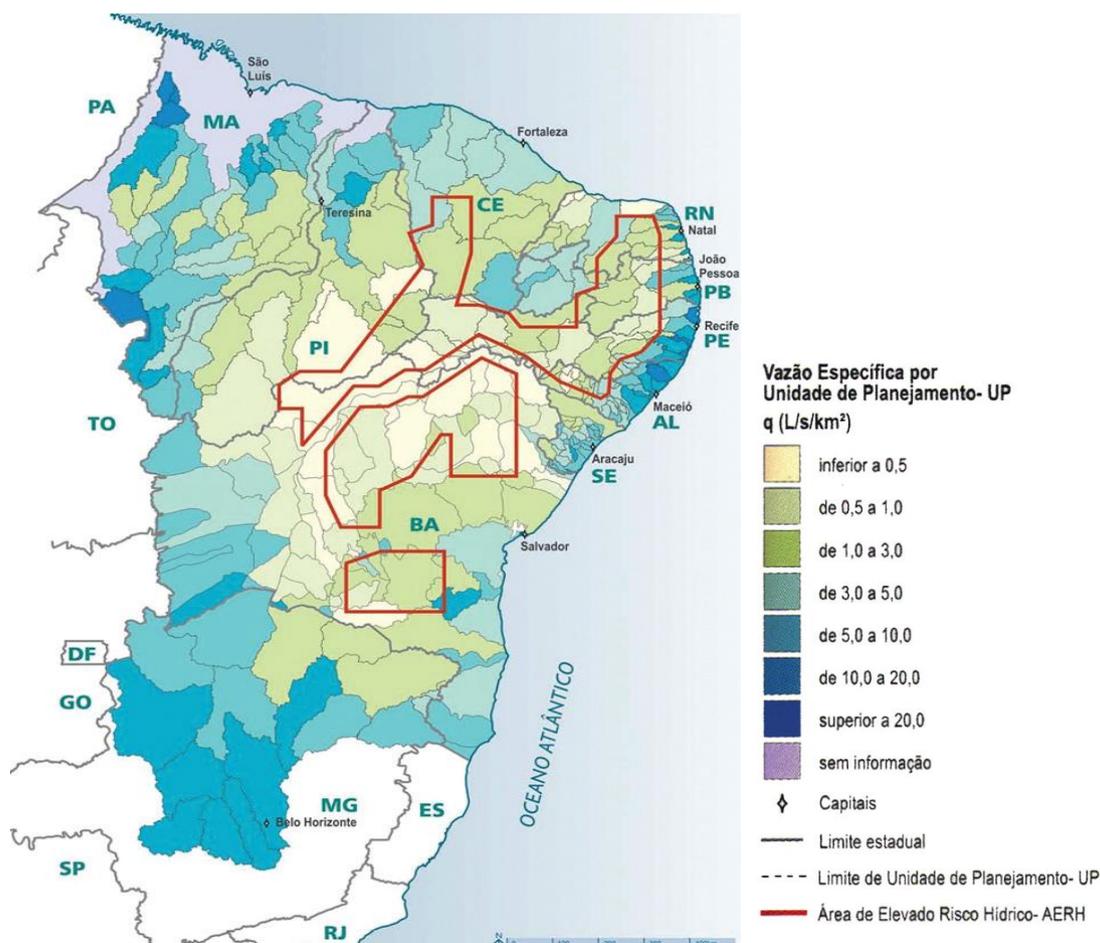
em áreas úmidas constituem-se em drenagens perenes, cujo exemplo mais importante é o rio São Francisco, que nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, onde os totais pluviométricos são bastante elevados. Tem-se ainda rios perenes no Maranhão, Piauí e Bahia, com destaque para o Rio Parnaíba (CIRILO, 2008).

O potencial hídrico superficial é representado pela vazão média de um longo período em uma seção do rio. É um indicador importante para uma primeira avaliação da carência ou abundância de recursos hídricos em uma região (CIRILO, 2008).

A figura 03 indica a potencialidade hídrica superficial das bacias hidrográficas que drenam o Nordeste, como resultado de estudos hidrológicos desenvolvidos para o trabalho da ANA/MMA – Atlas Nordeste – Abastecimento urbano de Água (ANA, 2005).

De acordo com a figura, observa-se que existem duas áreas indicadas como de elevado risco hídrico. Tais áreas correspondem a aquelas cujos totais pluviométricos são mais baixos o que repercute em menores valores de vazão média. Abrangem espaços mais representativos do semiárido dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia.

Figura 03 – Potencialidades Hídrica no Nordeste brasileiro



Fonte: ANA, 2005

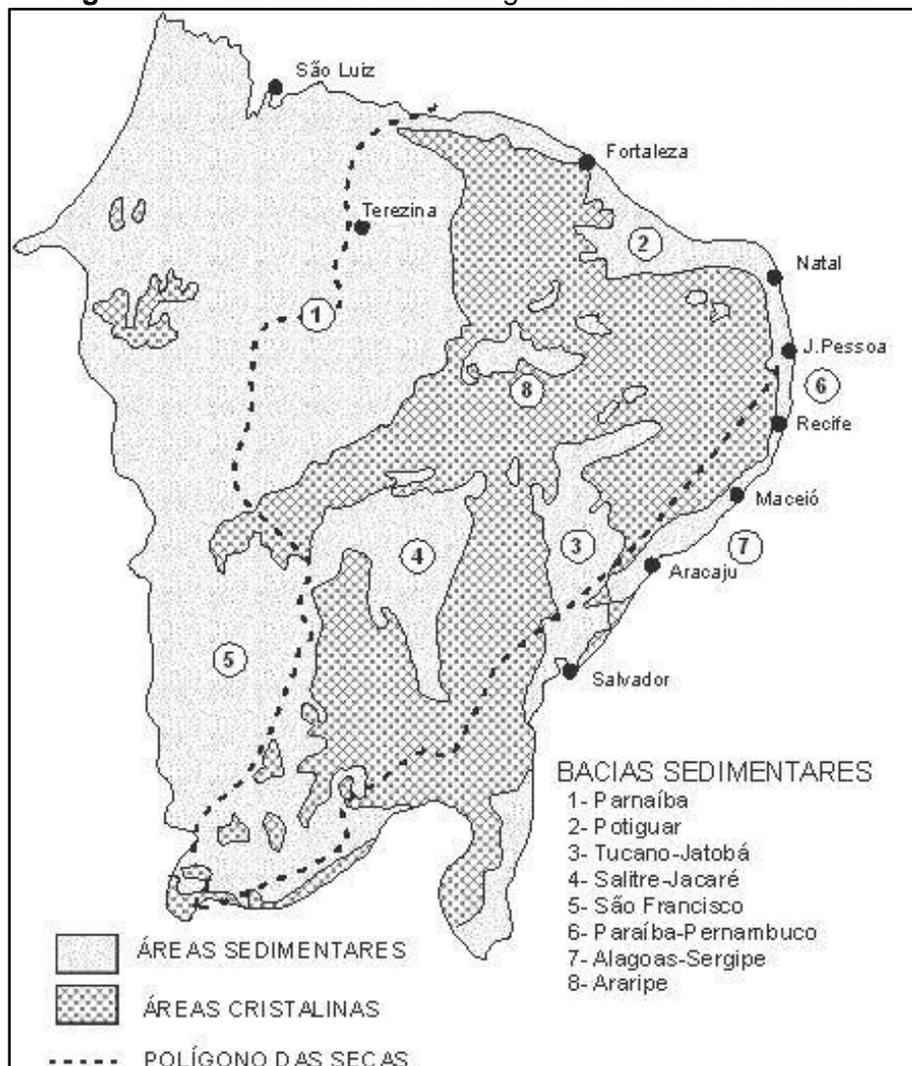
Com relação aos recursos hídricos subterrâneos, o nordeste semiárido é formado predominantemente por rochas cristalinas, perfazendo aproximadamente 80% de seu território. As rochas cristalinas não se constituem em um bom aquífero, principalmente no semiárido onde o manto de decomposição é pouco espesso. Além disso, as rochas cristalinas são menos porosas e dificultam a penetração e o acúmulo de água subterrânea. Contudo, nestas rochas, em virtude de esforços tectônicos, há a presença de falhas e fraturas que permitem o armazenamento de água e é nestes espaços onde podem ser encontradas águas para serem utilizadas pelas populações.

Nos terrenos cristalinos, a produtividade dos poços depende da presença, da abertura e da conectividade das fraturas, características que determinam a capacidade de conduzir e armazenar água das rochas. Nas regiões semiáridas, em que prevalece o intemperismo físico, o manto é pouco espesso ou inexistente, restringindo ainda mais a potencialidade dos terrenos cristalinos.

Em virtude das características geológicas dominantes e do clima semiárido a

água apresenta, em muitos locais, altos teores de sais, tornando-a salobra e imprópria para o consumo humano e para a irrigação. Além disso, os poços apresentam baixa vazão, da ordem de 1 m³/h (CIRILO, 2008).

Figura 04 – Características Geológicas do Nordeste Brasileiro



Fonte: Demetrio et al., 2007

Contudo há áreas importantes do território nordestino cuja constituição geológica é sedimentar, havendo grandes reservas de água subterrânea. Destaque aqui para os estados que se localizam na Bacia Sedimentar do Parnaíba, a exemplo do Piauí, onde grande parte do território está nos domínios do clima semiárido e em virtude das características geológicas sedimentares apresenta elevado potencial de águas subterrâneas. A Bahia também apresenta território representativo assentado em rochas sedimentares mais permeáveis associados à Bacia Tucano-Jatobá e a Salitre-Jacaré, cuja reserva de água subterrânea é representativa. Além disso, as

águas subterrâneas são de melhor qualidade e a vazão, conforme aponta Cirilo (2008), pode chegar a dezenas e centenas de m³/h de forma contínua.

Rebouças (1997) destaca que as reservas subterrâneas do Nordeste permitem a captação de vinte bilhões de m³/ano, sem colocar as reservas existentes em risco. Tal volume equivale a 60% da capacidade do reservatório de sobradinho, na Bahia, e aproximadamente o triplo da capacidade do Açude Castanhão, no Ceará. A partir de tal consideração, Cirilo (2008, p.66) argumenta que :

...as águas subterrâneas nas reservas sedimentares do semiárido devem ser usadas criteriosamente, de preferência para o abastecimento humano (diversas cidades do Nordeste situadas sobre as bacias sedimentares ou próximas a elas são abastecidas por essas fontes), e não faz sentido considerar que essa potencialidade seja capaz de atender às demandas regionais, até porque seriam necessárias grandes transferências de água para isso.

Tal argumento é ressaltado pelo autor, dado que as reservas subterrâneas apresentam concentração espacial, cuja localização se destaca no Piauí e na Bahia. Além disso, em muitos lençóis a profundidade encarece os custos para a sua implantação e ainda, há muitas incertezas sobre os mecanismos de recarga dos aquíferos no semiárido e uma exploração intensiva pode colocar em risco tais fontes.

Em se tratando de qualidade da água dos rios que drenam o semiárido o principal problema é o lançamento de esgotos domésticos. Nas cidades, a ineficiência na coleta, no tratamento e na disposição final dos resíduos sólidos vem causando a poluição dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, comprometendo o aproveitamento dos mananciais e causando problemas de saúde. Em rios com baixa disponibilidade hídrica, principalmente os que se encontram na região do semiárido, o problema de assimilação de cargas orgânicas está associado, sobretudo, às baixas vazões dos corpos d'água. A exploração mineral, o lançamento de efluentes industriais, as cargas de natureza difusa decorrentes da drenagem de solos urbanos e agrícolas e os resíduos sólidos ainda mal localizados são problemas que também tem sido observados. Outro aspecto relevante dos problemas associados a qualidade da água no semiárido refere-se a eutrofização dos corpos d'água, bastante comuns em reservatórios, principalmente os de pequeno porte.

Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos as principais políticas públicas em desenvolvimento no semiárido brasileiro são a construção de açudes, a perfuração de poços artesianos, a construção de cisternas rurais, a implantação de barragens subterrâneas, a dessalinização e o aproveitamento da água salobra, o

reaproveitamento de águas servidas e o transporte de água a grandes distâncias a partir de adutoras e canais, conforme apontam Cirilo (2008), Montenegro & Montenegro (2012), dentre outros estudiosos dos recursos hídricos do Nordeste. As considerações aqui abordadas tem como referência as contribuições de referidos autores.

A **açudagem** é uma das práticas de maior destaque das políticas de armazenamento de água e amplamente adotada no semiárido nordestino. As primeiras iniciativas remontam ao século XIX, com maior expansão a partir da década de 60 do século XX. De acordo com Cirilo (2008), os açudes podem ser enquadrados em duas classes principais: os de médio e grande porte, com capacidade de acumulação de bilhões de metros cúbicos, e os de pequeno porte (barreiros), bastante presente no espaço nordestino, com capacidades que podem chegar a centenas de milhares de metros cúbicos. Como exemplos de açudes de grande porte estão os de Orós, com 2,5 bilhões de m³ e Castanhão, com 6,7 bilhões de m³, ambos no Ceará, além dos lagos de Sobradinho, com 34,1 bilhões de m³, Itaparica, com 11 bilhões de m³ e Xingó, com 3,8 bilhões de m³, utilizados sobretudo para a geração de energia elétrica (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012). Segundo referidos autores, a SUDENE teve papel decisivo na implantação de açudes no semiárido voltados principalmente para abastecimento e para a irrigação.

Em se tratando da **perfuração de poços artesianos**, deve-se considerar que a potencialidade de águas subterrâneas do Nordeste é bastante limitada devido à predominância de embasamento cristalino. Os poços perfurados no cristalino nordestino, para aproveitar água de suas fraturas, apresentam, em geral, vazão limitada e alto teores de sais. Suassuna & Audry (1995) analisaram as águas dos poços no Nordeste brasileiro e identificaram problemas de salinidade e sodicidade para o semiárido, constatando que 75% das águas apresentam elevada teores de sais, limitando seu uso. Do ponto de vista das bacias subterrâneas sedimentares do Nordeste, de acordo com Rebouças (1997), há possibilidade de captação anual da ordem de 20 bilhões de m³. Apesar do alto potencial, deve-se observar que tais bacias concentram-se principalmente no Piauí e na Bahia, e que a água se situa a grandes profundidades, limitando a viabilidade econômica da sua exploração (CIRILO, 2008; MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012).

As **cisternas rurais** têm sido outra forma de captação de águas das chuvas que é realizada a partir de telhados de casas e que tem sido fundamental para o abastecimento doméstico da população rural do semiárido. Tais técnicas ganharam

forte impulso a partir da década de 90, a partir de Programas Governamentais e Não-governamentais na construção de cisternas rurais, principalmente a cisterna de placas. As ONGs vem tendo importante contribuição no processo de instalação das cisternas, envolvendo inclusive, amplas discussões acerca da distribuição e uso da água.

As **barragens subterrâneas** são construídas transversalmente aos vales aluviais, a partir da impermeabilização total ou parcial do fluxo, afim de interceptar o escoamento em subsuperfície. São indicadas em vales de reduzida espessura da zona saturada e onde as águas não apresentam elevados teores de sais. Vários são os exemplos de sucesso de implantação de barragens subterrâneas que tem possibilitado o cultivo de diversos produtos agrícolas (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012). O papel das ONGs tem sido importante na implantação dessas técnicas de aproveitamento de águas no semiárido nordestino.

A **instalação de dessalinizadores**, associados à poços artesianos localizados no cristalino tem se constituído em ação governamental, tanto a nível federal quanto estadual. Inúmeras comunidades rurais vem se beneficiando com o sistema embora os custos de manutenção e operação dos dessalinizadores ainda sejam bastante elevados. O maior desafio está na produção de rejeito com alta concentração de sais que não pode ser lançado diretamente ao solo ou corpos hídricos, dado ao forte impacto causado ao meio ambiente. De acordo com Montenegro & Montenegro (2004) algumas soluções tem sido adotadas para o destino do rejeito como: uso de tanques com lâminas d'água delgadas para aumentar a velocidade de evaporação e possibilitar a deposição de sais; acumulação em tanques para a criação de peixes como a tilápia rosa e o camarão marinho; além do cultivo de planta introduzida da Austrália (*Atriplex nummularia*) com capacidade de absorção de sais.

Em se tratando do **reaproveitamento de águas servidas** as iniciativas ainda são bastante tímidas, conforme exposto por Cirilo (2008, p. 74) a partir das considerações de Campello Neto et. al. (2007):

... No Nordeste o reúso da água para atividades industriais vem surgindo em setores com o produção de confecções. Ainda é muito tímida, praticamente resumindo-se a projetos-piloto, a reutilização de efluentes sanitários, tratados ou não, para atividades agrícolas.

De acordo com Montenegro & Montenegro (2012) as Universidades e Centros de Pesquisa têm desenvolvido estudos e aprimorado tecnologias para os tratamentos de águas servidas e para a disposição controlada de esgotos com tratamento primário

ou secundário ao solo.

Finalmente o **transporte de água a grande distâncias** por meio de adutoras e canais, tem sido utilizado para captar água a partir de reservatórios de grande porte ou de poços profundos de áreas sedimentares, sendo várias as obras deste tipo no semiárido, a exemplo do Canal da Integração, no estado do Ceará, e a ampla rede de adutoras no Rio Grande do Norte. A Adutora do Pajeú é outro sistema importante que possibilitará atender a 19 municípios no estado de Pernambuco (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012).

A transposição do rio São Francisco se destaca neste aspecto. Ela tem como objetivo conduzir água para 12 milhões de habitantes do Agreste e do Sertão dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Essas águas serão destinadas, prioritariamente, ao consumo da população urbana de 390 municípios daqueles estados. A integração do rio São Francisco com bacias dos rios temporários do semiárido será realizada a partir da retirada contínua de 26,4 m³/s de água, sendo que 16,4 m³/s (0,88%) seguirão para o Eixo Norte e 10 m³/s (0,54%) para o Eixo Leste. Em anos nos quais o armazenamento do reservatório de Sobradinho superar sua capacidade, o volume captado deverá ser ampliado para até 127 m³/s, aumentando a oferta de água para múltiplos usos (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2014).

Mais detalhes sobre a transposição podem ser encontrados em Brasil (2000), Cirilo (2008), Montenegro & Montenegro (2012), dentre outros autores. No site do Ministério da Integração pode-se dispor de informações sobre o andamento atual das obras de transposição.

Embora as alternativas para a minimização do problema associado aos recursos hídricos sempre foram prioridade por parte dos gestores públicos, a falta de água ainda é muito presente na região, principalmente em anos secos e muito secos, denotando que as soluções adotadas ainda não foram suficientes para resolver definitivamente o problema.

Considerações Finais

A associação de baixas precipitações, distribuição irregular das chuvas, delgado manto intempérico, vegetação esparsa (caatinga) interferem sobremaneira na quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no semiárido nordestino. Além disso, existem problemas associados à qualidade deste recurso, que, muitas

vezes, limita a sua utilização.

Em se tratando da gestão dos recursos hídricos as principais políticas públicas para o semiárido brasileiro têm sido a construção de açudes, a perfuração de poços artesianos, a construção de cisternas para abastecer as populações rurais, a implantação de barragens subterrâneas, a dessalinização a aproveitamento da água que apresenta elevados teores de sais, o reaproveitamento de águas servidas e o transporte de água a grandes distâncias a partir de adutoras e canais, destacando-se a transposição do rio São Francisco. Tais ações vem contribuindo para minimizar os efeitos das secas na região.

As diversas alternativas para minimizar o problema da água sempre estiveram em pauta por parte dos gestores públicos, contudo, a falta desse recurso ainda é largamente evidenciada, principalmente em anos com baixos totais pluviométricos, mostrando que há muito a ser feito para que o problema seja definitivamente solucionado e toda a população possa ter acesso a água e, de boa qualidade.

Referências Bibliográficas

ANA – Agência Nacional das Águas – Atlas Nordeste – **Abastecimento urbano de água**. Brasília, DF, 2005

Brasil. Ministério da Integração Nacional. **Projeto de transposição de águas do rio São Francisco para o Nordeste setentrional**. Brasília, DF, 2000. 10v

CIRILO, J.A. Políticas públicas de recurso hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, n. 22(63), 61-82, 2008.

DEMETRIO, J.G.A. et.al. Aquíferos fissurais. IN: CIRILO J.A. et.al.(Org) **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões-semi-áridas**. Recife, ABRH. Editora Universitária, UFPE, 2007, p. 508.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência do oceano pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, ACLIMA, ano 1, dez. 2005.

GAMACHE, J. F.; HOUZE JR, R.A. Mesoscale air motions associated with a tropical squall line. **Mon. Wea. Rev.**, 110, 118-135, 1982.

GAN, M.A.; KOURSKY, V. E. **Um estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil**. INPE, São José dos Campos, 1982.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climate hazards in Northeast Brazil. **Quart. J. Roy. Meteorological Society**, v. 103, 77-92, 1977.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVIERA, I. **Climatologia: noções básicas e clima do Brasil**. Oficina de Textos, São Paulo, 2007, 206p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. O projeto do Rio São Francisco. Disponível em: [www.http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/o-que-e-o-projeto](http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/o-que-e-o-projeto). Consultado em: 28/04/2014.

MONTENEGRO, A.A.A; MONTENEGRO, S.M.G.L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. IN: Recursos hídricos em regiões semiáridas / editores, Hans Raj Gheyi, Vital Pedro da Silva Paz, Salomão de Sousa Medeiros, Carlos de Oliveira Galvão - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012, 258P.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in the Northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Jornal of Atmospheric Sciences**, v. 38, n.12, 2653-2675, 1981.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

OLIMPIO, J.L. Dessastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará. Fortaleza: UFC. **Dissertação de Mestrado**, 2013.

SILVA, M. M. Irrigação com efluentes secundários no crescimento, produtividade e concentração de nutrientes no solo e na mamoneira. Campina Grande:UFCG, 2010.100p. **Tese Doutorado**

SILVA, V. P. Efeitos da fertirrigação com efluente de lagoa de polimento nos atributos do solo e na produção de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Recife: UFPE. 2007. 128p. **Tese Doutorado**.

SUASSUNA, J; AUDRY, P. A **Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino**: Caracterização, variação sazonal e limitações de uso, Recife: CNPq, 1995. 128p

UVO, C.R.B. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região Norte do Nordeste Brasileiro. **Dissertação de Mestrado em Meteorologia**. INPE, São José dos Campos, 1987.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semiárido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 8, p.7-17, 2003.

Recebido em: 01/05/2014

Aceito para publicação em: 20/06/2014