

MAPEAMENTO HIDROGEOLÓGICO E HIDROQUÍMICO DA FOLHA SB.24-Z-C SERRA TALHADA

Teotônio Durval de Castro Dourado¹; Valdir José Beraldo²

Resumo - A Folha SB.24-Z-C Serra Talhada está compreendida entre os meridianos 37°30' e 39°00'WGr e os paralelos 07°00' e 08°00'S. Está localizada na porção centro-norte de Pernambuco, centro-sul da Paraíba e leste do Ceará, perfazendo uma área de 18.000 km². Os resultados dos trabalhos nesta folha consistem em duas cartas temáticas: hidrogeologia e hidroquímica, na escala 1:250.000. O principal objetivo desses estudos é fornecer ao usuário uma representação cartográfica dos diferentes sistemas aquíferos, suas potencialidades, importância hidrogeológica relativa, vulnerabilidade e condições de exposição, além de classificar as águas subterrâneas quanto à potabilidade, fácies químicas e uso na irrigação. Os mapas concluídos visam dotar a Região Nordeste do Brasil – região mais carente de recursos hídricos do país – de um instrumento interpretativo das características gerais dos mananciais subterrâneos. O propósito dos mapas é fornecer ao usuário uma representação cartográfica dos diferentes sistemas aquíferos, suas potencialidades, significado hidrogeológico relativo, vulnerabilidade e condições de exposição, bem como a classificação das águas subterrâneas com relação à potabilidade, fácies químicas e uso na irrigação.

Abstract - The Sheet SB.24-Z-C Serra Talhada is comprised between the meridians 37°30' and 39°00'WGr, and the parallels 07°00' and 08°00'S. It is situated at the north-central region of the State of Pernambuco, south-central region of the State of Paraíba, and eastern region of State of Ceará, with a total area of 18,000 square kilometers. The results presented in this sheet include two thematic maps: hydrogeological and hydrochemical maps, at 1:250,000 scale. The concluded maps aim to give to the Northeast Region of Brazil – the country most wanting region in hydric resources – an instrument which portrays the general characteristics of the underground water resources. The scope of the maps is provide to the user a chartographic presentation of the several different water systems, their potentialities, hydrogeologic relating significance, vulnerability and exposition conditions, as well as the classification of the underground waters referring to potability, chemical facies and use in irrigation.

Palavras-Chave – mapa hidrogeológico, hidroquímica.

¹ Geólogo, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas; IBGE; Gerência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – UE/BA; Av. Pres. Castelo Branco, 750; Edf. Centralvalle; 4º andar; Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; fone 55.71. 2105.8682; fax 55.71. 2105.8658; e-mail: teotonio.dourado@ibge.gov.br

² Geólogo, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas; IBGE; Gerência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – UE/BA; Av. Pres. Castelo Branco, 750; Edf. Centralvalle; 4º andar; Vale de Nazaré; CEP: 40.046-900; Salvador; BA; Brasil; fone 55.71. 2105.8682; fax 55.71. 2105.8658; e-mail: valdir.beraldo@ibge.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

A Folha SB.24-Z-C Serra Talhada encontra-se inserida na Região Nordeste do Brasil e está compreendida entre os meridianos 37° 30' e 39° 00' WGr e os paralelos 07° 00' e 08°00'S. Ocupa a porção centro-norte do Estado de Pernambuco, centro-sul da Paraíba e uma pequena porção no leste do Ceará, totalizando uma superfície aproximada de 18.000 km². A área não apresenta grande densidade demográfica, uma vez que a grande maioria das cidades da região é de pequeno porte. Os principais centros regionais são as cidades de Serra Talhada, São José do Belmonte, Triunfo e Afogados da Ingazeira, em Pernambuco, Piancó, na Paraíba, e Barro, no Ceará. As principais vias de acesso à área são as rodovias federais BR-232 e BR-116. As rodovias mais importantes são a BR-361(que liga Catingueira a Conceição) e a PE-320 (que liga Serra Talhada a Tabira), além de outras rodovias estaduais (PE-365, PE-242, PB-400, PB-404, PB-408 e CE-096).

A área em questão está submetida ao clima semi-árido e caracteriza-se por um período chuvoso de curta duração (janeiro-abril), onde a média pluviométrica anual situa-se entre 600 e 800mm. As temperaturas médias anuais situam-se entre 24 e 26o C , sendo os meses de junho e julho os mais frios do ano. A vegetação primitiva (caatinga e contato caatinga/floresta estacional) encontra-se em grandes trechos substituída por pastagens e agriculturas de subsistência.

O relevo é bastante movimentado, com altitudes variando em geral entre 350 e 600m. As áreas mais elevadas (serras do Melado, da Travessia, Manoel Reis, das Queimadas e da Mata Verde) apresentam cotas topográficas acima de 800m, relevo forte ondulado, solos bem desenvolvidos e profundos, vegetação natural primitiva constituída de formações florestais e condições climáticas especiais, decorrentes do fator orográfico.

A maioria dos rios e riachos que compõem as bacias hidrográficas da área está submetida ao regime fluvial semi-árido sendo, portanto, de caráter intermitente. Na porção serrana central, pela maior incidência de chuvas, ocorre uma certa diminuição do caráter sazonal da rede hidrográfica. Os principais cursos d'água da área são os rios Piancó (afluente do rio Piranhas) e Pajeú (afluente do rio São Francisco).

2 - OBJETIVOS DO TRABALHO

A avaliação dos recursos hídricos disponíveis, tanto nos mananciais de superfície quanto nos mananciais de sub-superfície, constitui uma preciosa informação para os diversos setores da sociedade, visto que a água representa um recurso fundamental, mormente para a Região Nordeste, face à sua carência e aos graves problemas sociais e econômicos decorrentes da estiagem.

O objetivo geral desta avaliação é oferecer, a partir de uma base de dados científica, propostas para a utilização racional dos recursos hídricos, embasada na estimativa de seu potencial, em termos quantitativos e qualitativos.

As operações de campo objetivaram, principalmente, o reconhecimento hidrogeológico das unidades; caracterização e delimitação dos aquíferos, condições gerais de alimentação dos aquíferos, circulação e descarga, aspectos litológicos, estratigráficos e estruturais das unidades, verificação de vazões e medição de níveis estáticos de poços tubulares e cacimbas, obras de captação, estudos locais das relações entre águas superficiais e águas subterrâneas, usos da água, condições gerais de exploração, coletas de água e entrega de 54 (cinquenta e quatro) amostras de água para realização de análises físico-químicas no Laboratório de Análises Minerais Solos e Água LAMSA/SUDENE/UFPE, em Recife. As campanhas de campo foram realizadas no período de 16/05/2005 a 04/06/2005 e de 19/09/2005 a 08/10/2005, pelos geólogos Eugênio Antônio de Lima e Valdir José Beraldo.

Os produtos finais constam de duas cartas temáticas, uma hidrogeológica e outra de hidroquímica, na escala 1:250.000, elaboradas pela Divisão de Geociências do IBGE, dentro das atividades do Projeto de Sistematização de Informações Sobre Recursos Naturais. Esses estudos visam dotar a Região Nordeste do Brasil – especialmente as zonas mais carentes de recursos hídricos – de um instrumento interpretativo das características gerais dos mananciais subterrâneos.

A Carta Hidrogeológica representa, por superposição de hachuras e cores, a potencialidade dos aquíferos, importância hidrogeológica relativa e produtividade, agrupando áreas de condições similares de ocorrência de águas subterrâneas. Este mapa visa fornecer ao usuário uma representação cartográfica dos diferentes ambientes hidrogeológicos, tendo como suporte o arcabouço geológico, que, em linhas gerais, determina a vocação geodrica das unidades e as condições de exploração, demandas e características físico-químicas das águas subterrâneas. Além dessas informações, são esboçadas as condições de exposição dos aquíferos e a vulnerabilidade dos mesmos à poluição.

Na Carta de Hidroquímica são delimitados domínios quimicamente homogêneos com relação à potabilidade, tipos químicos dominantes e classificação para uso na irrigação. Desta feita, as informações apresentadas nesses dois mapas poderão servir de base a estudos futuros de maior detalhes, destinados a esclarecer certas particularidades dos aquíferos.

3 - METODOLOGIA

Inicialmente, foi feito o levantamento dos dados de poços tubulares da Folha SB.24-Z-C Serra Talhada, obtidos em órgãos governamentais, tais como SUDENE, DNOCS e CDRM/PB. Na

fase seguinte foram realizadas operações de campo, onde foram feitas visitas a poços tubulares previamente selecionados para amostragem, com determinação das coordenadas geográficas pelo uso do GPS (Global Positioning System) e levantamento dos dados hidrogeológicos disponíveis. Na fase final, os dados – uma vez avaliados – foram incorporados a um banco de dados, desenvolvido no Microsoft Access, e, desta feita, permitiram o estabelecimento de uma classificação hidrogeológica (baseada na produtividade dos aquíferos e na importância hidrogeológica relativa) e hidroquímica (utilizando as classificações usuais de potabilidade, tipos químicos e irrigação).

O mapa hidrogeológico representa uma síntese dos dados hidrogeológicos armazenados no banco de dados, acrescidos de dados de campo, obtendo-se, assim, uma representação da produtividade dos aquíferos e da importância hidrogeológica relativa. A produtividade dos aquíferos é representada em faixas de valores da Capacidade Específica (expressa em l/s/m), enquanto que a Importância Hidrogeológica Relativa Local tem conceituação intuitiva, embora sua definição ampare-se, sobretudo, num confronto equilibrado entre disponibilidade, necessidade, explotabilidade e qualidade química das águas subterrâneas. No mapa de encarte constam informações gerais relativas às condições de exposição dos aquíferos e à vulnerabilidade destes à poluição.

O mapa de hidroquímica foi elaborado a partir de vários aplicativos, os quais traduzem parâmetros de classificação dos tipos químicos, potabilidade e uso na irrigação. Os resultados dessas classificações foram migrados e geo-referenciados no MicroStation, e assim tornaram viável a seleção de áreas quimicamente homogêneas. 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 das características dos mananciais hídricos subterrâneos identificados. A metodologia obedece, em essência, a normalização proposta pela CPRM (Leal,1993) para o Projeto Levantamento Geológico Básico do Brasil, na escala 1:100.000.

4 - ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS, LITOLÓGICOS E ESTRUTURAIS

Segundo Gomes et al.(1981), ocorrem na área predominantemente rochas do cristalino, representadas por litologias dos Complexos Nordeste, Monteiro e Trindade, do Grupo Cachoeirinha e de intrusões graníticas, granodioríticas e dioríticas. Em menor proporção, ocorrem sedimentos do paleozóico e do mesozóico nas porções oeste e sudoeste da área. As rochas do Complexo Nordeste afloram no extremo norte da área, sendo constituídas por migmatitos homogêneos e heterogêneos e gnaisses variados. O Complexo Monteiro ocorre basicamente ao sul e a nordeste da área, sendo constituído por gnaisses variados com predominância de hornblenda gnaiss, biotita gnaiss, granada-gnaiss e gnaisses xistosos, zonas migmatíticas, intercalações de

calco-silicáticas, anfíbolitos, quartzitos e calcários metamórficos. Na porção meridional da área são registradas algumas ocorrências sedimentares significativas: a porção correspondente à borda oriental da Bacia do Araripe (localmente representada pela Formação Missão Velha), a Bacia Sedimentar de São José do Belmonte e a Bacia de Fátima – as duas últimas testemunhos de uma antiga e mais ampla cobertura sedimentar. A Formação Missão Velha é composta por arenitos médios a grosseiros, com níveis sílticos e argilosos e intercalações de calcarenitos, calcários e margas betuminosas. A Bacia de São José do Belmonte, constituída localmente pela Formação Cariri, envolve uma seqüência de arenitos grosseiros e conglomerados, com freqüentes estratificações cruzadas. Na porção sudeste da área ocorre a Bacia de Fátima cujas características litológicas são similares às da Bacia de São José do Belmonte.

Os principais falhamentos regionais têm direção sudoeste-nordeste. Essas falhas possuem várias outras associadas, de direções variadas, bem como, importantes sistemas de fraturas e extensas zonas de cisalhamento. A porção norte da área é atravessada pelo lineamento de Patos, de direção leste-oeste.

5 - HIDROGEOLOGIA REGIONAL - OS SISTEMAS AQUÍFEROS

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 Proterozóico Superior até migmatitos, gnaisses, quartzitos, calcários cristalinos e xistos do Proterozóico Inferior. Todas essas litologias representam um meio aquífero de permeabilidade praticamente nula e extremamente dependente da trama de fraturas. Os terrenos cristalinos, face à fraquíssima permeabilidade primária que apresentam, são comumente negligenciados com vistas à exploração de águas subterrâneas. Entretanto, fenômenos de tectonismo de distensão que aconteceram nos vários períodos da evolução geológica porque passaram esses terrenos, originaram e reativaram o sistema de falhas, retalhando transversal, ortogonal e longitudinalmente, determinando em vários trechos o subordinamento da rede hidrográfica. A presença de manchas aluvionares nos vales de alguns rios e riachos da região determina melhores condições de recarga e maiores possibilidades de exploração das águas subterrâneas. Por outro lado, os reservatórios contidos no manto de alteração – verdadeiras zonas aquíferas sobrepostas às fraturas – cumprem um importante papel hidrogeológico, facilitando as recargas provenientes principalmente das precipitações pluviométricas.

Nessas rochas a circulação em sub-superfície se dá com gradientes em geral baixos, em direção aos cursos d'água – os níveis de base regionais. Parcelas consideráveis destinadas ao

armazenamento hídrico subterrâneo sofrem processos de exsudação, principalmente através da evapotranspiração, durante e imediatamente após as chuvas, em virtudes das elevadas temperaturas anuais. Os volumes de água subterrânea armazenados no meio fraturado variam amplamente em função da grande anisotropia que esses terrenos comumente apresentam. Os melhores resultados são geralmente obtidos em zonas mais fraturadas e intemperizadas e ao longo dos trechos de coincidência fratura/drenagem.

Com relação às rochas sedimentares, o quadro é bem mais animador. Na Região do Cariri os recursos hídricos subterrâneos são a mais importante fonte de água potável para abastecimento público e privado, bem como para diversas atividades, tais como agricultura, uso industrial e práticas de lazer. Este conjunto sedimentar produz águas subterrâneas de excelente qualidade e afigura-se como o principal responsável pelo abastecimento de várias cidades, destacando-se Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha. Em 2001, o Governo do Ceará perfurou um poço tubular na Serra dos Carneiro, no município de Araripe, com 950 metros, vazão de 400 m³/h, vazão específica de 7,3m³/h/m e nível estático de 375m, fato que confirma o Batateiras e o Missão Velha – localmente posicionados entre 540 e 700 metros – como os principais aquíferos produtores da Chapada do Araripe (ABAS, 2003). A Formação Missão Velha consiste num complexo sistema geóidrico, compartimentado em *horsts* e *grabens*, que em muitos locais tem comportamento livre, com espessuras médias saturadas da ordem de 150 metros (ANA, s/d). No conjunto, trata-se de um sistema semiconfinado, onde a presença de arenitos com intercalações de horizontes descontínuos de margas e folhelhos dividem este sistema em dois: superior e inferior, onde este último pode apresentar condições locais de água sob pressão ou até mesmo artesianismo, ou seja, os níveis argilosos intercalados na seqüência psamítica da Formação Missão Velha determinam o confinamento parcial do lençol, dando margem ao artesianismo, especialmente nos locais onde as cotas topográficas são inferiores às da superfície das águas subterrâneas. Os poços apresentam em geral profundidades entre 80 e 280 metros, com vazões médias de 25 m³/h, sendo a máxima observada de 300 m³/h.

Nas zonas de afloramento da Formação Missão Velha e nos aluviões a alimentação das reservas subterrâneas se dá principalmente a partir das precipitações pluviométricas. Devem ocorrer também infiltrações provenientes das águas de várias fontes que ocorrem na borda da chapada. A drenagem dos tabuleiros da região de Milagres, Brejo Santo e Mauriti tem um escoamento generalizado na direção norte, com dois principais eixos de drenagem: o rio Salgado e o riacho dos Porcos e essas aluviões fazem parte do mesmo sistema aquífero. Atualmente, são verificados focos de poluição por agrotóxicos, vinhoto e dejetos domésticos e industriais ao longo dessas principais calhas fluviais o que, de certo modo, compromete também as águas do aquífero. São comuns várias cacimbas usadas em pequenas propriedades para abastecimento doméstico e irrigação de pequenas

áreas, cujas vazões devem alcançar 2 a 3 m³/h – muitas delas localizadas às margens dos cursos d'água.

O aquífero Cariri aflora na borda do sistema, em contato com o embasamento cristalino e encontra-se parcialmente confinado na Bacia do Araripe, assumindo características de aquífero livre na Bacia de São José do Belmonte. As principais entradas do sistema são constituídas pelas precipitações pluviométricas. As várias fontes e a rede hidrográfica são os principais exutórios.

As Bacias Sedimentares de São José do Belmonte e Fátima apresentam potencial hidrogeológico variando entre médio e bom, onde poços com profundidades entre 80 e 250 m produzem vazões de 10 a 70 m³/h. Um estudo avaliativo na Bacia de São José do Belmonte cadastrou 306 poços tubulares com os seguintes valores médios: profundidade de 105,58 m, nível estático de 16,98 m, nível dinâmico de 36,73 m, vazão de 13,83 m³/h, vazão específica de 1,58 m³/h/m e resíduo seco de 473,13 mg/l. No geral, pode-se esperar para a zona de afloramento deste aquífero, para poços com profundidades em torno de 60 metros, vazões de até 30 m³/h, com níveis estáticos variando entre 10 e 15 metros.

Na Bacia de Fátima a CPRM perfurou recentemente quatro poços tubulares com profundidades entre 300 e 415 metros, captando o aquífero Cariri, com vazões de produção da ordem de 50 m³/h.

6 - RESULTADOS

No Mapa de Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos da Folha Serra Talhada a potabilidade das águas, em termos físico-químicos, foi determinada a partir dos padrões estipulados por Schoeller (apud Costa, 1963), onde são balizados os principais constituintes: cálcio, magnésio, sódio, cloreto, potássio, bicarbonatos e sulfatos, associados ao resíduo seco e à dureza. Nesse sistema de seleção são definidas seis classes de potabilidade: boa, passável, medíocre, má, momentânea e não-potável.

Em termos de potabilidade físico-química das águas subterrâneas, pode-se dividir a Folha Serra Talhada em dois blocos bem distintos: um bem maior representado pelas rochas cristalinas e o outro menor representado pelas formações sedimentares das bacias que ocorrem na área. As rochas cristalinas, por suas características geológicas, possuem alimentação, circulação e armazenamento deficientes, o que aliadas ao fator climático, respondem por um meio aquífero que apresenta limitações quanto ao uso de suas águas subterrâneas, em função de apresentarem geralmente fracas vazões e águas com alto teor em sais dissolvidos.

No Mapa de Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos, na porção correspondente ao embasamento cristalino, os valores dos Resíduos Secos conduzem a um predomínio de águas boas,

passáveis e medíocres. Por suas características geológicas – alimentação, circulação e armazenamento deficientes – aliadas ao fator climático, o embasamento cristalino constitui um meio aquífero que apresenta limitações quanto ao uso, em função de suas águas comumente salinas. A média dos Resíduos Secos situa-se em torno dos 1240 mg/l, podendo excepcionalmente atingir valores superiores a 10.000 mg/l. As águas classificadas como boas estão fortemente relacionadas à porção sedimentar (Formação Missão Velha, Formação Cariri e Aluviões), onde os resíduos secos assumem geralmente valores entre 100 e 400 mg/l.

A classificação das fácies químicas foi feita com base no Diagrama Triangular de Féré (SUDENE, 1972). Uma análise sucinta do Mapa Hidroquímico revela a grande incidência de águas cloretadas-mistas, bicarbonatadas-sódicas e bicarbonatadas-mistas – as últimas mais comuns no domínio de rochas sedimentares, enquanto que as primeiras estão mais relacionadas ao sistema cristalino. Águas cloretadas-sódicas, sulfatadas-sódicas e mistas-mistas ocorrem quase sem nenhum destaque. Na avaliação da qualidade para fins de irrigação, segundo a classificação americana do U.S. Salinity Laboratory (SUDENE, *op. cit.*), prevalecem na porção dominada pelo embasamento cristalino águas das classes C2-S1, C3-S1 e C4-S2 (águas de salinidade média a elevada e fraca a medianamente sódicas, recomendadas apenas para solos com boa lixiviação e drenagem e apenas os vegetais de alta tolerância ao sal devem ser cultivados). Na porção sedimentar, dominam águas da categoria C1-S1, caracterizadas por apresentarem baixa salinidade e reduzido teor de sódio, o que permite que sejam usadas sem restrição para a irrigação.

Com base nos dados analisados, o embasamento cristalino apresenta potencial hidrogeológico fraco (vazões específicas geralmente inferiores a 0,033 l/s/m). Este fato reflete-se através da vazão de base quase inexistente da grande maioria dos rios estabelecidos sobre esses terrenos. Sua importância hidrogeológica relativa local varia entre negligenciável e muito pequena. Os poços perfurados sobre esses terrenos apresentam profundidades em torno de 40 a 60 metros, com níveis estáticos variando entre 2 e 8 metros, sendo as vazões geralmente compreendidas entre 0,8 e 5,0 m³/h. Os sedimentos das Bacias Sedimentares do Araripe, de São José do Belmonte e de Fátima apresentam importância hidrogeológica relativa média, com destaque para as Formações Missão Velha e Cariri, que abastecem várias localidades, como São José do Belmonte, Barro, Brejo Santo e Fátima. Na Bacia de São José do Belmonte o Aquífero Cariri é bastante explorado por poços com profundidades entre 80 e 250 metros e vazões em torno de 14 m³/h. Na Bacia de Fátima poços com profundidades entre 300 e 400 metros chegam a produzir 50 m³/h. O mapa hidrogeológico revela que os poços perfurados nessas unidades sedimentares apresentam vazões específicas da ordem de 0,11 l/s/m a 0,44 l/s/m – as melhores da região.

Fica evidente, portanto, a aptidão hidrogeológica dos sedimentos presentes na área. Quanto ao embasamento cristalino, mesmo a despeito das características hidrogeológicas desfavoráveis, as

condições sócio-econômicas do semi-árido nordestino conduzem a exploração desse parco potencial, já que as demandas são localizadas e pequenas – portanto, compatíveis com a reduzida oferta de águas subterrâneas. Embora com as limitações impostas pelo clima (chuvas reduzidas e concentradas, e forte evapotranspiração) e pela litologia – pouco propícia ao armazenamento e circulação subterrânea –, deve ser julgado o interesse relativo da exploração das águas subterrâneas dessas rochas cristalinas, levando-se em conta sua grande extensão territorial (mais de 80% da área estudada) e o fato que a importância da água cresce na medida em que esta torna-se mais escassa. Daí, a necessidade de adoção e manutenção de políticas públicas voltadas ao aproveitamento racional desses recursos. Neste sentido, o uso de dessalinizadores vem obtendo relativo sucesso, o que contribui de modo decisivo na utilização dessas águas para fins de abastecimento humano.

7 - BIBLIOGRAFIA

ABAS. Minimização das Conseqüências da Seca no Nordeste – Subsídios e Propostas para um Programa Racional de Perfuração de Poços Tubulares para o Abastecimento de Cidades de Pequeno, Médio e Grande Portes na Região Nordeste. Junho/2003. [on line]. Disponível: <http://www.abas.org> [capturado em maio 2008].

ANA. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Consolidação dos Estudos Ambientais. Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta. s/d. [on line]. Disponível: <http://www.ana.gov.br/projIntegrSF> [capturado em maio 2008].

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.

ELEMENTOS DE HIDROGEOLOGIA PRÁTICA. Recife: SUDENE, 1972. 353p. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 13).

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.

LEAL, A. de S. (Coord.) Mapas Hidrogeológicos; definição e legenda. Rio de Janeiro: CPRM, 1993. 16p.