

MAPA DE HIDROQUÍMICA DOS MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS DO ESTADO DA PARAÍBA

*Eugenio Antonio de Lima¹; Dilermando Alves do Nascimento²;
Luiz Carlos Ribeiro Brandão³; Selma Chaves Guilera⁴ & Washington Santos Alves⁵*

RESUMO – O Estado da Paraíba está localizado na Região Nordeste do Brasil, aproximadamente entre os meridianos 34° 45' e 38° 45' WGr e os paralelos 06° 00' e 08°20'S. O Mapa de Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos do Estado da Paraíba, editado na escala de 1:500.000, foi elaborado pela Gerência de Recursos Naturais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE–GRN/BA), no Projeto de Sistematização de Informações Sobre Recursos Naturais. Este produto se propõe a oferecer para o conjunto da área um quadro das possibilidades de exploração dos recursos hídricos, indicando áreas mais e menos favoráveis, em termos da potabilidade natural das águas subterrâneas, classificação química e uso na irrigação. Executado ao longo de quatro anos e reunindo um acervo de 1.841 pontos d'água e 1.826 análises químicas, o presente estudo visa, sobretudo, contribuir para o conhecimento do comportamento químico das águas subterrâneas do Nordeste – região mais carente de recursos hídricos no Brasil – oferecendo, assim, subsídios para o planejamento e uso racional dos recursos hídricos em escala regional.

ABSTRACT – The State of Paraíba is located in the Brazil's Northeast Region, approximately between the meridians of 34°45' and 38°45' WGr, and the parallels 06°00' and 08°20' S. The Map of Hydrochemical of the Underground Resources of the State of Paraíba, edited at the scale of 1:500,000, was elaborated by the Administration of Natural Resources of Brazilian Institute of Geography and Statistics, within the Sistematization of Information about Natural Resources Project. This work aims at offer for the whole area a picture on the exploration possibilities of the hydric resources, pointing out more and less favourable areas, regarding the natural potability of underground waters, chemical classification, and use in irrigation. It was elaborated during four years, and encompass data of 1,841 water points and 1,826 chemical analysis. The present study aims at, essentially, to contribute to the knowledge of the chemical behavior of the underground waters in Northeast – the most wanting brazilian region in hydric resources – and so offering subsidies for the planning and rational use of the hydric resources at regional scale.

Palavras-chave: Análises físico-químicas, mapa de hidroquímica.

¹Geólogo, Pesquisador em Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE/UE-BA; Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; Av. Presid. Castelo Branco, 750 – Edf. Centralvalle, 4º andar – Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; (71) 2105.8682; fax (71) 2105.8658 e-mail: eugenioibge@yahoo.com.br.

² Geólogo, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE/UE-BA; Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; Av. Presid. Castelo Branco, 750 – Edf. Centralvalle, 4º andar – Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; (71) 2105.8682; fax (71) 2105.8658; e-mail: dilermando@ibge.gov.br.

³ Analista de Sistemas, Pesquisador em Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE/UE-BA; Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; Av. Presid. Castelo Branco, 750 – Edf. Centralvalle, 3º andar – Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; (71) 2105.8672; fax (71) 2105.8658; e-mail: lbrandao@ibge.gov.br.

⁴ Analista de Sistemas, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE/UE-BA; Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; Av. Presid. Castelo Branco, 750 – Edf. Centralvalle, 3º andar – Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; (71) 2105.8684; fax (71) 2105.8658; e-mail: sel@ibge.gov.br.

⁵ Analista de Sistemas, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE/UE-BA; Gerência de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; Av. Presid. Castelo Branco, 750 – Edf. Centralvalle, 3º andar – Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; (71) 2105.8684; fax (71) 2105.8658; e-mail: washington@ibge.gov.br.

INTRODUÇÃO

A avaliação dos recursos hídricos disponíveis, tanto nos mananciais de superfície quanto nos mananciais de subsuperfície, constitui uma preciosa informação para os diversos setores da sociedade, visto que a água representa um recurso fundamental para a região nordestina – face à sua carência e aos graves problemas sociais e econômicos decorrentes da estiagem – e, em especial, para o Estado da Paraíba que tem boa parte de seu território inserido na região do Polígono das Secas.

No Mapa de Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos da Paraíba são delimitados domínios quimicamente homogêneos com relação à potabilidade, aos tipos químicos dominantes e ao uso das águas subterrâneas na irrigação. Desta feita, as informações contidas neste mapa poderão servir de base a estudos futuros de maior detalhe, destinados a esclarecer certas particularidades dos aquíferos.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

O Estado da Paraíba está situado na Região Nordeste do Brasil e ocupa uma superfície de cerca de 56.440 km². Limita-se a sul com o estado de Pernambuco, a norte com o Rio Grande do Norte e a oeste com o Ceará. Toda a porção leste da área estadual é banhada pelo Oceano Atlântico, onde se destacam as praias de Tambaú, Ponta do Seixas (ponto extremo oriental da América do Sul), Barra de Camaratuba, Baía da Traição, Lucena, o porto de Cabedelo, Jacumã, Tambaba e Pitimbu.

As cidades mais importantes são: João Pessoa (capital), Campina Grande, Santa Rita, Patos, Souza, Cajazeiras e Guarabira. Os principais rios que compõem a rede hidrográfica estadual são: Paraíba, Piranhas, Taperoá, Mamanguape, Piancó, Curimataú, do Peixe, Espinharas, Miriri e Gramame. Boa parte dos cursos d'água (especialmente na região do Sertão) são intermitentes e têm seus volumes drasticamente diminuídos nos períodos de seca, quando são reduzidos a filetes de água ou mesmo chegam a “cortar”, isto é, cessam de correr deixando seus leitos totalmente secos. Em direção ao litoral, pela maior incidência de chuvas e maior capacidade de restituição dos aquíferos, ocorre uma diminuição do caráter sazonal da rede hidrográfica, sendo perenes, não só algumas pequenas bacias costeiras, como também os baixos cursos de alguns rios maiores, como o rio Paraíba.

O Estado da Paraíba apresenta variações climáticas que vão do úmido ao semi-árido, com marcantes diferenças de leste para oeste, o que corresponde em linhas gerais à transição Mata-Agreste-Sertão. Na região próxima ao litoral (Zona da Mata ou Baixada Litorânea Úmida) e na encosta leste da Borborema (Agreste) predomina o clima tropical úmido, com chuvas de outono-

inverno e estação seca durante o verão. No litoral as chuvas são abundantes, bem distribuídas no outono e no inverno e atingem índices superiores a 2.000 mm anuais, caracterizando uma zona intensamente úmida, propícia ao secular cultivo da cana-de-açúcar – um dos estímulos da economia nordestina. Seguindo para o interior, as chuvas diminuem, apesar do significativo aumento do índice pluviométrico observado no topo do Planalto da Borborema. O clima semi-árido é dominante em boa parte do estado e em certas regiões – como o Cariri Paraibano – os índices pluviométricos atingem 500-600 mm anuais. Convém citar que o menor índice pluviométrico anual do Brasil foi registrado no município de Cabaceiras (279 mm). Incrustadas na zona do Agreste ocorrem áreas de exceção – os brejos de altitude – definidas como zonas com condições naturais excepcionais, topograficamente mais elevadas e detentoras de umidade. São exemplos dessas condições climáticas especiais municípios como Natuba, Umbuzeiro, Bananeiras, Areia e Serraria, que apresentam uma organização espacial baseada na policultura.

O clima semi-árido e os solos rasos e pedregosos constituem as condições para o desenvolvimento da caatinga – vegetação subxerófila, decídua, cujos componentes predominantes são pequenas árvores ou arbustos, geralmente espinhosos, formando grupamentos ora densos, ora com árvores esparsas. A utilização da vegetação da caatinga como pastagem natural, bem como as lavouras de algodão e de subsistência e a retirada indiscriminada para lenha e carvão, tem alterado profundamente as características primitivas da vegetação.

O relevo estadual caracteriza-se pela existência de uma faixa litorânea com altitudes reduzidas, pelo Planalto da Borborema na região central, pelo planalto ocidental na parte oeste e por áreas topograficamente deprimidas na região em torno de Patos. O ponto mais elevado do estado é o pico do Jabre, com 1.090 metros de altitude.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado o levantamento das informações hidrogeológicas disponíveis para a área em vários órgãos governamentais (CDRM, SUDENE, CPRM e DNOCS), envolvendo relatórios e publicações diversas, mapas geológicos e hidrogeológicos, perfis, fichas de poços e resultados de análises físico-químicas. Posteriormente, foram programadas operações de campo visando o reconhecimento hidrogeológico regional. A partir do mapa de amostragem química preliminar, foram realizadas coletas sistemáticas de águas subterrâneas em vários poços tubulares, visando melhorar a densidade da malha de amostragem – fundamental para o êxito da análise e interpretação dos dados, ou seja, quanto maior o volume de amostras e quanto melhor a distribuição e a qualidade dos dados, em determinada área, melhores e mais seguros serão os resultados e as recomendações desses estudos. Ao longo de quatro anos de pesquisa foram realizadas várias

campanhas de campo e coletadas 101 amostras de água subterrânea, que foram analisadas pelo Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água, da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife-PE. Estas amostras, somadas às existentes no banco, totalizam 1.826 análises físico-químicas (completas).

As informações disponíveis foram uniformizadas e sistematizadas em um banco de dados de águas subterrâneas desenvolvido no Microsoft Access, sendo estabelecidos, através de aplicativos, os parâmetros para as determinações químicas, baseados em classificações de potabilidade, tipos químicos e uso na irrigação. Os resultados dessas classificações foram migrados e georeferenciados no MicroStation, viabilizando-se, assim, o estabelecimento de unidades hidroquímicas que guardam características mais ou menos similares no âmbito de seus domínios. As características gerais de cada unidade são descritas para o conjunto ou zona hidroquímica homogênea – descontadas as limitações devidas às variações locais ou pela falta específica de informações.

A conjugação dos temas numa única carta só foi possível com a utilização de cores, hachuras e símbolos, que permitem ao usuário uma visão global da qualidade química das águas subterrâneas.

A continuidade dos levantamentos vem contribuindo para uma atualização das informações do banco de dados. Quanto maior o volume e melhor a qualidade dos dados específicos, melhor será a definição das unidades formuladas, ou seja, o processo de seleção de zonas mais e menos propícias à utilização dos recursos hídricos é dinâmico – função da evolução do conhecimento hidrogeológico. Desta feita, poderá uma determinada unidade – no futuro – ser subdividida ou mesmo modificada, sempre que surgirem novas informações técnicas interessantes e/ou pertinentes.

SÍNTESE DA HIDROGEOLOGIA REGIONAL

Em termos hidrogeológicos, o Estado da Paraíba pode ser dividido em três grandes ambientes bem distintos: a parte central e oeste, mais seca, que corresponde às áreas de ocorrência do embasamento cristalino; as bacias cretáceas encravadas nas regiões de Souza, Pombal e Brejo das Freiras e a porção leste, mais úmida, correspondente à Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba e aos sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

As rochas do embasamento cristalino afloram na maior parte da área constituindo superfícies mais ou menos contínuas. Lito-estratigraficamente, são rochas de composição variada e idades diversas: ocorrem desde granitos do Neoproterozóico até migmatitos, gnaisses, quartzitos, calcários e xistos do Arqueano (Gomes et al, 1981[1]). Todas essas litologias representam um meio aquífero de permeabilidade praticamente nula e extremamente dependente da trama de fraturas.

A porção leste da área é dominada pelos sedimentos da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, que em certos trechos são recobertos por sedimentos terciários do Grupo Barreiras. As aluviões – especialmente as dos rios Paraíba, Mamanguape e Curimataú – são parte integrante deste sistema aquífero.

Na porção oeste do estado (regiões de Souza, Pombal e Brejo das Freiras) ocorrem importantes bacias sedimentares isoladas, encravadas – por falhas – no cristalino circundante. Trata-se dos sedimentos cretáceos do Grupo Rio do Peixe, que chegam a atingir mais de 1.700 m de espessura.

RESULTADOS

No Mapa de Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos a potabilidade das águas (em termos físico-químicos) foi avaliada segundo o método de Schoeller (apud Costa, 1963[1]), que define seis classes de potabilidade: boa, passável, medíocre, má, momentânea e não-potável. O grande predomínio de rochas do embasamento cristalino em maior parte da área estadual influencia os elevados teores de resíduo seco, notadamente na porção central e centro-ocidental do Estado (zonas menos chuvosas), onde se observa nítido domínio de águas com potabilidades variando entre **medíocre, momentânea e má**. É fácil notar que ocorre uma faixa de águas com potabilidade **boa a passável** na porção oeste do Estado – região submetida a índices pluviométricos menos rigorosos. Zonas com águas de potabilidade inferior coincidem grosseiramente com zonas de elevado teor de resíduos secos (2.000 a 4.000 mg/l) e de reduzidos índices pluviométricos, ou seja, as características hidrogeológicas adversas – rochas cristalinas e alimentação, circulação e armazenamento deficientes – aliadas ao clima seco, são fatores determinantes na salinização das águas subterrâneas. Com efeito, observa-se que cerca de 48% dos poços perfurados na porção cristalina semi-árida do estado (região central e centro-ocidental) fornece águas com resíduos secos acima de 2.000 mg/l. Na frequência acumulada, 68% das águas do embasamento cristalino no Estado da Paraíba apresentam resíduo seco superior a 1.000 mg/l. Na região situada entre Cabaceiras, São João do Cariri, Pocinhos e Juazeirinho alguns valores de resíduo seco superam 8.000 mg/l, o que corresponde a 10% do total dos poços amostrados na região cristalina e, segundo Schoeller, são águas classificadas como **não-potáveis**. As perspectivas são mais promissoras na porção correspondente às bacias sedimentares (Souza, Pombal, Brejo das Freiras e Pernambuco-Paraíba), aos sedimentos do Grupo Barreiras e às aluviões. Nestas porções a maior parte das amostras oscila entre as faixas de potabilidade **boa e passável** e têm como característica principal o baixo teor dos resíduos secos (média de 300 mg/l). As águas subterrâneas das aluviões apresentam resíduos secos quase sempre inferiores a 500 mg/l. Localmente, ocorrem alterações na salinidade provocadas pela

interferência de outras formações geológicas (em zonas de contato com o embasamento cristalino). Na região do litoral foram registrados valores anômalos, excessivamente elevados, provavelmente decorrentes da contaminação provocada pelo desequilíbrio da interface, por exploração indiscriminada em áreas muito próximas ao mar.

A classificação dos tipos químicos de água foi estabelecida utilizando-se o Diagrama Triangular de Féré (apud SUDENE,1971[1]) , o qual é composto por dois triângulos, dispostos base a base, onde são plotados os teores proporcionais dos cátions e ânions. A partir da plotação dos resultados de 1.826 análises físico-químicas completas, se observa que ocorre uma grande incidência de águas **cloretadas-sódicas** e **cloretadas-mistas** em toda a porção central, centro-ocidental e centro-oriental do estado, ficando as águas **bicarbonatadas-mistas** e **bicarbonatadas-sódicas** praticamente restritas às porções leste e oeste. Águas **mistas** e **cloretadas-magnesianas** resumem-se a ocorrências esparsas. As águas **cloretadas-sódicas** estão geralmente relacionadas a resíduos secos elevados, ao passo que as **bicarbonatadas mistas** e **sódicas** estão mais afeitas aos baixos resíduos secos e geralmente ocorrem em domínio sedimentar.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas para fins de uso na irrigação foi realizada segundo a classificação americana do U.S. Salinity Laboratory. De acordo com as relações entre os valores da Condutividade Elétrica (C) e da Razão de Adsorção de Sódio (S), observa-se que na porção leste e oeste da área (áreas onde dominam aquíferos de natureza sedimentar) ocorrem predominantemente águas das classes **C1-S1** e **C2-S1**, ou seja, águas de salinidade baixa a média, com baixo risco de teores nocivos de sódio, geralmente recomendadas para a irrigação, embora as que apresentam maior teor salino só devam ser usadas em solos com boa lixiviação e drenagem. Na porção central da área as águas das classes **C3-S3**, **C4-S2**, **C5-S2**, **C5-S3** e **C5-S4** exercem relativo domínio e se caracterizam como águas de alta salinidade e alto risco de sódio e são praticamente impróprias para a irrigação.

RECOMENDAÇÕES

O estudo realizado confirma a boa aptidão físico-química das águas subterrâneas provenientes das rochas sedimentares. Este conjunto de rochas, além de apresentar reservas exploráveis bastante promissoras, fornece águas de baixo teor salino que são recomendadas de modo quase irrestrito para consumo humano, animal e agrícola.

O embasamento cristalino – apesar das limitações quantitativas e qualitativas – tem a sua exploração recomendada. Suas águas, não obstante as restrições ao consumo humano impostas pelo alto teor salino que comumente apresentam, podem ser perfeitamente aproveitadas para consumo animal. Por outro lado, em pequenas comunidades rurais localizadas na área cristalina da Paraíba

observam-se vários poços tubulares equipados com dessalinizadores, cujas águas – originalmente salinas – vêm sendo utilizadas para consumo humano após sofrerem beneficiamento. O uso deste importante maquinário já está bastante difundido na região semi-árida do Nordeste e vem sendo conduzido com relativo sucesso.

O presente estudo leva a concluir que deve ser julgado o interesse relativo da exploração das águas subterrâneas das rochas cristalinas levando-se em conta sua grande extensão territorial (mais de 70% da área estadual) e o fato que a importância da água cresce na medida em que esta se torna mais escassa. Daí, a necessidade de adoção e manutenção de políticas públicas voltadas ao aproveitamento racional desses recursos. Seguindo esta linha de pensamento, o mapa ora apresentado constitui-se numa ferramenta para o conhecimento das características químicas das águas subterrâneas do Nordeste – em especial do Estado da Paraíba.

BIBLIOGRAFIA

COSTA, W.D. Hidrogeologia no cristalino região Monteiro-Sumé, PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17, 1963, Recife. Roteiro de Excursão. Recife: SUDENE, 1963. 21p.

GOMES, J. R. de C. et al. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25-Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais, 23) p.27-300

SUDENE. Elementos de hidrogeologia prática. 2.ed. Recife, 1971. 353p. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 13).