

AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE CEARÁ – PERNAMBUCO – PIAUI

Alarico A. Frota Mont'Alverne (1)

Waldir D. Costa (2)

Francisco C. Ponte (3)

José Robinson A. Dantas (4)

Antonio H. Melo Junior (4)

José S. A. Ponte (5)

Carlos F. Silva (5)

(1) Chefe da Divisão de Geologia do DNPM/PE e Coordenador Geral do Projeto; (2) Consultor do DNPM e responsável pelo estudo hidrogeológico; (3) Consultor do DNPM e responsável pela caracterização geológica da bacia; (4) Geólogos do DNPM/PE, participantes dos estudos geológicos e hidrogeológicos; (5) Geólogos do DNPM/CE participantes dos estudos geológicos e hidrogeológicos.

RESUMO:

O Estudo hidrogeológico realizado na Bacia Sedimentar do Araripe, teve por objetivo a avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas daquela bacia, dentro de um programa mais amplo em desenvolvimento no Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, do Ministério de Minas e Energia, que é o de atualização dos conhecimentos de água subterrânea nas bacias sedimentares interiores do nordeste do Brasil.

A bacia sedimentar do Araripe, localiza-se na região nordeste do Brasil, nos limites dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, possuindo uma área total de 11.000 km², servindo de divisor das bacias hidrográficas que drenam para norte (Jaguaribe no Ceará), sul (Brígida e Garças em Pernambuco) e oeste (Poti no Piauí).

O estudo foi efetuado a partir de um cadastro elaborado no campo, com um total de 1487 poços tubulares e 348 exutórios naturais (fontes), ocorrentes na maior parte na região do Vale do Cariri, no estado do Ceará. Foram executados mapas geológicos e hidrogeológicos (piezométrico, de profundidade do nível d'água, de iso-transmissividade e de resíduo seco das águas).

ABSTRACT:

The hydrogeological study realized in the Araripe Sedimentary Basin was carried out to evaluate the volume of available in this sedimentary basin. This study was part of a more broad project developed at Nacional Department of Mineral Produccion (DNPM), part of Mining and Energy Ministry, with the ain of knowledge modernization of ground water in the inside sedimentary basin of northeastern Brazil.

The Araripe sedimentary basin, is situated in the northeast region of Brazil, at Pernambuco, Ceará and Piauí states. It has a total area of 11.000 km², and contributes to the division of the hydrografic basins that drain to north (Jaguaribe in Ceará) , south (Brigida and Garças in Pernambuco) and west (Poti in Piauí).

The study was made from a database of 1487 tubular wells and 348 natural springs, mostly in Cariri Valey region, in Ceará state. Geological and hydrogeological maps (piezometric, depth water level, iso-transmissibility and total solids of water) were made to present the results.

INTRODUÇÃO

LOCALIZAÇÃO

A Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se no alto sertão nordestino, cobrindo uma área com cerca de 11.000 km², sendo delimitada, aproximadamente, pelas coordenadas geográficas: 38° 30'00 e 40°55'00 de longitude oeste de Greenwich; 7°10'00" a 7°50'00 de latitude sul (Figura 1). Territorialmente engloba parte dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí e constitui-se no divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE) ao norte, São Francisco (PE) ao sul e Parnaíba (PI) a oeste.

Importantes municípios encontram-se inseridos em sua área de domínio, destacando-se os do Crato, Juazeiro do Norte, Barbalhá, Missão Velha, Brejo Santo, Milagres (Ceará), Araripina, Ipubi, Trindade, Ouricuri, Bodóco (Pernambuco) e Simões no Piauí. Os acessos aos mesmos podem ser feitos através das rodovias federais asfaltadas BR-232, BR-230, BR-116, BR-122, BR-316, além de rodovias estaduais de boa qualidade.

OBJETIVOS E METODOLOGIA

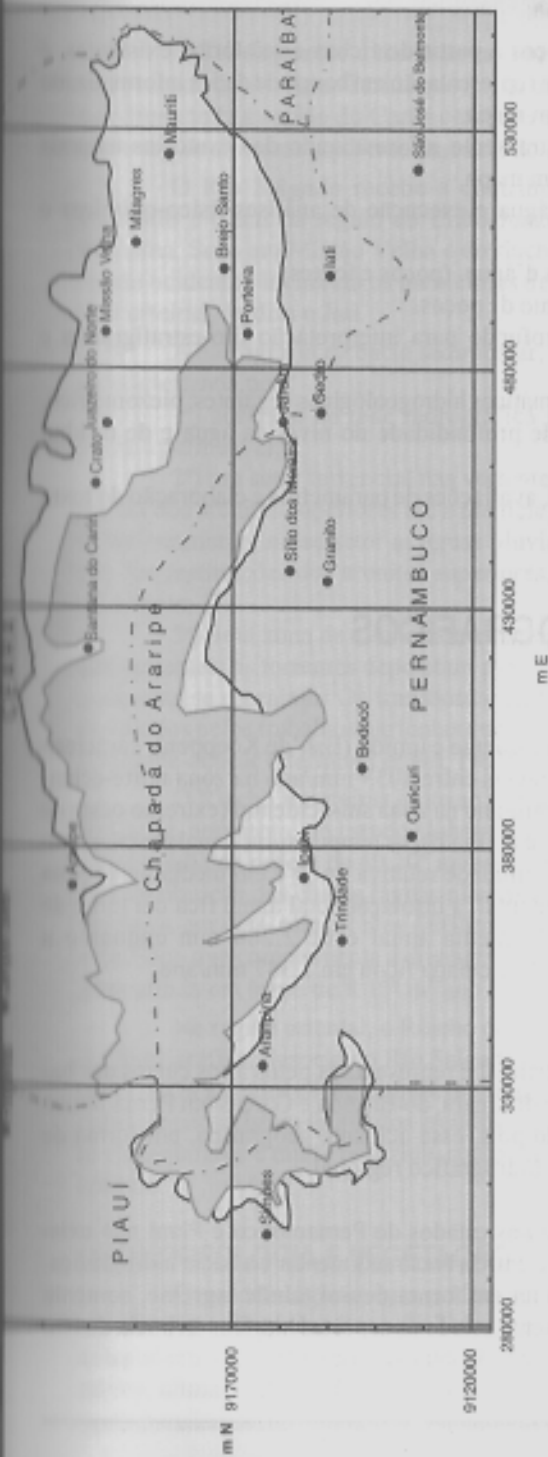
Objetivos

Os objetivos do projeto são a avaliação do potencial hidrogeológico da bacia e o estabelecimento de parâmetros que permitirão a racionalização da captação das águas subterrâneas para consumo humano, industrial e agrícola.

Metodologia

Foram desenvolvidas as seguintes atividades para realização desse estudo:

- Mapeamento geológico a partir da fotointerpretação, interpretação de estudos geofísicos e trabalhos de campo.



LEGENDA







-  Bacia Sedimentar do Araripe
-  Chapada do Araripe
-  Embasamento Cristalino
-  Limite da Chapada do Araripe
-  Limite Interstadial
-  Cidade

FIG.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE

- Cadastramento dos poços a partir de fichas e relatórios existentes, e pesquisa de campo, com representação em banco de dados informatizado e locação dos pontos em mapa.
- Levantamento e cadastramento informatizado dos exutórios naturais (fontes) com locação em mapa.
- Coleta de amostras d'água e execução de análises físico-químicas e isotópicas.
- Nivelamento de pontos d'água. (poços e fontes)
- Ensaio de bombeamento de poços.
- Perfuração de poço profundo para interpretação lito-estratigráfica e hidrogeológica.
- Execução dos mapas temáticos hidrogeológicos seguintes: piezométrico, iso-transmissividade, de profundidade do nível da água e de residuo seco.
- Estudos interpretativos, avaliações de parâmetros e elaboração do texto final conclusivo.

ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

CLIMA

O clima da região é quente e úmido (Bsh' de Köppen), caracterizado por precipitações variáveis entre 1033 mm/ano na zona norte-oriental (Cariri cearense) e 720 mm/ano na zona sul-ocidental (extremo oeste de Pernambuco e limite oriental do Piauí); as temperaturas anuais oscilam em torno de 25°C, enquanto a umidade relativa do ar é em média de 64% na zona oriental e 71% na ocidental; a insolação total anual fica em torno de 2.848 horas; a evaporação média anual é de 2.288 mm enquanto a evapotranspiração potencial calculada ficou em 1.387 mm/ano.

HIDROGRAFIA

A drenagem superficial é representada pelos altos cursos das bacias do Jaguaribe no estado do Ceará, do Brigida e Garças em Pernambuco e do Poti no Piauí, atuando pois, esse acidente geográfico, em forma de chapada, como um divisor hidrográfico regional.

Considerando que nos estados de Pernambuco e Piauí não existem relações de contribuição entre a bacia sedimentar e a bacia hidrográfica, desde que a chapada termina em forma de um talude íngreme, somente foram considerados no presente estudo os aspectos hídricos da bacia do Rio Jaguaribe no Ceará.

O Rio Jaguaribe é formado no seu alto curso pelos rios Bastiões que procede do Araripe, Cariús que nasce em Santana do Cariri e Salgado que drena toda a região do Cariri cearense e desempenha a principal relação entre os sistemas aquíferos da bacia do Araripe.

O Rio Salgado recebe a contribuição dos riachos Batateiras, Granjeiro e Carás na região do Crato-Juazeiro do Norte, Salamanca em Barbalha, Seco em Missão Velha e do riacho dos Porcos que drena toda a região ocidental, incluindo os municípios de Milagres, Mauriti, Brejo Santo, Porteiras, Jardim e Jati.

A hidrografia da bacia sedimentar, sobretudo na região do Cariri, é caracterizada por:

1ª) ausência de rede hidrográfica na parte superior da chapada, plana e permeável;

2ª) um setor torrencial nas vertentes da chapada, desde o sopé da falésia dos arenitos superiores até a planície, percolando sobre as zonas de coluvionamento; nesse setor as águas pluviais recebem ainda a colaboração das restituições dos arenitos superiores, em forma de fontes pontuais ou difusas;

3ª) uma zona de aluvionamento depois da ruptura da declividade das vertentes; as torrentes depositam rapidamente sua carga nas planícies onde elas se espriam. Os transbordamentos em cheia são numerosos e facilitados pelos trabalhos agrícolas que utilizam as aluviões; para cultivar a cana-de-açúcar (Bermond et alli, 1967).

O Riacho Batateiras junto ao Granjeiro, na estação fluviométrica de Carité, apresenta, no estudo elaborado pelo GEVJ/SUDENE, uma descarga média da ordem de $40.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, tendo sido avaliadas as parcelas de contribuição das cheias (águas pluviais) em 40%, das restituições subterrâneas em 40% e das fontes (infiltração) em 20%. Enquanto isso, o Riacho Seco que complementa a drenagem daquela região, teve a sua descarga avaliada em torno de $8.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Na região oriental, o Riacho dos Porcos que tem uma extensa bacia hidrográfica, despeja no Rio Salgado, cerca de $85.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, todavia nessa bacia a contribuição é quase totalmente de águas pluviais, pois praticamente não existem fontes dos arenitos superiores e a vazão de escoamento dos aquíferos é muito reduzida, como será visto no estudo a seguir apresentado.

GEOMORFOLOGIA E VEGETAÇÃO

Geomorfologicamente, podem ser reconhecidas três zonas distintas: Zona de Chapada, Zona de Talude e Zona de Pediplano, cada uma delas mostrando características peculiares do ponto de vista de litologia, relevo, clima, hidrografia e vegetação.

A *Zona De Chapada* ou *Chapada do Araripe*, como é mais conhecida, é constituída pelos arenitos da Formação Exu e apresenta relevo tabular quase plano, formando uma extensa "mesa" limitada em quase toda sua extensão por escarpas abruptas, de contornos irregulares e desníveis consideráveis, que chegam a ultrapassar 300 metros. Dois segmentos podem ser individualizados nesta zona: o primeiro, localizado nos limites dos estados de Pernambuco e Ceará, se estende na direção E-W, cobrindo uma superfície com aproximadamente 180 quilômetros de comprimento e largura variável entre 30 e 50 quilômetros, constituindo o divisor de água das bacias hidrográficas dos rios São Francisco ao sul e Jaguaribe ao norte. Na porção mais ocidental da bacia, nos limites dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, esta zona sofre uma inflexão de noventa graus e se estende, na direção N-S, por cerca de 60 quilômetros com largura média de 20 quilômetros, constituindo-se, assim, o outro segmento que funciona como o divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios São Francisco, a leste e Parnaíba a oeste. As altitudes da chapada, no primeiro segmento, decrescem no sentido E-W, atingindo elevação máxima (1.000m) e mínima (700m) ao norte de Porteiras (CE) e nas imediações de Araripina (PE), respectivamente. A partir de Araripina, em direção ao oeste, a altitude vai aumentando gradativamente chegando a atingir a cota máxima de 760 metros. A ausência quase total de drenagem no topo da chapada está diretamente relacionada às características do solo que a recobre, pois, sendo o mesmo oriundo de arenitos, apresenta-se bastante uniforme, essencialmente arenoso, poroso e permeável, não oferecendo, portanto, quaisquer condições para o desenvolvimento de uma boa rede de drenagem. A vegetação nativa é uniforme, densa e de médio a grande porte. Devido às características do solo, extensas áreas encontram-se cultivadas, destacando-se a lavoura da mandioca, utilizada na fabricação de farinha.

A *Zona De Talude*, que bordejia o sopé da chapada, inclui, geologicamente, unidades litológicas das formações Arajara (siltitos e arenitos argilosos e/ou caulínicos) e Santana (margas, folhelhos e calcários, contendo níveis intercalados de gipsita). O solo, de baixa acidez, derivado desta associação litológica, é espesso, pouco permeável e bastante fértil, desenvolvendo-se nele uma drenagem relativamente densa e ramificada. No contato entre as formações Exu (na base da escarpa) e Arajara e no âmbito desta última formação, existem centenas de exutórios naturais de água (fontes). A abundância de água e a fertilidade do solo são os fatores responsáveis pelo desenvolvimento da vegetação exuberante exibida por esta feição fisiográfica.

A *Zona de Pediplano*, bem representada na porção cearense da bacia, constitui uma "vasta depressão, com extensão da ordem de 1.500km², emoldurada ao sul, pelas falésias escarpadas da Chapada do Araripe (a

chamada Serra do Araripe) e ao norte e nordeste pelas *cuestas dos arenitos siluro-devonianos da Formação Mauriti*" (PONTE, 1991). A sua área de domínio se desenvolve desde a região do Crato – Juazeiro do Norte – Barbalha – Missão Velha, até os municípios de Abaiara, Milagres e Mauriti a leste, e Brejo Santo, Porteiras e Jardim ao sul, mostrando uma topografia, com altitude média em torno de 400 metros, caracterizada por morros alongados entremeados por vales amplos de fundo plano. Uma exceção a este comportamento topográfico é a Serra da Mãozinha (com altitude máxima entre 800 e 900m) que nada mais é que uma saliência, no âmbito da Zona de Pediplano, das zonas de Chapada e Talude, descritas anteriormente. As litologias predominantes no Vale do Cariri, como é chamada esta zona, relacionam-se à formações Brejo Santo e Missão Velha (Jurássico), Abaiara e Rio da Batateira (Cretáceo). Os solos oriundos das unidades litológicas aí presentes, têm uma composição argilo-siltica-arenosa (formações Rio da Batateira e Abaiara), arenosa (Formação Missão Velha) ou argilosa (Formação Brejo Santo) e a vegetação nativa, onde preservada, é tipicamente de caatinga. Devido às características do solo e aos mananciais de águas subterrâneas e superficiais, a agricultura aqui é bem desenvolvida, observando-se extensas áreas cultivadas com cana-de-açúcar, feijão, milho, arroz, etc.

GEOLOGIA REGIONAL

ESTRATIGRAFIA

A estratigrafia da Bacia do Araripe é abordada aqui sob o enfoque adotado por PONTE (1991, 1992) que conciliou duas concepções estratigráficas distintas: (1) de um lado o moderno enfoque da estratigrafia genética, que parte da identificação de seqüência tectono-estratigráficas naturais e dos sistemas deposicionais que as incluem, levando a uma melhor compreensão paleogeográfica da bacia; e de outro lado (2), o enfoque descritivo da litoestratigrafia formal.

PONTE (1991c e 1992a) identificou quatro seqüências tectono-sedimentares vinculadas à evolução da bacia: Seqüência Gama (SOARES et al., 1987) de presumível idade siluro-devoniana; Seqüência Pré-Rifte provavelmente de idade neo-jurássica; Seqüência Rife de idade eo-cretácica (neocomiana) e Seqüência Pós-Rifte de idade meso-cretácica (aptiana/albiana).

Seqüência Gama

Constitui a base da coluna sedimentar da Bacia do Araripe e registra o início da sedimentação, em condições de plataforma estável, sobre uma extensa área do nordeste brasileiro.

Na bacia em questão, compreende os sedimentos terrígenos que repousam discordantemente sobre o embasamento precambriano e está representada por um Sistema Depositional Fluvial Entrelaçado e Eólico (PONTE, 1992a), no qual observa-se uma nítida predominância dos arenitos médios a grosseiros de origem fluvial sobre os arenitos finos de origem eólica. Todo este conjunto recebe a denominação litoestratigráfica de Formação Mauriti.

Seqüência Pré-Rifte

Repousando discordantemente sobre a anterior, a Seqüência Pré-Rifte constitui o registro sedimentar do estágio tectônico que antecedeu a ruptura ou rifteamento Eo-Cretáceo na região Nordeste do Brasil.

Na Bacia do Araripe se faz representar por um único sistema deposicional, o Sistema Lacustre Raso, Fluvial e Eólico Donjoaniano, no qual podem ser distinguidas três associações litofaciológicas distintas: a primeira, de origem fluvial meandrante, lacustre e secundariamente eólica, representa a base da seqüência e inclui arenitos finos, siltitos e argilitos vermelhos alternados, contendo intercalações ocasionais de arenitos finos vermelhos com estratificações cruzadas, planares, de grande porte; a parte intermediária, composta por argilitos e folhelhos vermelhos ou marrons escuros, bem estratificados e raros leitos de folhelhos verdes, representa uma associação tipicamente lacustre rasa; finalmente, no topo ocorre uma associação de arenitos fluviais, predominantemente anastomosados, mostrando uma sucessão de ciclos deposicionais granodecrescentes desde a base (arenitos grosseiros com níveis conglomeráticos) até o topo (arenitos finos, argilosos e siltitos). As seções basal e média, e a seção superior da seqüência, correspondem, respectivamente, às formações Brejo Santo e Missão Velha, datadas do Andar Dom João (Jurássico Superior?). Toda a seqüência repousa discordantemente sobre os arenitos siluro-devonianos da Formação Mauriti.

Seqüência Rifte

Correlata ao estágio de ruptura do paleo-continente de Gondwana, que deu origem ao processo de formação da margem continental brasileira, a Seqüência Rifte representa apenas um sistema deposicional, o Flúvio-Lacustre Sintectônico (?) Neocomiano, cuja associação litofaciológica, reunida sob a terminologia litoestratigráfica de Formação Abaiara, é constituída por uma alternância de arenitos argilosos, finos a médios e siltitos, argilitos e folhelhos de cores variegadas.

Seqüência Pós-Rifte

Separada das demais pela discordância pré-aptiana, esta seqüência, de idade meso-cretácica (Andar Alagoas), compreende um ciclo deposicional transgressivo/regressivo, no qual são distinguidos três sistemas deposicionais: Sistema Flúvio-Lacustre Carbonático, Aptiano-Albiano; Sistema Transicional-Evaporítico e Marinho Raso, Meso-Albiano e o Sistema Flúvio-Entrelaçado Meandrante Albo-Cenomaniano.

O primeiro dos três sistemas é indicativo da fase transgressiva e compreende dois ciclos flúvio-lacustres sobrepostos. O mais antigo, está representado por uma sucessão litológica granodécrescente, que se inicia por arenitos médios passando, em direção ao topo, a arenitos médios a finos, siltitos argilosos e, finalmente, a uma seção compacta de folhelhos negros, betuminosos, orgânicos e fossilíferos.

O processo deposicional teve continuidade com o assoreamento do sistema lacustre por arenitos fluviais, instalando-se, então, um novo ciclo de deposição que, a exemplo do anterior, mostra-se granodécrescente em direção ao topo e está representado, por arenitos grosseiros a conglomeráticos, que gradam para uma seqüência alternada de arenitos finos, siltitos e folhelhos, contendo na parte superior calcários argilosos, laminados, bastante fossilíferos. A seção se completa com um nível de folhelhos negros, pirobetuminosos, papiráceos e fossilíferos.

Excetuando-se a seção carbonato-pelítica do topo, pertencente ao Membro Crato (Formação Santana), todo o resto da seqüência foi reunida por PONTE & APPI (op. cit.), sob a denominação de Formação Rio da Bataeira.

O intervalo deposicional intermediário ou Sistema Transicional-Evaporítico e Marinho Raso, Meso-Albiano corresponde à fase de maior transgressão com clara ingressão na bacia e compreende três grandes associações litofaciológicas: a associação evaporítica, que ocupa a base do sistema, é constituída por bancos estratiformes de gipsita, lateralmente descontínuos, intercalados por folhelhos cinza e verde, indicando, segundo PONTE (1992a), um ambiente transicional, predominantemente evaporítico, que caracteriza o Membro Ipubi da Formação Santana. Sobrepondo-se ao pacote evaporítico, ocorre uma associação de folhelhos, arenitos calcíferos e calcários micríticos de ambientes lagunares e marinhos rasos do Membro Romualdo; a terceira associação inclui os sedimentos terrígenos finos, bem estratificados, ondulados, de ambientes lagunares e marinhos litorâneos, representativos da Formação Arajara.

Encerrando a Seqüência Pós-Rifte, o Sistema Fluvial Entrelaçado e Meandrante, Albo-Cenomaniano (?), denominado litoestratigraficamente de Formação Exu, é constituído por ciclos sucessivos de arenitos fluviais grosseiros, de regime entrelaçado que gradam para arenitos fluviais médios, argilosos de regime meandrante.

UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS

A seqüência lito-estratigráfica adotada, a partir do estudo de PONTE op. cit., acha-se apresentada no Quadro 1, sendo as composições líticas de cada formação, a que se segue:

a) Formação Mauriti

Seqüência monótona de arenitos claros, quartzosos e/ou feldspáticos, de granulação média a grosseira, com grãos sub-angulares, mal selecionados, geralmente silicificados. Gradam decrescentemente em direção ao topo, terminando em siltitos e arenitos fino

b) Formação Brejo Santo

É constituída na base por uma alternância bem estratificada de arenitos finos, siltitos e argilitos vermelhos, contendo, localmente, intercalações de arenitos vermelhos. No topo, ocorrem argilitos e folhelhos vermelhos ou marrons escuros estratificados e esporádicos leitos de folhelhos verdes.

c) Formação Missão Velha

Compõe-se de arenitos grosseiros, mal selecionados, de coloração esbranquiçada ou amarelada, mostrando estratificação cruzada e leitos conglomeráticos.

d) Formação Abaiara

É composta por alternâncias bem estratificadas de arenitos micáceos cinzas, amarelos ou avermelhados, predominantemente finos, argilosos, e semi-friáveis, com siltitos, argilitos e folhelhos de cores variegadas.

e) Formação Rio da Batateira

A seqüência se inicia por bancos de arenitos fluviais médios a grosseiros, gradando ascendentemente, para arenitos médios a finos, siltitos argilosos bem estratificados e se encerra com uma seção de folhelhos negros, orgânicos, fossilíferos.

f) Formação Santana

O Membro Crato na seção inferior da seqüência compreende, da base para o topo, folhelhos cinzas, castanhos, calcíferos, laminados e calcários micríticos cinza claro a creme, argilosos e finamente laminados; o Membro Ipubi, repousa sobre a unidade anterior em contato normal e gradacional, sendo constituído predominantemente por bancos estratiformes de gipsita, contendo, de forma subordinada, intercalações de folhelhos cinza e verde; na parte superior, vem o Membro Romualdo, constituído por folhelhos e margas fossilíferas cinza-esverdeados, com intercalações de calcários e lentes de arenitos friáveis.

g) Formação Arajara

É composta por siltitos, argilitos, arenitos finos argilosos e/ou caulínicos, bem estratificados e coloração variegada

h) Formação Exu

É constituído por uma seqüência monótona de arenitos vermelhos friáveis, argilosos, em geral caulínicos, de granulometria variável, contendo, mais das vezes, leitos intercalados de arenitos grosseiros a conglomeráticos.

ARCABOUÇO ESTRUTURAL

PONTE (1991b) apresentou um novo modelo estrutural para a Bacia do Araripe, no qual podem ser distinguidos dois compartimentos estruturais superpostos: o inferior ou Riftes Neocomianos, caracterizado por bacias do tipo rifte, (eo-cretácicas) ocupando depressões de embasamento, e o superior representado pela cobertura tabular, sub-horizontal meso-cretácica que constitui a Chapada do Araripe.

O compartimento estrutural do estilo rifte é bem exposto no Vale do Cariri, entretanto levantamentos gravimétricos e sísmicos o identificaram, também, sob a Chapada do Araripe.

Embasado nestes fatos, PONTE (op. cit.) individualizou, dentro deste compartimento, as sub-bacias Leste ou do Cariri e Oeste ou de Feira Nova, separadas por um bloco alto, denominado de Horst de Dom Leme. Os falhamentos principais situam-se na continuidade do falhamento do embasamento ou se alinham nas mesmas direções preferenciais dos mesmos, ou seja, na direção NE-SW (que limita as sub-bacias) e na direção E-W (aproximadamente), concordantemente com as direções estruturais de lineamentos Patos ao norte e Pernambuco ao sul.

A Sub-Bacia Leste ou do Cariri limita-se a oeste com o Horst de Dom Leme, através da falha do Crato e estendendo-se em direção ao leste, até o município de Bonito de Santa Fé (Paraíba), entra em contato com o embasamento precambriano. Ao norte é limitada pelos arenitos da Formação Mauriti e ao sul encontra-se, em parte, soterrada pela cobertura tabular meso-cretácica que constitui a Chapada do Araripe e em parte em contato falhado com o embasamento. Internamente, PONTE (op. cit.) reconheceu, nesta sub-bacia, blocos estruturais ("grabens", "horsts", blocos escalonados), todos limitados por falhas de orientação predominantemente NE-SW. Os principais horsts identificados foram os de Barbalha, de Abaiara e de Brejo Santo-Mauriti. Dentre os grabens destacam-se os de Crato-Juazeiro, de Missão Nova, de Jenipapeiro e do Serrote das Cacimbas-Palestina.

Ainda, segundo PONTE (op. cit.) a sub-bacia em questão, com profundidade máxima em torno de 1.400m (região Crato-Juazeiro), encontra-se limitada por falhas NW-SW e encaixada entre duas plataformas rasas: a plataforma de Milagres-Missão Velha, ao norte e a plataforma de Jardim, ao sul.

A Sub-Bacia Oeste ou Sub-Bacia de Feira Nova, descoberta através de levantamento gravimétrico e posteriormente confirmada nos perfis sísmicos e na sondagem exploratória 2-AP-1-CE, localiza-se sob as cobertura tabular meso-cretácica, sub-horizontal, formadora da Chapada do Araripe, constituindo um pacote sedimentar com 786 metros de espessura (conforme dados daquela sondagem) composto, da base para o topo, pelas formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara.

Finalmente, recobrando, discordantemente, grande parte dos riftes neocomianos e do embasamento circundante, ocorre uma cobertura tabular sub-horizontal meso-cretácica, de idade aptiana-albiana, constituindo um pacote sedimentar de espessura variável, (471 e 505 metros nos poços 4-BO-1-PE e 2-AP-1-CE, respectivamente), formado pelas formações Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu.

HIDROGEOLOGIA

Considerando a similitude de características hidrogeológicas, a imprecisão na descrição de grande parte dos perfis geológicos dos poços perfurados, e a pouca profundidade alcançada pelos poços (máxima de 250m, com média de 78m), será procedida, no presente estudo, a seguinte divisão hidrogeológica na Bacia do Araripe:

1. Sistema Aquífero Superior (*formações Exu e Arajara*) – ± 320 m de espessura
2. Aquiclude *Santana* – ± 180 m de espessura
3. Sistema Aquífero Médio (*formações Rio da Batateira, Abalara e Missão Velha*) ± 500 m de espessura
4. Aquiclude Brejo Santo – ± 400 m de espessura
5. Sistema Aquífero Inferior (*formação Mauriti e parte basal da formação Brejo Santo*) – com 60 a 100 m de espessura

Os 1.485 poços cadastrados na bacia foram distribuídos da seguinte maneira, em relação ao quadro hidrogeológico supra-descrito:

- a) Sistema Aquífero Médio: 807 poços, ou seja, 54,3% do total;
- b) Sistema Aquífero Inferior: 321 poços, ou 21,6% do total;

- c) localização variada entre embasamento cristalino na borda da bacia, coluviões, aquífero de Santana e Sistema Aquífero Superior (apenas 2): 357 poços, ou 24,1% do total.

O estudo procedido ficou restrito aos poços dos sistemas aquíferos médio e inferior, totalizando 1.128 poços (75,9% do total cadastrado).

Nos capítulos que se seguem, será tratado o comportamento nos sistemas aquíferos distintos, todavia merece uma análise prévia a relação entre poços perfurados e poços desativados pelos mais variados motivos, tais como quebra de equipamento de bombeamento, assoreamento do poço, baixa vazão devido a má construção do poço, etc.

Do total de 1.128 poços profundos nos dois sistemas aquíferos (médio e inferior), 363 se acham desativados (32,2%); em relação a cada sistema aquífero, tem-se que no médio, 281 dos 807 poços perfurados estão desativados (34,8%), enquanto que no sistema aquífero inferior, 72 dos 321 poços perfurados não mais funcionam (22,4%).

O Sistema Aquífero Superior, apesar de possuir, em toda a área da chapada (cerca de 7.500 km^2), um volume de sedimentos da ordem de $1,8 \times 10^{12} \text{ m}^3$, atua como reservatório com apenas 15% desse volume, tendo em vista a saída da água como exutório nas bordas da chapada, cujo volume chega a cerca de 45 milhões de metros cúbicos ao ano (ver Quadro 1).

As reservas permanentes do Sistema Aquífero Superior foram calculadas em $10,2 \times 10^9 \text{ m}^3$, enquanto as reservas reguladoras ou disponibilidades potenciais foram estimadas em 100 milhões de metros cúbicos ao ano; quanto às disponibilidades virtuais, são estimadas em $55,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$; não existem as disponibilidades instalada e efetiva dos poços, por não ocorrer praticamente poços explotando esse sistema aquífero, em virtude da elevada profundidade dos níveis d'água, em geral, superiores a 150m.

O Sistema Aquífero Médio possui na sub-bacia de Feira Nova um volume total de sedimentos da ordem de $400 \times 10^9 \text{ m}^3$, com espessura média de 210,0m, enquanto na sub-bacia do Cariri, esse volume passa a $835 \times 10^9 \text{ m}^3$ com espessura média da ordem de 295m; nessa última sub-bacia, existem quatro grabens e três horsts, numa área total de 2.830 km^2 , proporcionando em cada estrutura elevada ou deprimida, diferenciados volumes de sedimentos, desde $72 \times 10^9 \text{ m}^3$ no Horst de Barbalha, até $376 \times 10^9 \text{ m}^3$ no Graben de Jenipapeiro.

Os principais parâmetros hidráulicos calculados para esse sistema, apresentaram os seguintes valores:

- I. vazão de escoamento natural (VEN): $109,74 \times 10^6$ m³/ano
- II. taxa de infiltração média: 5,3% da precipitação
- III. coeficiente de transmissividade: de 3×10^{-4} a 8×10^{-3} m²/s (valor mais representativo de 5×10^{-3} m²/s) (ver Quadro 2)
- IV. coeficiente de permeabilidade: 5×10^{-5} m/s (valor mais representativo)
- V. coeficiente de armazenamento: 2×10^{-4}
- VI. gradientes hidráulicos: desde 6,25% (região de Crato) até 0,36% (na região de Milagres-Mauriti)
- VII. reservas permanentes: $83,65 \times 10^9$ m³
- VIII. reservas reguladoras (disponibilidade potencial): 112×10^6 m³/ano
- IX. disponibilidade virtual: 72×10^6 m³/ano
- X. disponibilidade instalada: 100×10^6 m³/ano
- XI. disponibilidade efetiva: 43×10^6 m³/ano (55,5% da disponibilidade virtual)

Os 807 poços que atualmente exploram esse sistema aquífero apresentam os seguintes parâmetros médios estatísticos:

PARÂMETRO	PROFUNDIDADE (m)	NÍVEL ESTÁTICO (m)	NÍVEL DINÂMICO (m)	VAZÃO (m ³ /h)	VAZÃO ESPECÍFICA (m ³ /h/m)
MÉDIA	81,5	21,6	39,1	17,4	1,63
DESVIO PADRÃO	30,9	14,8	18,1	33,0	3,13
COEF. VARIAÇÃO	37,9%	68,5%	46,4%	194,1%	192,0%
VALOR MÁXIMO	270,0	97,0	130,0	300,0	29,0
VALOR MÍNIMO	2,3	0,0	2,0	0,03	0,01

A qualidade das águas desse sistema aquífero é muito boa, apresentando uma média de resíduo seco de 232,5 mg/l, classificando-se como bicarbonatadas sódicas, com $\text{CO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ e $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K}$; quanto a classificação de uso para irrigação, apresentam 57,1% na classe $C_1 - S_1$, 38,1% na classe $C_2 - S_1$ e apenas 4,8% na classe $C_3 - S_1$; por região, o município de Crato é o que possui as melhores águas, com média de resíduo seco de 166,0 mg/l, sendo em Abaiara os resultados mais elevados de R.S., com média de 401,0 mg/l.

O Sistema Aquífero Inferior possui na zona de confinamento, uma área de 2.830 km², ocupando um volume de 186×10^9 m³, para uma espessura média da ordem de 66m, enquanto na área de recarga em que o sistema ocorre na forma de livre, a área superficial é de 600 km² com espessura média de 100 m, e um volume de sedimentos de 60×10^9 m³; assim, o volume total de sedimentos do sistema aquífero inferior é da ordem de 246×10^9 m³.

Os principais parâmetros hidráulicos calculados para esse sistema, apresentaram os seguintes valores:

- I. vazão de escoamento natural (VEN): $14,5 \times 10^6$ m³/ano
- II. taxa de infiltração média: 1,9% da precipitação
- III. coeficiente de transmissividade: de 3×10^{-4} m²/s (valor mais representativo)(ver Quadro 3)
- IV. coeficiente de permeabilidade: 4×10^{-6} m/s (valor mais representativo)
- V. coeficiente de armazenamento: 10^{-5}
- VI. porosidade efetiva: 0,02
- VII. gradientes hidráulicos: desde 3,3% (região de Juazeiro-Missão Velha) até 0,43% (na região de Milagres-Mauriti)
- VIII. reservas permanentes: $4,9 \times 10^9$ m³
- IX. reservas reguladoras (disponibilidade potencial): $17,5 \times 10^6$ m³/ano
- X. disponibilidade virtual: $7,5 \times 10^6$ m³/ano
- XI. disponibilidade instalada: 20×10^6 m³/ano
- XII. disponibilidade efetiva: $3,65 \times 10^6$ m³/ano (48,6 % da disponibilidade virtual)

Os 321 poços perfurados nesse sistema aquífero apresentam os seguintes parâmetros médios estatísticos (com base em dados das fichas de perfuração):

PARÂMETRO	PROFUNDIDADE (m)	NÍVEL ESTÁTICO (m)	NÍVEL DINÂMICO (m)	VAZÃO (m ³ /h)	VAZÃO ESPECÍFICA (m ³ /h/m)
MÉDIA	93,3	13,9	36,4	8,9	0,68
DESVIO PADRÃO	35,0	13,5	17,0	27,1	2,67
COEF. VARIACÃO	37,6%	97,8%	46,7%	303,2%	392,6%
VALOR MÁXIMO	260,0	60,0	90,0	147,0	11,9
VALOR MÍNIMO	0,6	0,0	2,0	0,02	0,01

As águas desse sistema aquífero inferior são tão boas quanto as do sistema aquífero médio, com residuo seco médio de 201,12 mg/l, sendo máximo na região de Mauriti com média de 208,43 mg/l e mínimo na região de Barro, com R.S. médio de 162,50 mg/l; são também do tipo bicarbonatada sódica, apresentando as seguintes relações: $\text{CO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ e $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$; quanto a classificação para irrigação apresentam 63,1% na classe $C_1 - S_1$ e 36,9% na classe $C_2 - S_1$.

Os aquícludes Santana e Brejo Santo podem eventualmente apresentar níveis arenosos em seu interior, porém são "zonas aquíferas" limitadas, sem qualquer expressão que possa caracterizar uma exploração sistemática.

Para que se chegue a resultados mais precisos da hidrogeologia da bacia do Araripe, serão a seguir, apresentadas algumas sugestões.

- I. devem ser perfurados 6(seis) poços estratigráficos nas regiões de Crato - Juazeiro do Norte; Nova Olinda e Araripina - Ouricuri, com profundidades entre 500 e 800m a fim de se detectar as reais espessuras dos aquíferos incluídos nos sistemas aquíferos definidos nesse estudo;
- II. devem ser instalados medidores de descarga de fontes para se proceder a um contínuo monitoramento a fim de que se possa detectar possíveis variações sazonais ou anuais dessas descargas;
- III. também devem ser instalados infiltrômetros no topo da chapada e pediplanicie com a finalidade de avaliar as reais taxas de infiltração;
- IV. que seja efetuada uma campanha de medição sistemática dos níveis de água em poços piezômetros a diferentes profundidades, a fim de aferir por outro processo, o cálculo de reservas dos aquíferos;
- V. cuidados especiais deverão ser observados na preservação do aquífero no que tange a proteção contra a poluição; considerando que praticamente toda a extensão da superfície da região do Cariri atua como área de recarga por infiltração direta das precipitações pluviométricas, deverão ser elaboradas normas específicas que evitem a infiltração de substâncias nocivas, tanto orgânicas como químicas, tais como: efluentes de esgotos, resíduo concentrado (chorume) de lixões, agro-tóxicos (fertilizantes e inseticidas), resíduos químicos industriais, etc.
- VI. se execute uma campanha de esclarecimento público sobre o uso das águas subterrâneas a fim de se evitar desperdícios em poços surgentes, poluição por águas superficiais em zonas urbanas e interferências entre poços perfurados muito próximos um do outro;
- VII. seja igualmente efetuada uma campanha junto às empresas de perfuração de poços, no sentido de se obter melhor qualidade na sua execução;
- VIII. sejam cumpridas todas as normas que regulamentem o uso das águas subterrâneas a partir da aprovação das leis federal e estadual

BIBLIOGRAFIA

- BERMOUND, G.; CAMPELLO, M.S.C.; MAIA, M.C.B.; LE DUC, P.; GODEFROY, R.; NÓBREGA, R.; PONTES, V.; NUNZIO, V. DI. - 1967 - Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe - Hidrologia - Vol. IV - SUDENE, 294 p.
- BERTHOU, P.Y. et al. - 1994. From siliciclastic to carbonated sedimentation along the Rio da Batateira Section (Araripe Basin, Crato, NE, Brazil): Type sections description for "Fundão", "Rio da Batateira" and "Crato" lithostratigraphic units. Boletim do 3º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil. UNESP, Rio Claro, p. 127-130.
- BEURLIN, K. - 1963. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. XVII Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, (PE). Publicação Especial, Recife, SBG. p. 47.
- BEURLIN, K. - 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana, na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). Rio de Janeiro. Anais da Academia Brasileira de Ciência, Suplemento n.º 43, p. 411-415.
- BRAUN, O.P. - 1966. Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região nordeste do Brasil: Bacias do Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe. Rio de Janeiro. DNPM/DGM (Boletim 236).
- BRITO NEVES, B.B. de - 1990. A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. 1º Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste. Crato (CE), DNPM - PICG/PROJ. 242.
- CALDASSO, A.L. da S. - 1967 (a). Geologia da quadricula 093E, Folha Crato. SUDENE, Série Geologia Regional, n.º 4, 47 p.
- CAVALCANTI, V.M.M. & VIANA, M.S.S. - 1992. Revisão estratigráfica da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciência, 64 (2): 1-20.
- DANTAS, J.R.A. - 1980. Mapa Geológico do Estado de Pernambuco. Recife, DNPM-SICON/PE (Série Mapas e Cartas de Síntese 1. Seção Geologia 1).
- GASPARY, J. & ANJOS, N.F.R. dos - 1964. Estudo hidrogeológico de Juazeiro do Norte-CE. Recife, SUDENE, Série Hidrogeologia n.º 3.
- GASPARY, J.; ANJOS, N. DA F.R. DOS; REBOUÇAS, A. DA C.; MANOEL FILHO, J.; LEAL, O.; GARAU, J.; GEUILLOT, P. - 1967 - Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. Hidrogeologia., Recife, SUDENE, ASMIC, Vol. 7, 250 p.
- LIMA, M.R. de - 1979. Considerações sobre a subdivisão estratigráfica da Formação Santana, Cretáceo do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociência, 19 (2): 116-121.

- MABESOONE, J.M. & TINOCO, I. de M. – 1973. Paleogeology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 14 : 97-118..
- MORAES, L.J. et al – 1963. Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil. Folha Crato SB.24.U. Rio de Janeiro – DNPM/DFPM.
- PONTE, F.C. – 1991(a). Implantação tectônica das bacias sedimentares mesozóicas do Interior do Nordeste do Brasil.. Rio de Janeiro, PETROBRÁS – CENPES – DIVEX – SEBIPE. Relatório interno.
- PONTE, F.C. – 1991(b). Arcabouço estrutural e evolução tectônica da Bacia Mesozóica do Araripe, no Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro. PETROBRÁS – CENPES – DIVEX -SEBIPE. Relatório interno.
- PONTE, F.C. – 1992(a). Sistemas deposicionais na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. 2º Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, Resumos Expandidos. Rio de Janeiro, UNESP, p. 81-83.
- PONTE, F.C. – 1992 (b). Origem e evolução das pequenas bacias cretácicas do interior do Nordeste do Brasil. 2º Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras. Resumos expandidos. Rio de Janeiro, UNESP, p. 55-58.
- PONTE, F.C. & APPI, C.J. – 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Anais.Natal (RN). SBG. v. 1. p. 211-226.
- PONTE, F.C. et al – 1991. Geologia das Bacias Sedimentares Mesozóicas do Interior do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRÁS – CENPES – DIVEX – SEBIPE.
- PONTE FILHO, F.C. & PONTE, F.C. – 1992. Caracterização estratigráfica da Formação Abalara, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, 2º Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras. Resumos Expandidos. Rio de Janeiro, UNESP, p. 61-63.
- SMALL, M.L. – 1913. Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Rio de Janeiro. IFOCS (Série 1D, Publicação 25).
- VEIGA, P. – 1966. Geologia da quadrícula de Juazeiro do Norte (E-082), Folha Crato, Ceará. Recife, SUDENE (Série Geologia Regional 1).

QUADRO 1 - VAZÕES DE EXUTÓRIOS MEDIDOS NO PERÍODO DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 1993

ESTADO	MUNICÍPIO	NÚMERO DE FONTES	VAZÃO (em m ³ /h)			
			TOTAL	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
Ceará	CRATO	79	1.428,26	18,08	376,00	0,10
	BARBALHA	33	1.455,94	44,09	348,52	0,80
	MISSÃO VELHA	52	857,13	16,48	352,00	0,21
	BREJO SANTO	13(2)	10,32	0,94	3,30	0,08
	PORTEIRAS	39(12)	295,26	10,93	182,37	0,20
	JARDIM	41(11)	307,04	10,23	132,98	0,07
	SANT CARIRI	30(7)	296,78	13,49	181,46	0,04
	NOVA OLINDA	10	45,40	4,54	16,57	0,06
TOTAL DO Ceará		297	4.690,86	17,81	376,00	0,04
Pernambuco	EXU	19	45,73	2,41	12,96	0,10
	BODOCÓ	11	9,08	0,82	5,40	0,09
	MOREILÂNDIA	8	27,35	3,42	8,10	0,80
	SERRITA	2	2,24	1,12	2,16	0,08
	ARARIPINA	2	0,45	0,22	0,30	0,15
	IPUI	1	0,90	0,90	0,90	0,90
TOTAL DE Pernambuco		43	85,75	1,99	12,96	0,08
Piauí	SIMÕES	3	0,39	0,13	0,20	0,09
	MARCOLÂNDIA	2	0,10	0,05	0,05	0,05
	CALD GRANDE	3	0,30	0,10	0,15	0,07
TOTAL DO Piauí		8	0,79	0,09	0,20	0,05
TOTAL GERAL		348	4.777,40			

QUADRO 2- PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS POÇOS TESTADOS NO SISTEMA AQUIFERO MÉDIO

MUNICÍPIO	Parâmetros Estatísticos	Numero de Poços	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Profundidade médio (m)	Vazão testada (m ³ /h)	Vazão Específico (m ³ /h/m)	Coefficiente Transmissiv (m ² /s)	Coefficiente Permeabilidade (m/s)	Coefficiente Armazenagem
Juazeiro Norte	Média	19	138,61	11,55	32,22	20,67	106,07	7,57	4,87.10 ⁻³	4,36.10 ⁻³	2,30.10 ⁻¹
	Máximo		200,00	51,83	94,00	70,00	214,00	21,52	1,57.10 ⁻³	1,93.10 ⁻³	-
	Mínimo		82,80	+2,85	13,06	5,78	16,00	0,22	5,00.10 ⁻⁴	4,20.10 ⁻⁵	-
Crato	Média	3	112,88	13,82	39,45	23,62	232,76	11,12	1,55.10 ⁻²	1,47.10 ⁻²	4,30.10 ⁻²
	Máximo		130,00	13,00	57,30	45,80	300,00	26,54	1,61.10 ⁻²	1,41.10 ⁻²	7,24.10 ⁻²
	Mínimo		87,00	11,50	24,30	11,30	200,00	4,43	4,47.10 ⁻³	5,30.10 ⁻³	2,19.10 ⁻³
Barbalha	Média	9	157,58	25,84	46,63	20,78	102,22	5,11	3,57.10 ⁻³	2,90.10 ⁻³	-
	Máximo		248,00	93,00	108,00	35,70	180,00	8,50	5,15.10 ⁻³	6,50.10 ⁻³	-
	Mínimo		109,10	3,34	22,48	14,55	40,00	2,24	9,90.10 ⁻⁴	7,20.10 ⁻⁵	-
Missão Velha	Média	4	94,80	1,82	17,04	15,22	94,08	5,68	1,84.10 ⁻³	3,48.10 ⁻³	7,40.10 ⁻³
	Máximo		133,80	2,60	20,93	18,43	158,40	10,24	3,20.10 ⁻³	6,27.10 ⁻³	-
	Mínimo		34,00	0,81	15,15	12,55	16,25	1,06	1,90.10 ⁻⁴	5,80.10 ⁻⁴	-
Brejo Santo	Média	3	109,30	3,17	27,73	24,55	75,48	3,11	1,82.10 ⁻³	3,86.10 ⁻³	-
	Máximo		127,90	6,05	31,45	29,95	83,36	3,45	2,23.10 ⁻³	6,38.10 ⁻³	-
	Mínimo		85,00	1,50	25,64	19,59	63,90	2,64	1,59.10 ⁻³	2,04.10 ⁻³	-
MEDIA			134,14	13,43	34,25	20,82	111,48	6,72	4,84.10 ⁻³	4,70.10 ⁻³	1,74.10 ⁻¹

QUADRO 3 - ELEMENTOS ESTATÍSTICOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS
POÇOS TESTADOS NO SISTEMA AQUIFERO INFERIOR

MUNICÍPIO	Param. Estatístico	Número de Poços	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Rebaixamento (m)	Vazão testada (m ³ /h)	Vazão específica (m ³ /h/m)	Coefficiente Transmissividade (m ² /s)	Coefficiente Permeabilidade (m/s)
MILAGRES	Média	6	153,66	+1,60	31,61	33,16	18,36	0,77	$2,44 \cdot 10^{-5}$	$4,83 \cdot 10^{-7}$
	Máximo		243,50	2,50	57,50	55,00	60,00	3,15	$4,23 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-6}$
	Mínimo		90,00	+7,90	10,95	10,95	4,80	0,08	$5,93 \cdot 10^{-6}$	$4,27 \cdot 10^{-8}$
MAURITI	Média	4	122,50	+0,59	21,74	22,33	32,95	1,71	$4,77 \cdot 10^{-4}$	$6,27 \cdot 10^{-8}$
	Máximo		181,20	1,43	35,11	36,00	43,30	2,77	$5,50 \cdot 10^{-4}$	
	Mínimo		48,00	+2,90	12,60	11,17	21,60	0,83	$4,04 \cdot 10^{-4}$	
NOVA OLINDA	Média	5	123,00	24,44	43,73	19,29	8,73	0,45	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$
	Máximo		130,75	26,87	50,68	31,60	14,40	0,79		
	Mínimo		92,00	3,50	35,10	14,31	1,37	0,09		
BARRO	Média	6	134,80	3,08	27,90	24,82	12,34	0,42	$6,39 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-6}$
	Máximo		183,0	6,35	45,20	42,73	28,05	0,74		
	Mínimo		98,00	0	15,88	12,14	1,62	0,08		
MÉDIA			135,03	6,23	31,55	25,41	17,13	0,77	$3,14 \cdot 10^{-4}$	$4,03 \cdot 10^{-6}$