

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM / CPRM

PROJETO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL

NA ESCALA DE 1: 2.500.000.

RELATÓRIO DE PROGRESSO

( FINAL DA FASE I : JAN - DEZ/78 )

VOL. I - COMPILAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

I. 96

CD  
CPRM

SUREMI  
SEBOTE

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 462-5

N.º de Volumes 2 v. 1

PHL 14295

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RECIFE

DEZEMBRO - 1978

PROJETO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL

NA ESCALA DE 1:2.500.000

EQUIPE EXECUTORA :

Chefe do Projeto : Geól. ALBERT MENTE ✓

Geólogos : MÁRIO DIAS PESSOA ✓

ONOFRE LEAL ✓

PROJETO MAPA HIDROGEOLOGICO DO BRASIL

NA ESCALA DE 1:2.500.000

RELATÓRIO DE PROGRESSO

(FINAL DA FASE I : JAN-DEZ/78)

ÍNDICES DOS VOLUMES

VOL. I - COMPILAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- TEXTO

- ANEXOS (I e II)

VOL. II- SÍNTESE DOS TRABALHOS

- TEXTO

- ANEXOS ( III a XI)

A P R E S E N T A Ç Ã O

## A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente volume encerra os resultados da pesquisa bibliográfica realizada para o Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala de 1:2.500.000, sendo intitulado "Vol. I Compilação Bibliográfica", o qual integra o Relatório de Progresso (Final da Fase I : jan-dez./78) do referido Projeto. O Relatório de Progresso está sendo apresentado em dois volumes constituindo, o outro (Vol. II), o da " Síntese dos Trabalhos".

Na elaboração da compilação bibliográfica procurou-se seguir a orientação da Instrução Técnica nº 31 da CPRM. Este volume é composto de um total de 64 (sessenta e quatro) resumos de trabalhos técnicos disponíveis, além das listagens correspondentes aos índices bibliográficos alfabético e cronológico, aos índices remissivos temático e topônimo, e ao índice dos trabalhos não consultados. Os trabalhos resumidos referem-se aos aspectos hidrogeológicos de grandes áreas localizadas, principalmente, na metade oriental do Brasil, tendo em vista que a metade ocidental é quase completamente desprovida de informações hidrogeológicas.

No final deste volume, sob a forma de anexos ( I e II), estão incluídos os mapas índices das referências bibliográficas.

SUMÁRIO

## S U M A R I O

1 - INTRODUÇÃO	Pag.
1.1 - Considerações gerais .....	2
1.2 - Metodologia .....	2
2 - CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO	
2.1 - Resumo dos trabalhos .....	5
2.2 - Índice bibliográfico alfabético .....	180
2.3 - Índice bibliográfico cronológico .....	194
2.4 - Índice remissivo temático .....	207
2.5 - Índice remissivo toponímico .....	216
2.6 - Índice dos trabalhos não consultados .....	220

ANEXOS I e II : Mapas índices das referências bibliográficas.

Anexo I : Trabalhos técnicos com mapas hidrogeológicos nas escalas entre 1:800.000 e menores, 1:500.000 e 1:250.000.

Anexo II : Trabalhos técnicos com mapas hidrogeológicos nas escalas entre 1:250.000 e 1:50.000, e trabalhos técnicos sem mapas hidrogeológicos com locação esquemática.

I N T R O D U Ç Ã O

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Considerações gerais

O Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala de 1:2.500.000, que recebe o patrocínio do DNPM, foi iniciado em janeiro do corrente ano, estando a sua conclusão prevista para fins de 1980. O projeto tem por objetivo dotar o Brasil de um mapa-síntese de hidrogeologia, no qual estejam representados os atuais conhecimentos das condições hídricas subterrâneas, no âmbito do território nacional. O projeto deverá integrar o "Mapa Hidrogeológico da América do Sul" sob os auspícios da UNESCO. Em se tratando de um documento de síntese, o mapa deverá conter, apenas, as informações técnicas julgadas essenciais relativas ao tema principal (hidrogeologia) e aos setores de apoio (planimetria, climatologia e hidrologia) a fim de que não seja prejudicada a sua legibilidade e, portanto, a sua boa compreensão.

### 1.2 - Metodologia

Tendo em vista o caráter pioneiro do projeto e o desconhecimento da quantidade e qualidade dos dados técnicos existentes, foi realizado, inicialmente, um levantamento geral das informações de caráter hidrogeológico, por meio de visitas a várias entidades públicas e privadas que se preocupam com o problema de água subterrânea, no âmbito de todo o País. O projeto foi, desta maneira, efetivamente iniciado, com a coleta e catalogação de trabalhos técnicos publicados ou inéditos existentes no acervo de diversas instituições. Os trabalhos consultados foram, em seguida, resumidos de maneira seletiva de acordo com a Norma NB-88 da ABNT, dando-se ênfase

aos aspectos de hidrogeologia de interesse para o projeto. Ao todo, constam deste relatório, um total de 64 (sessenta e quatro) trabalhos técnicos apresentados sob a forma de resumos e dispostos em ordem alfabética dos autores.

As referências bibliográficas obedecem ao disposto pela Instrução Técnica 29 da CPRM, elaborada com base na Norma PNB-66 da ABNT. O índice bibliográfico é apresentado, de acordo com a ordem alfabética dos autores, e segundo uma sequência cronológica dos trabalhos consultados. No primeiro caso, as referências bibliográficas completas dos trabalhos estão dispostas segundo a ordem alfabética dos autores precedidas de uma numeração sequencial e tendo, à direita, o número da página onde o resumo é apresentado. No segundo caso, é obedecida a ordem cronológica de execução dos trabalhos no período compreendido entre os anos de 1965 e 1978.

Os índices remissivos foram elaborados para permitir uma rápida obtenção de informações relativas à área do projeto. São de dois tipos: o índice temático, mostrando uma seleção dos principais assuntos contidos nos resumos bibliográficos apresentados em ordem alfabética, e o índice toponímico que apresenta as localidades citadas nos resumos segundo a ordem alfabética e subdivide as referências bibliográficas de acordo com os assuntos relacionados a cada localidade. Em qualquer dos casos, coloca-se à direita de cada citação o número da página em que o assunto é tratado.

Os trabalhos não consultados por não se dispor de sua bibliografia ou por terem apenas valor histórico, têm as suas referências bibliográficas listadas em ordem alfabética, constituindo o índice dos trabalhos não consultados.

Como anexos ao presente relatório, apresentam-se os mapas índices das referências bibliográficas.

CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 - Resumos dos trabalhos

AGUIAR, Guanahyro Antunes de - Bacia do Maranhão: Geologia e Possibilidades de Petróleo. Petrobrás. Relat. Inédito, 371, |s.l. |, 1969.

### R E S U M O

Algumas modificações na estratigrafia e no mapa geológico da Bacia do Maranhão, são apresentadas com base em recentes trabalhos de geologia. As maiores modificações do mapa foram no intervalo Serra Grande - Poti, principalmente nos contatos Longá - Poti e Pimenteiras - Cabeças, no bordo sudeste. São sugeridas algumas modificações na estratigrafia da sequência permotriássica à cretácea, na região centro-sudeste da bacia e visualizadas 2 fases (Triássico e Cretáceo Inf.) de derrames basálticos, tendo sido atribuídas denominações formais a estas unidades de rocha. Na área da bacia de São Luiz é proposta a adoção de nova formação, Alcântaras, situada entre a Itapecuru e a Formação Barreiras. A análise da evolução estrutural da bacia, baseada em mapas de isópacas desde o topo da formação Motuca até o Serra Grande Inf. e em mapas de contorno estrutural, revelou a existência de 3 eixos principais de deposição: um E-W, outro NE-SW (Ipu-Floriano) e provavelmente um terceiro, na área de Ipu, com direção NE, os 2 primeiros separados pelo arco Xambioá-Teresina. Um resumo da história geológica indica principalmente um levantamento progressivo dos bordos leste, sudeste e sudoeste que provocou uma migração do eixo SW-NE para oeste. Durante a regressão da parte inferior da Formação Poti ocorreram movimentos epirogenéticos uniformes em toda a bacia, indicados pela regularidade de espessuras e facies da parte basal da formação, tendo esta fase mar-

cado o fim da deposição em mar aberto, transformando-se a ba  
cia em um grande lago em que se depositaram os sedimentos da  
parte superior da Formação Poti. A deposição da parte basal  
da Formação Piauí foi caracterizada por um levantamento dos  
bordos da bacia e a conseqüente erosão do topo da Formação Po  
ti.

ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário Hidro-geológico do Nordeste - Folha nº 15: Jaguaribe-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 187 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 32).

### R E S U M O

A folha nº 15: Jaguaribe-SE, é limitada pelas coordenadas 36°00' a 39°00' WGr. e de 6°00' a 8°00' S, compreendendo uma área de cerca de 72.000 km<sup>2</sup>. Situada em sua maioria no Estado de Paraíba, abrange também partes de Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco. Sete bacias hidrográficas encontram-se parcialmente dentro da folha; a bacia do rio Piranhas e a do rio Paraíba apresentam características hidrográficas regionais diversas, embora sejam de regime torrencial e intermitente com períodos de recessão curtos, t = 30 a 40 dias. A topografia da área é diversificada, com cotas de 75 a 1.000 m, sendo o relevo bastante variado, pediplanos ondulados com presença de "inselbergs" e extensos chapadões ou "plateaux". Dominam dois tipos de clima na classificação de Köppen: o Aw quente de chuvas de verão-outono e o Bsh, moderadamente quente com chuvas de inverno. Enquanto a vegetação na superfície dos 250 m é baixa e rala, na superfície de 550 m, a vegetação é mais densa, predominando as cactáceas e bromeliáceas. Na superfície dos 1.000 m ocorrem os brejos de altitude. A agricultura e a pecuária são os sustentáculos da economia regional. As atividades industriais são incipientes e rudimentares. A economia mineira ainda não atingiu um estágio condizente com a sua potencialidade. Do ponto de vista geológico, 90% da área é de constituição cristalina, sendo os 10% restantes sedimentares. Gnaisses de tipo variados, em forma ectinítica,

ora migmatítica, compõem o grupo de rochas predominantes na área: o Grupo Caicó. Xistos de diferentes graus de metamorfismo (Formação Seridó e Cachoeirinha) completam, ao lado dos migmatitos ácidos e básicos, o quadro geo-cristalino da área. Na parte sedimentar, os destaques são as bacias do Rio do Peixe e Araripe (Cariris Novos), parte oriental, constituídas quase que essencialmente de siltitos e argilitos. Nos terrenos cristalinos, a água de origem plúvio-fluvial é acumulada nas fendas e fraturas, que em conjunto representam a porosidade secundária destes terrenos. As zonas aquíferas possuem limites difíceis de definir. O nível freático médio, determinado com base em 553 poços, foi de 6,90 m. A taxa de infiltração foi avaliada entre 0,6% a 6%. Acredita-se que o escoamento e os exutórios estão intimamente ligados às fendas, influenciadas pela hidrografia, topografia, alúvios e elúvios existentes. Foi estimado que, mesmo com potencial hídrico fraco, a área cristalina é capaz de abastecer 200 habitantes por  $\text{km}^2$ , sendo este valor bem maior que a densidade populacional da região. Com respeito a hidrogeologia dos terrenos sedimentares as bacias existentes constituem aquíferos de certa importância em âmbito regional. Os principais aquíferos são: Tacaratu e Sergi da Bacia do Araripe e Antenor Navarro do Grupo Rio do Peixe. Aquífero Tacaratu: confinado na bacia dos Cariris e livre em São José de Belmonte. Um teste de bombeamento em Jati-CE, resultou em  $T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $S = 10^{-4}$ . Na região de Belmonte a vazão específica média é de 1 l/s/m. Aquífero Sergi: constitui o aquífero mais importante da região. A contribuição efetiva foi estimada em 2% da pluviometria média anual. O principal exutório é o riacho dos Porcos. Testes efetuados fora da área deram respectivamente  $T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $S = 8.10^{-4}$  (Juazeiro do Norte) e  $T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $S = 8 \times 10^{-3}$  (Missão Velha). Aquíferos

da Bacia do Rio do Peixe: encontram-se dois níveis aquíferos, sendo um (confinado) relacionado aos arenitos basais da Formação Antenor Navarro e outro (livre) ligado aos aluviões do rio do Peixe e afluentes. Hidrodinamicamente, pouco se conhece destes aquíferos, apesar do furo pioneiro efetuado no local pelo DNPM. Nas bacias menores de Pombal, Lavras de Mangabeiras, Pau dos Ferros, Lima Campos e Icó, o potencial hidrogeológico explorável é reduzido, destacando-se, apenas, em certo grau, o de Icó. Para a bacia de Icó, foram encontradas vazões específicas de 0,03 l/s/m (formações areníticas) e 1 l/s/m (aluviões). As condições hidrogeológicas das formações Serra do Martins são bastante limitadas. Com relação à hidroquímica da região, foram obtidas as seguintes conclusões, com base no estudo do acervo de dados de resíduo seco (RS); 1) os valores de RS para os terrenos sedimentares são sempre inferiores àqueles dos terrenos cristalinos; 2) nos terrenos cristalinos, nota-se uma diminuição dos valores de RS em sentido para oeste, coincidindo com a área de drenagem da bacia do Rio Piranhas (superfície Pliocênio = 250 m), enquanto os valores maiores de RS foram encontrados nas áreas das bacias hidrográficas do Paraíba-Capibaribe-Pajeú (Superfície Soledade = 550 m). Baseados em alguns pontos dentro dos terrenos sedimentares, indica-se possibilidades a qualquer consumo (RS 1.000 mg/l). Nos terrenos cristalinos, os RS são geralmente altos, de 300 a 4.000 mg/l, prestando as suas águas apenas para abastecimento de rebanhos. Enquanto algumas das bacias sedimentares foram indicadas com potencial explorável de médio a fraco, os terrenos cristalinos receberam a qualificação de fraco a muito fraco. Muito embora, o autor do trabalho é de convicção que nas condições reinantes de clima e sócio-econo

mia, a exploração de água subterrânea no cristalino pode propiciar um incremento e mesmo o desenvolvimento de certas atividades sócio-econômicas (agro-pecuária, por exemplo).

ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de & BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 21: Recife-NO. Recife, SUDENE, Div.Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 21: Recife-NO limita-se pelas coordenadas de 08° 00' a 10° 00' Sul e de 33° 00' a 36° 00' WGr., com uma área de aproximadamente, 18.000 km<sup>2</sup>, abrangendo as porções sudeste e nordeste dos Estados de Pernambuco e Alagoas, respectivamente. Ocorrem nessa região três tipos de climas, segundo Koppen: o Ams', de monções com precipitações durante quase todo o ano (entre Olinda e Porto de Pedras-AL); As' de temperaturas elevadas e chuvas em período mais definido (outono-inverno), ocorrendo desde o litoral até as escarpas da Borborema e, finalmente o Bsh, semi-árido com chuvas em breve período (verão), porém com menores médias isotérmicas anuais (23°C) e os menores índices pluviométricos. Atuam na área os ventos alíseos de SE que provocam as chuvas orográficas, de modo que a pluviometria varia desde 2.000 mm/ano no litoral até 400 mm/ano na faixa do agreste. Os valores de temperatura decrescem entre 26°C no litoral a 23°C (isotermas médias anuais) nas áreas sobre o Planalto da Borborema. Os tipos de solos e vegetação são condicionados também pela geologia local, tal que: no litoral arenoso domina uma vegetação herbácea; mais para o interior, na faixa dos tabuleiros argilo-arenosos, ocorre a zona da mata e, por fim, sobre o Planalto da Borborema, de solo areno-argiloso ou detrítico, de "ranas", domina a vegetação de caatinga, hiperxerófila. Duas grandes unidades morfológicas dominam a região: o planalto ou "Serra da Borborema" com cotas de 500 a 600 m e

os chamados "tabuleiros" litorâneos de cotas entre 50 e 250m. Tratam-se de superfícies de aplainamento, já bastante recortadas pelo ciclo erosivo atual. Ao longo do litoral, desenvolve-se a planície costeira, com cotas sempre inferiores aos 20 m, onde se situam as cidades de Recife e Maceió. As bacias hidrográficas que drenam essa região são todas originadas na vertente oriental do Planalto da Borborema. De norte para sul têm-se as bacias dos rios Capibaribe, Ipojuca, Serinhaém, Una, Manguaba, Camaragibe, Jirituba, Meirim, Mundaú e Paraíba. O regime desses rios varia de semi-árido, mais para o interior, à tropical modificado, nas áreas próximas ao litoral quando se peremizam em função da alta pluviosidade dessa faixa e da efluência das águas subterrâneas da região sedimentar. As atividades sócio-econômicas, estão ligadas sobretudo à monocultura da cana de açúcar na zona da mata. A pecuária e agricultura de subsistência caracterizam a região planaltina. A atividade industrial, devido à SUDENE, desenvolveu-se bastante e a atividade extrativa mineral destaca-se, pela exploração de salgema e pelo campo petrolífero do tabuleiro dos Martins em Maceió-AL, aliado à exploração de calcário para o fabrico de cimento. Na geologia regional da folha, pode-se separar uma porção maior, cristalina, constituída por um complexo de migmatitos (Palmares, Murici, Bezerros, Gravatá, Agrestina) e um complexo de rochas graníticas, com diferenciações locais, que constituem o arcabouço fundamental da área. Na faixa costeira oriental se instalam os terrenos sedimentares da planície do Recife, da Bacia Sul de Pernambuco (associada a vulcanitos ácidos e básicos) e da Bacia de Alagoas, acobertada pelo Grupo Barreiras. Cobrindo cerca de 80% da folha, os terrenos cristalinos constituem uma província aquífera, onde

as águas se acumulam em zonas que podem ser riachos-fenda, aluviões e manto de intemperismo. São zonas aquíferas do tipo livre com "water table" pouco profundo ou aflorante, alimentadas pelas chuvas ou pela rede fluvial. São aquíferos fracos mas que podem servir de abastecimento a pequenos núcleos populacionais, tendo em vista vazões específicas médias da ordem de 136,0 l/h/m, obtidas a partir de 52 poços em seus terrenos. A província hidrogeológica dos terrenos sedimentares é constituída de vários aquíferos ou sistemas dos quais os mais importantes são: o Sistema Terciário da Bacia Alagoas (Grupo Barreiras + Membro Marituba da Formação Piaçabuçu); o Grupo Barreiras, isoladamente, os conglomerados e arenitos arcoseanos do Membro Garmópolis e sua unidade litoestratigráfica correlata, a Formação Cabo; além dos sedimentos litorâneos cenozóicos, inclusive os depósitos flúvio-marinhos da planície do Recife; as aluviões podem apresentar interesse local. Para o sistema Terciário, testes realizados em poços do Tabuleiro dos Martins e da orla costeira pela Contege-Acquaplan, para uma possança média de 200 m, obtiveram-se os seguintes resultados:  $T = 7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $K = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  e  $S = 3 \cdot 10^{-3}$ . O sistema Barreiras - Aluvião, geralmente livre, pode apresentar áreas confinadas e suas condições potenciais de exploração situam-se entre o grau médio a elevado. A vazão específica média dos poços perfurados nesse domínio, é bastante alta (entre 200 e 1.200 l/h/m), por exemplo em relação aos poços do Barreiras nas áreas dos Estados da Bahia e Sergipe onde esses valores variam entre 200 e 800 l/h/m. Na planície de Recife - Olinda, obteve-se uma vazão específica média de 3.421,6 l/h a partir de 153 poços nas aluviões. Face à grande pluviosidade, mesmo a área do cristalino apresenta águas com qualidade química compatível com os diversos tipos de atividade humana. Os resí

duos secos nunca ultrapassam 500 mg/l. Apenas, no canto NW da folha aparece salinidade acima de 1.000 mg/l, numa faixa correspondente ao clima semi-árido e sobre terrenos cristalinos, evidenciando a influência tríplice do contexto ventos-clima-morfologia (sobrepunjando o fator geológico) na qualidade química das águas subterrâneas e superficiais.

BAHIA. CONDER/CONTEGE - Diagnóstico preliminar dos recursos hídricos do Recôncavo Bahiano: relatório final. Recife, 1973.

### R E S U M O

A área do Recôncavo Bahiano, com uma superfície de 10.500 km<sup>2</sup>, situa-se na região costeira do Estado da Bahia, estando compreendida entre os paralelos 12°10' e 13°15' sul e meridianos 37°55' e 39°40' WGr. A área é afetada por um clima quente e úmido com uma precipitação média, de 1.500 mm/ano. Do ponto de vista geológico, a área compreende o complexo cristalino ocidental, a bacia sedimentar do Recôncavo e o complexo cristalino oriental. A bacia do Recôncavo é limitada por duas falhas de gravidade de direção aproximada N-S denominadas de Falha de Salvador e Falha de Maragogipe; a sedimentação, nesta bacia, iniciou-se no Jurássico Superior com a deposição das formações Aliança e Sergi, prosseguindo no Cretáceo Inferior com as formações Itaparica, Candéias, Ilhas, São Sebastião, Marizal, Alagoas e Algodões; a sedimentação foi interrompida até a deposição do Grupo Barreiras, indiviso no fim do Terciário, e dos sedimentos recentes - aluviões e dunas. O embasamento cristalino, na parte ocidental e oriental, é formado de rochas, principalmente, metamórficas do tipo gnaisses e xistos. As características hidrogeológicas de cada formação analisadas em conjunto, permitiram definir três sistemas aquíferos a saber: sistema superior, constituído pelas formações Barreiras, Marizal e São Sebastião; sistema médio, com as formações Ilhas, Candéias e Itaparica e sistema inferior com as formações Sergi e Aliança. O sistema superior apresenta melhores condições hidrogeológicas devido a sua melhor porosidade efetiva, praticamente, o dobro dos demais sistemas. As reservas

totais das águas subterrâneas para toda a Bacia do Recôncavo, na área considerada, são, da ordem de,  $10,5 \times 10^9 \text{ m}^3$ , dos quais podem ser explorados,  $3,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ ; desse total o sistema superior contribui com  $2 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$  (57%). Quanto a qualidade, as águas do freático bem como dos aquíferos confinados, principalmente do sistema superior, são boas, situando-se dentro dos limites de potabilidade até os 1.000 metros de profundidade. No sistema médio (Ilhas, Candeias e Itaparica) as possibilidades de salinização são maiores devendo ser observado, com reserva, o limite de profundidade de 200 metros. O sistema inferior não apresenta um número suficiente de dados para permitir um estudo da qualidade de suas águas.

BELTRÃO, Antonio Esberard de A. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 6: Fortaleza-SE. Recife, SUDENE, Div. Doc., 1970. 141 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 28).

#### R E S U M O

A folha nº 6: Fortaleza-SE localiza-se entre as coordenadas 2°00' e 4°00' sul e 36°00' e 39°00' oeste, e tem uma área continental de, cerca de, 3.000 km<sup>2</sup>, abrangendo uma pequena parte do Estado do Ceará em que estão incluídos, os municípios de Fortaleza, Aquiraz, Caucaia, entre outros. Morfológicamente distinguem-se dois aspectos: a) área com topografia bastante acidentada, correspondendo aos terrenos cristalin<sup>os</sup>, compreendendo as serras de Maranguape, Água Branca, Juá, Lança e Arara, alinhadas na direção NE-SW, com altitude até 1.000 m e com depressões intercaladas tangenciando a cota dos 300 m; b) baixadas litorâneas e aluviais com cordões de dunas vivas, às vezes substituídas por pequenas falésias do Grupo Barreiras. Temos dois tipos de clima: o Aw, tropical úmido com chuvas de verão, e o Aw', tropical úmido com chuvas de verão outono. Na região costeira a pluviometria média anual vai de 1.000 a 1.300 mm e, para a região sudeste da folha, estes valores diminuem chegando a 700 mm/ano. A vegetação é de dois tipos: litorânea e caatinga. O primeiro apresenta um horizonte herbáceo distribuído irregularmente, função da salinidade marinha. A caatinga desenvolve-se um pouco mais além da orla marítima com uma vegetação arbustiva, apresentando grande descontinuidade. A rede hidrográfica é relativamente simples, não apresentando qualquer curso d'água

de maior importância. Destacam-se os rios Cáuipe, São Gonçalo, Juá desembocando no litoral norte, e os rios Cocó e Pacoti no litoral leste. Todos nascem nos terrenos cristalinos onde apresentam caráter intermitente. Geologicamente distinguem-se as dunas e aluviões que representam os terrenos do quaternário, o "Grupo Barreiras" do Cenozóico e os terrenos cristalinos do pré-cambriano formados por migmatitos, gnaisses e xistos. As dunas e os sedimentos do "Grupo Barreiras" constituem a faixa sedimentar costeira com uma largura aproximada de 15 km. Do ponto de vista hidrogeológico os terrenos sedimentares são os mais importantes e podem ser considerados como um único sistema aquífero livre. As dunas constituem a parte superior deste aquífero, apresentam-se com alta permeabilidade e têm uma espessura variando entre 5 m e 30 m. São alimentadas direta e exclusivamente pela pluviometria avaliada em 1.000 mm dos quais 90% são consumidos pela evapotranspiração. Os aluviões têm pouca importância, destacando-se aqueles dos vales dos rios Pacoti e Ceará. O "Grupo Barreiras" ocupa uma área de 817 km<sup>2</sup>, repousando diretamente sobre os xistos e gnaisses do embasamento, e tem uma cobertura arenosa residual proveniente das dunas o que torna altamente permeável a parte superior deste grupo. A litologia do "Grupo Barreiras" é muito variável e, bem assim, a sua espessura que vai de alguns metros até 30 m na região costeira. Trata-se, pois, de aquífero muito heterogêneo e há várias possibilidades hidrogeológicas, um tanto reduzidas, relacionam-se aos níveis arenosos intercalados nas sequências sílticas. Hidrogeologicamente, as dunas e aluviões são inexpressivas em relação ao "Grupo Barreiras" para o qual obteve-se os seguintes dados do balanço: a) reservas de escoamento natural:  $V_1 = 3 \times 10^6 \text{ m}^3$ ; b) reservas permanentes:  $V_2 = 1,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ; c) reser

vas totais  $V_t = 1,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ; d) reservas exploráveis  $V_p = 4 \times 10^8 \text{ m}^3$ . As águas dos terrenos sedimentares são, quanto à potabilidade, aceitáveis para o consumo humano, porém, devido à frequência dos radicais  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}_3$ , ficou evidenciado o alto grau de poluição destas águas, sobretudo como é de se esperar, nos locais de maior concentração humana.

BRASIL. DNOCS/CERB - Levantamento hidrogeológico básico da  
Bacia de Tucano Vale do Itapicuru. Salvador, 1977. 59 p.

### R E S U M O

A área estudada abrange uma superfície de 40.000 km<sup>2</sup>, situando-se na parte leste do Estado da Bahia e sendo limitada pelas coordenadas 10°30' e 11°30'S e 38°00' e 39°00'WGr. Corresponde à bacia sedimentar do Tucano preenchida por sedimentos Paleozóicos, Cretáceos e Terciários, e limitada, em profundidade e lateralmente, pelo embasamento cristalino. Os estudos realizados são de caráter muito geral, não permitindo caracterizar adequadamente as unidades hidrogeológicas existentes na área. As unidades passíveis de se constituírem em aquíferos correspondem aos grupos Ilhas e Massacará, e às formações Sergi e Marizal, nas quais foram cadastrados, cerca de, 250 poços tubulares. As formações Aliança, Candeias e Itaparica, devido à sua constituição litológica predominantemente pelítica, não foram consideradas como aquíferos. O aquífero mais importante da área é representado pelo grupo Massacará com, cerca de, 2.000 metros de espessura e constituído, principalmente, de arenitos.

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia da Fronteira Sudo-  
este do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre.  
1973. 3 v. il.

### R E S U M O

O Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul abrange uma área de, cerca de, 67.000 km<sup>2</sup> definida pelas coordenadas 29°00'S e 54°00'WGr., e pelos limites internacionais Brasil-Argentina e Brasil-Uruguai. As feições morfológicas principais foram esculpidas sobre os grandes grupos litológicos da área; distinguem-se três grandes unidades geomorfológicas: unidade das lavas basálticas, unidade dos sedimentos gondvânicos e unidade do embasamento cristalino; a unidade das lavas basálticas está dividida na subunidade do Planalto Médio localizada, no nordeste da área, com cotas acima dos 400 metros, e na subunidade que compreende parte dos vales dos rios Uruguai e Quaraí, sendo cortada de leste para oeste pelo curso inferior do rio Ibicuí. A unidade dos sedimentos gondvânicos caracteriza-se por uma larga faixa alongada na direção N-S e que inflete para leste na parte centro-leste e no extremo sudeste da área, formando um arco em torno do escudo Sul-Rio-Grandense; apresenta uma superfície plana com feições arredondadas e declives suaves, porém com coxilhas mais onduladas do que nas áreas basálticas; associadas às coxilhas temos as chamadas bossorocas que são rasgões causados por erosão no lençol de escoamento superficial. A unidade do embasamento cristalino localiza-se na região sudeste do projeto e caracteriza-se por um relevo coliniforme com formas bem arredondadas. A quase totalidade da área do projeto enquadra-se no clima tipo Cfa denominado subtropical ou virginiano, enquanto

que uma pequena parte da região centro-oeste da área é dominada pelo tipo Cfb<sub>1</sub>; a variedade climática Cfa caracteriza-se pelos seguintes parâmetros de temperatura e pluviosidade: temperatura média do mês mais frio entre - 3°C e 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, chuva presente em todos os meses do ano com uma precipitação média anual entre 1.300 mm e 1.500 mm. As regiões mais áridas situam-se nos extremos oeste e leste da área, compreendendo as cidades de Uruguaiana e São Gabriel; uma zona intermediária (índices entre 50 e 55) ocupando extensa faixa N-S com maior desenvolvimento ao norte estando nela incluídas as cidades de Itaqui, Alegrete, Santana do Livramento e outras; no extremo nordeste localiza-se a região de menor aridez com índice variando entre 55 e 60. Cerca de 83% da área em estudo é drenada pelo rio Uruguai e afluentes enquanto que o restante faz partes das bacias dos rios Vacacaí, Camaquã e Jaguarão; o rio Uruguai coincide com a linha de fronteira com a Argentina. A maior parte da área do projeto, cerca de, 90% é coberta por campos onde dominam as gramíneas; a mata virgem localiza-se junto à escarpa do planalto basáltico, enquanto que as matas ciliares ou de galerias caracterizam-se por vegetação arbórea ao longo dos cursos d'água principais. A área do projeto, que compreende quase toda a zona da Campanha e partes de outras regiões fisiográficas do Estado, tem uma população estimada em 600.015 habitantes (IBGE, censo de 1970) sendo a densidade demográfica de 8,95 hab/km<sup>2</sup>. A economia da região está baseada na pecuária, destacando-se a criação de bovinos e ovinos; a agricultura é praticada em área restrita, destacando-se as culturas de arroz, soja, trigo, milho e feijão. Os recursos minerais são pouco importantes no contexto econômico da região; destaca-se a exploração de ametista, calcedônia, mate-

riais de construção e de jazidas calcárias para indústria de cimento. Do ponto de vista geológico a área do projeto compreende os seguintes tipos de rochas: a) rochas do embasamento cristalino localizadas na parte sudeste da área com os Grupos Cambaí (rochas de alto grau metamórfico bastante tectonizadas, principalmente migmatitos) e Porongas (rochas de baixo grau metamórfico tais como mica-xistos, ardósias, filitos, etc. intercaladas com rochas básicas e sultrabásicas intrusivas e extrusivas metamorfizadas); b) rochas pré-gondvânicas englobando a Formação Maricá (arenitos arcoseanos com siltitos e grauvacas finas intercaladas, distribuição restrita ao norte de Bagé), o Grupo Bom Jardim (conglomerados, brechas vulcânicas, lavas andesíticas e derrames ácidos formando um planalto riolítico na região sudeste do projeto) e o complexo granítico Jaguarari - Lavras do Sul (corpo de rochas graníticas de granulação predominantemente grosseira, equigranular, cor avermelhada estrutura isótropa onde se observam cristais de feldspato, máficos e quartzo, com pórfiros de feldspato alcalino de até 5 cm); c) rochas gondvânicas compreendendo o grupo Tubarão do Carbonífero com os subgrupos Itararé (fácies Suspiro com litologia de origem glacial e o fácies Budó com siltitos cerâmicos marinhos) e Guatá (formação Rio Bonito com arenitos quartzosos e arcoseanos, brancos, amarelados com intercalações de folhelhos e siltitos, e formação Palermo com folhelhos e siltitos argilosos cinzas e níveis de arenitos muito finos intercalados na base), o grupo Passa Dois, de idade permiana, com as formações Irati (folhelhos síltico-argilosos e siltitos laminados finamente micáceos de cores variegadas) e Estrada Nova (folhelhos sílticos e siltitos), e o grupo São Bento, do Mesozóico, com as formações Rosário do Sul (ocupa larga faixa NE-SW na região da cidade homônima com areni-

tos médios, finos e muito finos e siltitos, com intercalações de lamitos e/ou folhelhos de cor vermelho tijolo predominante), Botucatu (arenitos eólicos, ortoquartzíticos, friáveis, avermelhados ou rosados, granulacão média e fina, e estratificacão cruzada em cunha) e Serra Geral (ocupa a maior área aflorante com, cerca de, 30.000 km<sup>2</sup>, sendo constituída, essencialmente, por lavas básicas, principalmente basalto, havendo intrusões locais sob a forma de diques e "sills" de diabásio, sendo a cor cinza-escuro a mais comum); d) rochas pós-gondvânicas compreendem os sedimentos cenozóicos de ocorrência restrita reunidos na Formação Tupanciretã (região nordeste da área, com predominância de arenitos finos a médios, argilosos, mal classificados, cores vermelha e rosa), Formação Santa Tecla (arenitos finos a médios, argilosos, com cimento ferruginosos, friáveis ou endurecido por silicificacão), Cascalheiros (depósitos de material detrítico grosseiro, localizados perto do rio Uruguai ao sul e a nordeste de Uruguaiana, formados principalmente por seixos e pedras de quartzo, ágata, calcedônia, basalto, arenitos quartzosos, madeira silicificada, etc.), e sedimentos não consolidados de idade quaternária (localizam-se nas margens dos principais rios, formando planícies aluviais mais ou menos amplas constituídas de areias finas a médias ou de depósitos de cascalhos, seixos e argilas conforme o rio drena rochas sedimentares ou basálticas). Do ponto de vista hidrogeológico as rochas do embasamento cristalino, como acontece em diversas outras regiões, mostram-se com fraco potencial e têm seu meio aquífero condicionado ao sistema de fendas e fraturas resultantes de tectonismos; nestas rochas, as melhores possibilidades hidrogeológicas encontram-se no Grupo Cambaí constituído de migmatitos homogêneos e heterogêneos, e cujas falhas e fraturas refletem os efeitos

dos tectonismos rígidos que o atingiu; reduzido número de poços tubulares fornecem vazões específicas entre  $0,005 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  e  $0,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , para profundidades máximas da ordem de 100 metros. Entre os terrenos sedimentares, destacam-se como aquíferos as formações Botucatu, Rosário do Sul e Rio Bonito. A Formação Botucatu é o principal aquífero da área do projeto bem como do Estado do Rio Grande do Sul; consta de arenitos eólicos de granulação média a fina repousando através de contato gradacional sobre a Formação Rosário do Sul; mantém condições de aquífero livre na faixa de afloramento, entre Livramento e proximidade de Manuel Viana, confinando-se para oeste na área de afloramento da Formação Serra Geral com progressivo aumento da carga artesianas; os valores médios das características hidrodinâmicas calculados através de testes de bombeamento em vários poços são:  $T = 1,83 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 7,66 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $S = 2,22 \times 10^{-3}$ ; o aquífero Botucatu apresenta uma superfície total de  $39.000 \text{ km}^2$  sendo  $9.000 \text{ km}^2$  aflorantes e  $30.000 \text{ km}^2$  recobertos pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. O aquífero Rosário do Sul é o segundo em importância na área do projeto; caracteriza-se por um fácies fluvial com arenitos médios e finos a muito finos, argilosos, com estratificação cruzada, encaixados em arenitos finos e siltitos também argilosos, ora maciços ou com estratificação ondulada, paralela ou cruzada de baixo ângulo, e por um fácies lacustre formado por intercalações de lamitos e/ou folhelhos com arenitos maciços ou acanalados que ocorrem principalmente na parte nordeste da área; constitui um sistema de aquíferos repetidos cuja pressão aumenta em direção aos níveis inferiores; o aquífero Rosário do Sul tem uma superfície total de  $52.000 \text{ km}^2$  sendo  $13.000 \text{ km}^2$  aflorantes e  $39.000 \text{ km}^2$  confinados; os valores médios das características hidrodinâmicas são:  $T =$

$1,08 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 1,97 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ . A Formação Rio Bonito que é o terceiro aquífero em ordem de importância, é constituída de arenitos quartzosos arcoseanos de cores claras com intercalações de folhelhos e siltitos com leitos carbonosos; sobrepõe-se discordantemente ao grupo Cambaí sendo confinado parcialmente pelos folhelhos das formações Irati e Palermo; a superfície total do aquífero é, cerca de,  $10.000 \text{ km}^2$ , sendo  $2.000 \text{ km}^2$  aflorantes e  $8.000 \text{ km}^2$  confinados. As maiores reservas de águas subterrâneas encontram-se nos aquíferos Botucatu e Rosário do Sul, cada um com  $1,95 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ . Os derrames basálticos da Formação Serra Geral funcionam como aquífero de modestas possibilidades com poços tubulares fornecendo vazão média entre 5 e  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ; os poços localizados em fendas e fraturas podem fornecer vazões de 40 a  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ; a espessura dos derrames, formas de relevo e as condições estruturais locais e regionais conferem aspectos particulares ao aquífero Serra Geral quanto à alimentação, armazenamento, circulação da água, gradiente hidráulico, presença de fontes, etc.; acresce-se, ainda, a presença de arenitos intertrápicos e de um complexo sistema de diaclasamento vertical e horizontal; os basaltos são mais espessos na região nordestre (cerca de 350 m) e menos espessos na região oeste (Quaraí, Alegrete) com uma espessura média de 70 metros; os derrames ocorrem intensamente fendilhados sendo, as fendas, originadas por resfriamento gradual do magma basáltico, por tectonismo ou contração devida ao resfriamento; todas as fraturas de resfriamento ou tectônicas constituem um complexo sistema de vazos comunicantes responsáveis pela alimentação, armazenamento e circulação de água subterrânea no aquífero Serra Geral. Quanto às condições de exploração das águas subterrâneas da Fronteira Sudoeste, as áreas mais favoráveis são as abrangidas pelos aquíferos Botu

catu e Rosário do Sul; o aquífero Botucatu é captado por poços com uma profundidade média de 120 m na área confinada pelos derrames basálticos mostrando, os poços, uma capacidade específica média de  $4,62 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ; o aquífero Rosário do Sul, na área confinada pela Formação Botucatu é captado por poços de 100 m de profundidade com capacidade específica média de  $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ; nos derrames basálticos, os locais com fraturas tectônicas de grande porte e/ou cruzadas, são os mais promissores para a perfuração de poços; a capacidade específica nos basaltos vai a um máximo de  $1,78 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Quanto a qualidade, as águas do embasamento cristalino são bicarbonatadas e menos frequentemente águas bicarbonatadas-cloretadas e mistas; o resíduo seco raramente ultrapassa  $1.000 \text{ mg}/\text{l}$ , sendo que  $96,3\%$  possuem resíduo seco abaixo de  $500 \text{ mg}/\text{l}$ ; no aquífero Botucatu predominam as águas bicarbonatadas seguindo-se as bicarbonatadas-cloretadas e cloretadas; são águas de baixa salinidade, com  $98,5\%$  das amostras apresentando resíduo seco abaixo de  $500 \text{ mg}/\text{l}$ , e são classificadas quanto a dureza em "muito moles" a "moles"; no aquífero Rosário do Sul as águas são bicarbonatadas e cloretadas com um resíduo seco, em geral, abaixo de  $500 \text{ mg}/\text{l}$ ; os poucos dados hidroquímicos do aquífero Rio Bonito indicam águas de baixa salinidade; no aquífero Serra Geral predominam águas bicarbonatadas de sódio e cálcio com baixo grau de mineralização; são águas "muito moles" e "moles", principalmente; a salinidade típica das águas deste aquífero é de  $180 \text{ mg}/\text{l}$ , considerando a frequência cumulativa de resíduo seco de  $50\%$ . Portanto, quanto à qualidade química, as águas subterrâneas da área do projeto são, em geral, boas para todos os usos, salvo algumas restrições.

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Brasília - SE.  
Belo Horizonte, 1977. 3 v. il.

### R E S U M O

A folha nº 31: Brasília-SE apresenta-se com uma área de 71.500 km<sup>2</sup>, sendo delimitada pelos paralelos 14° e 16°S e pelos meridianos 42° e 45°WGr. Morfologicamente, destaca-se, na área, um extenso pediplano esculpido em rochas cristalinas, principalmente a leste do rio São Francisco, e ocupando, cerca de, 70% da superfície da folha; este pediplano, cujas cotas variam entre 400 e 500 m, é limitado a oeste pelas escarpas do arenito Urucuia e, a leste, pelas elevações da Serra do Espinhaço. A nordeste da área, destaca-se outra superfície aplainada denominada de Caculé, com cotas médias de 700m. Com base na classificação de Koppen, o clima dominante na área é o Aw, tropical, úmido de savanas, com estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno; o clima Cwa, que ocorre em pequena faixa a sudeste da folha, é tropical de altitude com verões quentes e chuvosos; este regime pluviométrico, com chuvas de verão, é o mesmo em toda a folha, ao longo do São Francisco, a pluviometria aumenta de NE para SW desde valores médios anuais de 800 mm, ao norte de Carinhanha, a mais de 1.100 mm em São Francisco e São João da Ponte; o período mais chuvoso vai de novembro a janeiro e o de menor precipitação vai de junho a agosto. A temperatura média anual oscila entre 21,6°C, em Caetité, e 24,4°C em Januária. A evaporação média anual em tanque "classe A" varia de 1.081,5 mm, em São Francisco, a 1.521,4 mm em Caetité. A evapotranspiração real média anual foi calculada pela fórmula de Turc para diversas

estações, tendo sido adotado o valor médio, para a área, de 818,5 mm/a. A drenagem superficial é feita, principalmente, para o Rio São Francisco cuja bacia em seu trecho médio ocupa a parte da folha a oeste da Serra do Espinhaço; a Ruralminas estudando os dados fluviométricos do São Francisco verificou que há uma diminuição de descarga entre as estações de Januária a montante e Fazenda do Porto, a jusante; essa diminuição de descarga é atribuída a infiltração no calcário Bambuí. Além da bacia do São Francisco, ocorrem na folha as bacias do rio Pardo de Minas e do rio das Contas, todas situadas a leste da Serra do Espinhaço. A vegetação dominante é do tipo "caatinga" em ambas as margens do São Francisco, e "cerrado" na parte oeste e sudeste da área. Com uma população de 748.000 habitantes, a região destaca-se pela sua alta potencialidade agropecuária e industrial. Do ponto de vista de geologia, a área é constituída por rochas do Pré-Cambriano indiferenciado pertencentes ao Cráton do São Francisco e reunidas na Associação Pré-Espinhaço; estas rochas constituem o embasamento das sequências mais jovens do Pré-Cambriano Superior (Super Grupos Espinhaço e São Francisco); em seguida, apenas o Cretáceo com a Formação Urucuaia e o Cenozóico com as aluviões e coberturas detríticas, são representadas. A Associação Pré-Espinhaço é composta de meta-ultrabasitas e "greenstones" (itabiritos, gonditos, margas, xistos verdes e anfibolitos) circundando núcleos de migmatitos móveis e sinorogênicos com intrusões locais de plutonitos potássicos. O Super Grupo Espinhaço, onde predominam metassedimentos arenosos está subdividido nos Grupos Espinhaço Inferior, Médio e Superior que ocorrem ao longo da faixa dobrada do Espinhaço. O Grupo Espinhaço Inferior, ocorre a leste de Mato Verde, tendo na base um metaconglomerado com seixos de gnaiss em matriz de quartzo e mica, pouco

feldspato, que passa a quartzo-xistos de granulação fina, totalidade esverdeada (fuchsita-xistos) e quartzitos sericíticos, esverdeados; no topo, aparecem vulcanitos ácidos e aglomerados vulcânicos; o contato superior se faz com quartzitos puros, discordantes do Grupo Espinhaço Médio. Este último estende-se, também, pela área do Platô do Rio Pardo a sudeste da folha, apresentando-se, até Caetité, com quartzitos micáceos e xistos com biotita, granada e/ou cianita e/ou estaurolita com metaconglomerado basal; biotita quartzito e quartzo-biotita-xisto; ortoquartzitos brancos de granulação média, níveis de marcas ondulares e conglomerados. O Grupo Espinhaço Superior é composto de uma sequência variada de arenitos impuros e metapelitos de cores roxa, marrom e cinza azulada, e siltitos marrons com lâminas arenosas feldspáticas e argilosas; os arenitos são de cores claras mal classificados, muscovíticos e feldspáticos. Rochas intrusivas básicas encaixam-se nos Grupos Espinhaço Inferior e Médio sob a forma de dique, "stocks" lapólitos, lacólitos e "sills". O Super Grupo São Francisco engloba os Grupos Macaúbas e Bambuí. A unidade dominante do Grupo Macaúbas é constituída de paraconglomerados diversos epimetamorfizados (diamictitos); o diamictito é uma rocha cinzenta, quando fresca, amarelada ou avermelhada, quando alterada, com seixos de vários tamanhos de: quartzitos, quartzo leitoso, gnaisses, granitóides, diabásio, mármore dolomítico, vulcanitos, siltitos numa matriz quartzo-micácea. O Grupo Bambuí, que cobre, cerca de, um terço da folha, é principalmente constituído de calcários que se apresentam ora maciços com granulação fina, bem cristalizado, ora plaqueados com níveis argilosos intercalando calcários maciços e oolíticos, metassiltitos calcíferos e algumas brechas sedimentares; as cores variam de cinza-clara a negra. A Formação Urucuaia é representa

da por uma sequência arenosa, com uma espessura média de 60 m no âmbito da folha, e ocupando uma posição elevada acima da cota de 800 m; consta de arenitos finos avermelhados, amarelados, cinzas, argilosos, pouco consolidados, friáveis, repoustando discordantemente sobre o Grupo Bambuí. Os sedimentos cenozóicos ocorrem em toda a área da folha 31, recobrendo, parcialmente, as sequências mais antigas; são constituídas pelas coberturas detrítica-lateríticas que se desenvolvem sobre superfícies peneplanizadas em cotas variando entre 900 m e 1.250 m, e pelas aluviões; estes aparecem ao longo dos rios São Francisco, Carinhanha, Corutuba e Verde Grande e são constituídos por uma sedimentação detrítica, areno-argilosa com leitos de cascalhos intercalados. Nas rochas do embasamento cristalino, incluindo a Associação Pré-Espinhaço, o Super Grupo Espinhaço e Grupo Macaúbas, a ocorrência de água subterrânea está condicionada aos sistemas de fendas e fissuras originados durante as fases tectônicas que as afetou; de um modo geral as possibilidades hidrogeológicas são fracas; o Super Grupo Espinhaço destaca-se por apresentar numerosas fontes que ocorrem com intervalos de 1 a 10 km, principalmente na base das escarpas no contato do quartzito com xistos ou conglomerados ou relacionadas com grandes falhamentos; estas fontes são utilizadas para o abastecimento de fazendas, vilas e até cidades (Urandi, Jacaraci). O Grupo Bambuí é representado em toda a folha pela Formação Paraopeba; esta formação consta de calcários com intercalações de ardósias e, pela sua extensão e potencialidade hídrica, constitui o principal sistema aquífero da região, já sendo explorado por mais de 600 poços tubulares; o calcário apresenta primariamente, um sistema de juntas de estratificação bem realçado e, secundariamente, um sistema intensivo e extensivo de fraturas transversais relacio-

nadas ao estilo de dobramento; a sua capacidade de armazenamento é bastante elevada nas áreas onde se observam os fenômenos de dissolução cárstica; um estudo estatístico feito em 655 poços fornece um nível estático médio de 23,75 m e indica que, até profundidades da ordem dos 100 m, pode ser encontrada a zona fraturada contendo água. O aquífero Urucua geralmente apresenta fracas possibilidades hídricas servindo, entretanto, para alimentar o aquífero Bambuí sotoposto; suas condições hidrogeológicas são melhores nas zonas mais espessas de depressão do paleorrelevo. Entre os sedimentos cenozóicos destacam-se apenas as aluviões cujas águas são utilizadas para o abastecimento da população rural e de pequenos núcleos populacionais. Quanto à qualidade química, as águas são, em geral, boas para todos os usos; predominam as águas bicarbonatadas e carbonatadas com resíduo seco geralmente inferior 900 mg/l.

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final da folha nº 32 Salvador-SO. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il.

### R E S U M O

A folha nº 32 Salvador-SO, situa-se entre os meridianos 38° 50' e 42° 00' WGr. e entre os paralelos 14° 00' e 16° 00' S, compreendendo uma superfície de 72.250 km<sup>2</sup>. De acordo com a classificação de Köppen, ocorrem na área, os tipos climáticos Af, Am, Aw e Bsh, distribuídos em zonas com índices pluviométricos que decrescem do litoral para o interior. A maior altura de precipitação é observada em Ilhéus com mais de 2.000 mm/ano, e a menor em Poções com 490 mm/ano. Geologicamente a folha é coberta por sedimentos quaternários, terciários e jurássicos, numa faixa descontínua acompanhando o litoral, ocorrendo no quadrante sudeste uma pequena bacia sedimentar (2.290 km<sup>2</sup>) representada pelo Grupo Rio Pardo. Coberturas de trítico-lateríticas (14.840 km<sup>2</sup>) definem uma unidade geomorfológica que se destaca na folha: o Planalto de Conquista. O restante da área é ocupado pelo embasamento cristalino. Os trabalhos permitiram um levantamento de 279 pontos d'água e a realização de 72 análises químicas. Foram realizados 11 testes de bombeamento, sendo 3 pela CPRM e 8 pela CERB. Os maiores recursos hídricos subterrâneos disponíveis estão localizados na faixa sedimentar costeira, correspondendo às zonas de fácies mais arenosa e de maior espessura do Grupo Barreiras e, principalmente, aos espessos depósitos aluviais existentes nos deltas dos principais rios. Os poucos dados disponíveis, entretanto, não permitiram definir as condições de fluxo e alimentação, bem como as reservas hídricas dos terrenos sedimentares.

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeológico do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Belo Horizonte NE. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il.

## R E S U M O

Trata-se de mais um trabalho pertencente ao programa Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, referente a folha 33, Belo Horizonte NE, limitada pelos meridianos  $42^{\circ}$  e  $45^{\circ}$  de longitude oeste e pelos paralelos  $16^{\circ}$  e  $18^{\circ}$  de latitude sul, com uma superfície de  $72.000 \text{ km}^2$ . Contém as informações disponíveis sobre a geologia, hidrometeorologia, hidrologia de superfície e sócio-economia da região estudada. Para o estudo hidrogeológico foram inventariados 627 pontos d'água, utilizados dados de 21 ensaios de bombeamento e realizadas 102 análises químicas. Os sistemas Pré-Espinhaço, Super. Grupo Espinhaço, Grupo Macaúbas, Cretáceo e Coberturas do Terciário - Quaternário apresentam potencial explotável de fraco a muito fraco. Os poços dos gnaisses do sistema Pré-Espinhaço, apresentam capacidade específica de  $5,8 \cdot 10^{-5}$  a  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ , águas predominantemente bicarbonatadas com resíduo seco de 22 a 1.180 mg/l. A formação Urucuia e coberturas do Terciário - Quaternário oferecem condições aquíferas muito limitadas e de interesse puramente local. O sistema cárstico representado pela formação Paraopeba (grupo Bambuí) apresenta como um aquífero de potencial médio a fraco. Em 13 ensaios de bombeamento o valor médio de transmissividade foi de  $1,09 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ , e o coeficiente de armazenamento foi de  $2,3 \cdot 10^{-2}$ , para 4 poços. Predominam as águas bicarbonatadas cálcicas. Resíduo seco médio de 347 mg/l. O aquífero Três Marias apresenta potencial explotável elevado a médio. Consta predominantemente de arcóseo entre as

aluviões alimentadas pelos rios e o sistema cárstico subjacente. As aluviões dos rios São Francisco e dos baixos cursos dos rios das Velhas e Jequitai se comportam como aquíferos de potencial muito elevado a elevado.

- Anexos: - Catálogo de pontos d'água
- 21 fichas de sondagem
  - Croquis de situação, tabelas de dados e curvas de 18 testes de bombeamento.

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e sul da Bahia: relatório final folha Rio Doce - NO.  
Belo Horizonte, 1977. 3 v. il.

### R E S U M O

A folha nº 34 Rio Doce-NO, situa-se entre os paralelos 16° e 18° Sul e entre os meridianos 38°50' e 42°WGr., ocupando uma superfície continental de 69.480 km<sup>2</sup>. A área em estudo abrange, aproximadamente, 42.630 km<sup>2</sup> no Estado de Minas Gerais e 26.850 km<sup>2</sup> na Bahia. Os traços morfológicos principais são representados por: um pequeno planalto ao norte de Jequitinhonha na cota dos 1.100 m indicando a região mais elevada da folha; chapadas dispersas na região centro noroeste da área atingindo altitudes entre 700 m e 950 m; trechos de topografia bem acidentada, entre 300 m e 700 m de altitude, correspondendo aos divisores de águas Jequitinhonha-Mucuri-Jucuruçu-Buranhém. Os climas dominantes na folha são: Aw, clima de savanas tropicais quente e úmido com estação seca de outono-inverno, no qual 80% a 90% das chuvas caem de outubro a março; a sudeste da área, este clima passa a um tipo mais ameno o Cwa, tropical de altitude; a diferença entre os tipos Aw e Cwa reside, apenas, na diminuição da temperatura com o aumento da altitude; na faixa litorânea dominam os tipos Af e Am distribuídos paralelamente à costa e correspondendo ao clima de florestas tropicais, quentes e úmidas com temperaturas elevadas; o tipo Am apresenta um período chuvoso mais acentuado do que o Af, correspondendo a transição entre este tipo e o Aw. O regime pluviométrico é o mesmo em toda a folha, concentrando-se as precipitações no período de outubro a março e sendo dezembro o mês mais chuvoso; junho, julho e agosto são os meses mais secos. As médias mensais de temperaturas variam entre

22°C e 25°C para algumas estações consideradas representativas. Os valores médios de evapotranspiração potencial ETP = 1.347,9 mm/ano e real ETR = 952,7 mm/ano devem ser encarados com reservas porque se referem, apenas, a quatro estações. A rede hidrográfica é composta, principalmente, pelos cursos dos rios Jequitinhonha e Mucuri que banham os maiores núcleos populacionais da folha. A vegetação dominante na maior parte da folha é a floresta latifoliada tropical úmida da encosta, seguida da vegetação litorânea; a caatinga e o cerrado ocorrem em área restrita no quadrante noroeste da folha. A população da folha atinge a um total de 1.102.117 habitantes sendo, a densidade demográfica, da ordem de 16 hab/km<sup>2</sup>. Teófilo Otoni e Nanuque são as principais cidades. A pecuária constitui a atividade econômica mais importante da área, seguindo-se a atividade madeireira; o subsolo é rico em jazidas de minerais não ferrosos tais como mica, cristal de rocha, turmalina, águas marinhas, etc. Quanto à geologia, a área apresenta-se com mais de 70% da sua superfície ocupada por rochas cristalinas pré-cambrianas constituindo um complexo em que predominam gnaisses, metatexitos e xistos; sobre estas rochas cristalinas repousam os sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados do Grupo Barreiras que formam uma faixa litorânea contínua; os sedimentos cenozóicos, ainda correspondem às coberturas detríticas sob a forma de extensos chapadões horizontais e aos sedimentos flúvio-marinhos e fluviais que ocorrem, também, em grandes áreas. As rochas cristalinas são representadas por dois grandes grupos litológicos denominados de Associação Paraíba do Sul e Associação Barbacena, ambas correlacionadas a Associação Pré-Espinhaço; a primeira reúne uma sequência composta, em sua maior parte, por biotita-gnaisses e metatexitos de composição kinzigítica; a segunda compreende

metassedimentos e um complexo gnáissico-granítico; suas relações estratigráficas ainda não estão bem esclarecidas. O Grupo Barreiras ocorre na parte litorânea da folha formando uma faixa contínua de sedimentos inconsolidados e pouco consolidados que repousam discordantemente sobre o cristalino. As coberturas detríticas sob a forma de extensos chapadões são constituídas de material areno e/ou argiloso, quase sempre inconsolidados, com estratificação indistinta, mal selecionados e com baixo grau de maturidade. Os depósitos flúvio-marinhos e fluviais ocorrem, principalmente, na parte sudeste da folha. Do ponto de vista hidrogeológico, a área em estudo apresenta-se com fracas possibilidades, tendo em vista que mais de 70% da superfície da folha são ocupados por rochas cristalinas; estas, como acontece em outras áreas, contêm água subterrânea condicionada aos sistemas de fendas e fissuras resultantes do tectonismo que as afetou e, mostram, portanto, fracas possibilidades hidrogeológicas; o manto de intemperismo que recobre as rochas cristalinas atinge espessuras de 10 a 20 metros, e contém água subterrânea sob condições favoráveis de captação; em cidades como Pedra Azul, Nanuque e Machacalis, assim como na zona rural, o aquífero do manto de intemperismo é intensamente explorado por meio de poços amazonas. Os sedimentos flúvio-marinhos e fluviais constituem-se de depósitos arenosos e areno-argilosos situados nos vales dos rios principais e em uma faixa litorânea com 80 km por 10 km de largura; estes sedimentos, são considerados como de potencial hidrogeológico elevado a muito elevado, constituindo um aquífero freático localizado em área de elevados índices pluviométricos. As coberturas detríticas, constituídas principalmente de sedimentos argilo-arenosos, formam um sistema aquífero de fracas possibilidades hidrogeológicas, devido à baixa permeabilidade desses

materiais; estes sedimentos cenozóicos localizados na região noroeste da folha onde mantêm condições de aquífero livre, funcionam como uma grande superfície de captação da pluviometria, favorecendo a alimentação, lenta porém constante, do cristalino sotoposto. Entre as rochas sedimentares da folha, destacam-se as da Formação Caravelas como formadoras de um dos principais aquíferos da área; esta formação ocorre apenas em sub-superfície tendo sido encontrada em poços perfurados pela Petrobrás no litoral e pela CERB em outros pontos da área; a Formação Caravelas forma um sistema aquífero confinado, sendo constituída litologicamente por calcários, argilas margosas e arenitos calcíferos ou por arenitos grosseiros, às vezes, argilosos com intercalações de folhelhos; o trecho mais favorável para exploração deste aquífero situa-se entre Alcobaca e Nova Viçosa correspondendo à zona litorânea de ocorrência de calcários e arenitos calcíferos. O Grupo Barreiras, que é constituído, principalmente, por argilas arenosas, arenitos argilosos e areias conglomeráticas com intensas variações de fácies laterais e verticais, caracteriza-se como aquífero heterogêneo, de modestas possibilidades, servindo para o abastecimento de pequenas localidades e fazendas. Não ficou definido o comportamento hidroquímico da zona cristalina, face ao reduzido número de amostras d'água analisadas; a maior parte das águas são boas para o consumo humano e animal; os tipos predominantes são as águas cloretadas (40%) e bicarbonatadas (26%).

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Estudo Hidrológico da Bacia do Alto Paraguai: região do Pantanal Estado do Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1974. 4 v. il. (Rel. Téc. UNESCO/PNUDBRA - 66.521).

### R E S U M O

Nos limites entre a Bolívia, o Paraguai e o Brasil existe a zona do Pantanal, que consiste de uma imensa planície sujeita a enchentes, com 150.000 km<sup>2</sup> de área, numa bacia hidrográfica de 500.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente, adjacente às bacias dos rios Amazonas e Paraná. O rio Paraguai e seus tributários atravessam esta região numa altitude média que vai de 70 a 140 metros. Em alguns anos rios e lagoas fundem-se na estação chuvosa, formando um imenso lençol de água que flui lentamente em direção a Assunção (Paraguai) e ao Rio da Prata. Maior parte do Pantanal pertence ao Estado do Mato Grosso. No estudo realizado pelos técnicos da Unesco, constou da instalação de uma rede hidroclimatológica com duração de 4 anos. hidrológicos; importantes estudos do meio físico permitiram definir conhecimentos sobre o meio ambiente regional e a influência deste no regime hidrológico. Foi feita uma apreciação qualitativa e quantitativa dos elementos do regime hidrológico a partir das observações efetuadas e dados antigos coligidos. Foi calibrado um modelo matemático que pode fornecer previsões de cheias a partir dos dados fornecidos por uma rede telemétrica. A rede hidrográfica no Pantanal é muito anastomosada e complexa. Certos cursos d'água mantêm uma rede de drenagem convergente assegurando a coleta d'água das chuvas locais e dos excedentes do lençol aluvial. Nessa planície a declividade de leste

para oeste é de 0,5 a 0,3 m/km e de 3 a 1,5 m/km do norte para o sul. Um clima tropical reina na bacia do Alto Paraguai, onde as temperaturas médias anuais oscilam entre 20 e 28°C, a umidade relativa é de 60 a 80% e a evaporação anual de 2.200 mm. As chuvas se concentram de outubro a março, sendo janeiro o mês de mais alta pluviosidade. A média anual é de 900 a 1.100 mm, inferior a evapotranspiração potencial, que é de 2.200 mm. No Pantanal o lençol freático contribui fracamente (alguns %) para a descarga de base dos afluentes que o drenam. Nos anos chuvosos o lençol freático é alimentado diretamente pelas precipitações locais que se infiltram principalmente nas zonas dos cerrados, onde a faixa de infiltração parece variar de 20 a 40%. Apesar de fornecerem abundante água doce, calco-magnesiãna (mais de 100 m<sup>3</sup>/h), os calcários e dolomitos não têm influência direta importante no escoamento superficial. Os dados de análises de água, de confiança duvidosa, não respondeu a questões referentes a ocorrência e extensão dos aquíferos, de variações no nível d'água de subsolo ou de composição química.

BRASIL. SUDENE/ASMIC - Estudo geral de base do Vale do Jaguaribe. Recife, 1967. v. 4; v. 5; v. 7; v. 8.

### R E S U M O

Este trabalho é dividido em 4 partes, de conformidade com a distribuição das áreas para estudo das águas subterrâneas: Em basamento Cristalino; Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe. O cristalino ocupando uma área de  $57.000 \text{ km}^2$ , aproximadamente,  $3/4$  da superfície total da bacia hidrográfica do vale do Jaguaribe. Seus recursos em água subterrânea são extremamente pequenos: vazão específica média de  $0,01 \text{ l/s/m}$  e salinidade média de  $7.000 \text{ mg/l}$ . O Alto Jaguaribe compreende uma área de  $11.500 \text{ km}^2$ , dividida em Chapada do Araripé e Cariri. A chapada é constituída pelos arenitos da formação Feira Nova, com escoamento anual de  $30.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , sendo explorada anualmente  $20.10^6 \text{ m}^3$  através de fontes. Sua reserva acumulada é de  $2,5.10^9 \text{ m}^3$  e características hidrodinâmicas  $T = 2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $K = 3.10^{-5} \text{ m/s}$ . O Cariri constitui uma bacia sedimentar de relativa permeabilidade, com duas formações aquíferas: Mis são Velha e Mauriti. Desta não se tem dados hidrogeológicos. Aquela constitui o aquífero principal da região, dividido em superior e inferior. O aquífero superior, com uma reserva acumulada de  $0,6.10^9 \text{ m}^3$  apresenta uma vazão de escoamento de  $6,5.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e uma reserva explorável de  $3.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Suas características hidrodinâmicas são  $T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 1,6.10^{-5} \text{ m/s}$  e  $S = 8.10^{-3}$ . O aquífero inferior apresenta: reserva acumulada de  $1,05.10^9 \text{ m}^3$ , vazão de escoamento de  $4,5.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , reserva explorável de  $1,5.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . No médio Jaguaribe estão localizadas as bacias de Iguatu, Icó e Lima Campos com uma reserva acumulada total de  $45.10^6 \text{ m}^3$ , vazão de escoamento de

$0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e reserva explorável de  $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Água com resíduo seco inferior a 500 mg/l. Nestas bacias o melhor aquífero são as aluviões. O baixo Jaguaribe, com uma superfície de  $2.000 \text{ km}^2$ , compreende as áreas aluvionares e das dunas. As aluviões apresentam: reserva acumulada de  $0,15 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ , com escoamento de 20 a  $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , sendo explorável anualmente 10 a  $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , enquanto que, para as dunas os valores são  $0,30 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ,  $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e 0,3 a  $0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , respectivamente. A salinidade das águas é geralmente baixa, cerca de 500 mg/l, podendo apresentar algumas anomalias locais.

Anexos: - Fichas técnicas de ensaio de bombeamento.

- Catálogo de poços (de identificação, de observação e dos perfis geológicos).

BRASIL. SUDENE/CONESP - Estudos de reconhecimento e estudos hidrogeológicos para aproveitamento integrado Região Central da Bahia: estudos hidrogeológicos. Recife, 1976. v.1.

### R E S U M O

Os Estudos de Reconhecimentos, realizados inicialmente, tiveram por objetivo definir sub-áreas, passíveis de aproveitamento integrado das reservas de águas subterrâneas, tendo em vista as tendências e os condicionamentos gerados pela coexistência de outros recursos naturais e os aspectos sócio-econômicos de cada área. Os estudos foram realizados na parte centro-leste da Bacia Potiguar e Bacias Costeiras de Paraíba e Pernambuco - área A com 35.380 km<sup>2</sup> - e na Região Central da Bahia - área D com 70.000 km<sup>2</sup>. Nesta área foram selecionadas as seguintes sub-áreas: 1. Região Irecê-Iraquara; 2. Região de Morro do Chapéu-Duas Barras; 3. Região de Água Quente. Com relação a natureza do meio aquífero, as águas subterrâneas das subáreas selecionadas ocorrem segundo dois sistemas hidrogeológicos distintos: um cárstico e outro fissural. No sistema cárstico, a permeabilidade da rocha está intimamente relacionada aos fenômenos de dissolução que se desenvolvem preferencialmente através de juntas de estratificação, fraturas e outros alinhamentos estruturais. No sistema fissural, a capacidade de armazenamento e as condições de circulação de água dependem da presença de fraturas e diaclases, estando, portanto, associadas a fenômenos tectônicos. Na área em estudo, os metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina constituem o sistema hidrogeológico fissural, enquanto que os metacalcários do Grupo Bambuí constituem o sistema cárstico. O aquífero Bambuí abrange toda a subárea Irecê-Iraquara, com uma superfície -

cie aflorante de 8.170 km<sup>2</sup>, ocorrendo também ao norte da sub-  
-área Morro do Chapéu-Duas Barras com 1.230 km<sup>2</sup>. As caracterís-  
ticas hidrogeológicas gerais do carste Bambuí foram determi-  
nadas com base nas observações de campo, em foto-interpretat-  
ção e teste de aquífero, nos resultados das perfurações efe-  
tuadas, no levantamento geofísico, além dos estudos com radio-  
isótopos e análises químicas. O Grupo Chapada Diamantina, es-  
tá situado na base do Grupo Bambuí, sobrepondo-se ao embasa-  
mento cristalino; compreende o sistema hidrogeológico fissu-  
ral e ocorre em toda a região de Água Quente (325 km<sup>2</sup>), e em  
quase toda a região de Morro do Chapéu-Duas Barras (5.920  
km<sup>2</sup>). O Grupo Chapada Diamantina é formado de uma sequência  
de quartzitos e metapelitos de espessuras variáveis, correspon-  
dendo às formações Lençóis, Morro do Chapéu, Caboclo e Tomba-  
dor. A ocorrência e o movimento das águas subterrâneas nestas  
duas subáreas são bastante diferentes, estando condicionados  
pela geologia. Na região de Água Quente observa-se um intenso  
fraturamento e um forte dobramento das camadas; na região de  
Morro do Chapéu-Duas Barras e metamorfismo foi de mais baixo  
grau, sendo as dobras mais abertas e a tectônica de quebramen-  
to mais amena; nesta região, predominam solos arenosos de al-  
ta permeabilidade e boas condições de drenagem, sendo o rele-  
vo caracterizado pela presença de chapadões entalhados em va-  
les profundos. Na região de Água Quente, o nível piezométrico  
aflora através de fendas, em vários pontos, dando origem a  
inúmeras fontes, cujas águas são recentes; nesta região, a in-  
filtração é muito variável devido ao sistema orográfico ali  
existente. Nestas duas subáreas, o número de pontos d'água  
existentes é insuficiente para cartografar a profundidade da  
superfície das águas subterrâneas. Pelo mesmo motivo, não foi  
possível conhecer as condições de fluxo dos principais aquífe-  
ros do Grupo Chapada Diamantina.

BRASIL. SUDENE/GEOTECNICA - ACQUAPLAN - Projeto Itapecuru :  
extrato do relatório RS 46-PR-64/75. In : Projeto Itapecuru:  
recursos hídricos subterrâneos. Recife, 1976.

### R E S U M O

O estudo hidrogeológico realizado na Bacia do Itapecuru tornou possível o atingimento das seguintes conclusões, entre outras : 1. a evolução sedimentológica da bacia caracterizada pela deposição de seqüências arenosas e argilosas alternadas, propiciou a formação de aquíferos livres e confinados que podem ser distribuídos em três tipos de unidades hidrogeológicas: unidades profundas de extensão regional (aquíferos Serra Grande, Cabeças, Poti/Piauí e "aquitards" Pimenteiras, Longá e Pedra de Fogo); unidades aflorantes e de extensão regional (aquíferos Motuca/Pastos Bons, Corda/Sambaíba e Itapecuru e "aquitard" Codó); unidades aflorantes e de extensão restrita (aquíferos dos depósitos terciários e aluviais, e aquícludes das rochas pré-cambrianas e dos derrames basálticos); 2. os aquíferos profundos não exercem grandes influências no contexto hidrogeológico da bacia, sendo inviável a sua exploração, devido às grandes profundidades de captação e do elevado teor em sais dissolvidos resultante da quase ausência de percolação; 3. os aquíferos aflorantes são alimentados, principalmente, por infiltração direta das águas pluviais; os resultados do balanço hídrico preliminar mostram que, de uma pluviometria média anual sobre a bacia de  $79,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , um total de  $72,45 \times 10^6 \text{ m}^3$  (91,25%) é restituído à atmosfera por evapotranspiração,  $5,77 \times 10^6 \text{ m}^3$  (7,26%) se escoam em superfície e  $1,18 \times 10^6 \text{ m}^3$  (1,19%) se infiltram e contribuem para o escoamento de base dos rios; 4. as reservas ativas estimadas, preliminarmente, para as prin

principais unidades hidrogeológicas são, da ordem de,  $1.180 \times 10^6$  m<sup>3</sup> anuais; as reservas passivas são, da ordem de  $74.620 \times 10^6$  m<sup>3</sup>; 5. o aquífero Corda é o que responde melhor ao investimento para exploração de água subterrânea no âmbito da Bacia do Itapecuru; 6. as águas dos aquíferos rasos são, em geral, boas para todos os usos, com exceção das águas do aquífero Codó que apresentam elevados teores de sais dissolvidos e de dureza total, relacionados à presença de calcário e gipsita na formação; 7. o aquífero Corda contribui para tornar perene o rio Itapecuru a montante de Colinas, no período de recessão, nas sub-bacias do Alto Itapecuru e do Apercatas, as quais fornecem mais de 76% da vazão mínima no período de baixas águas.

BRASIL. SUDENE/Missão Geológica Alemã - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 28: Bahia-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1974, Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 28: Bahia-NO localiza-se entre as coordenadas 12° 00' a 14° 00'S e 39° 00' e 42° 00' WGr., cobrindo uma superfície de, cerca de, 72.000 km<sup>2</sup> na região centro-leste do Estado da Bahia; a área abrangida estende-se desde a zona litoral no leste, até as partes centrais da Chapada Diamantina, a oeste. Morfologicamente, destacam-se regiões escalonadas, de acordo com as cotas, e que correspondem a fases de aplainamento definidas por King: Chapada Diamantina (900 m a 1.100 m), região central norte e planalto de Maracás (650 m a 800 m), planície dos rios de Contas e Paraguaçu (250 m). O clima, segundo Koepen varia de tropical úmido a semi-árido; paralelamente à costa, desenvolvem-se os tipos A (Af, Am e Aw) com precipitações médias anuais acima de 750 mm; dentro das zonas úmidas tropicais estende-se, entre Ipirá ao norte e Contendas de Sin corá ao sul, uma zona semi-árida (BSwh) com precipitações médias anuais de 400 a 600 mm, que caem principalmente no verão. As temperaturas médias anuais na área situam-se entre 20°C e 25°C e a evaporação potencial média anual entre 1.500 e 2.000 mm, dependendo da zona climática. A drenagem superficial é comandada pelos rios Paraguaçu e Contas que nascem na Chapada Diamantina, e cujas bacias ocupam as regiões oeste e norte da folha; os rios são, em geral, temporários. Do ponto de vista de geologia distinguem-se na folha os seguintes grupos de rochas: 1 - Rochas metamórficas do Cráton do São Francisco (granulitos, migmatitos, granitos, orto e paragneisses, anfiboli

tos e metassedimentos) que ocorrem na região centro-leste da área, bem como na área do alto rio de Contas e rio Brumado.

2 - Sedimentos continentais até epicontinentais de idade pré cambriana e ligeiro grau de metamorfismo, que são encontrados na parte ocidental (Grupos Chapada Diamantina e Bambuí).

3 - Sedimentos mesozóicos (juro - cretássicos) se distribuem em estreita faixa, perto da costa, na parte sudeste da folha (são folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados do Grupo Brotas, e arenitos com granulação e coloração variada e intercalações de argilas e folhelhos da Formação Alagoas).

4 - Sedimentos pouco consolidados de idade cenozóica (são principalmente conglomerados e argilas que formam o Grupo Barreiras, os Coluviões e Eluviões, que ocorrem na região costeira e na parte ocidental da folha). Do ponto de vista hidrogeológico, os grupos de rochas descritos anteriormente, assumem diferentes aspectos de acordo com a litologia, grau metamórfico, modo de ocorrência, etc.; as rochas pré-cambrianas metamorfizadas, que ocupam a maior parte da folha (região centro-leste) apresentam-se com um sistema de fendas ou fissuras mais ou menos desenvolvido que permite um armazenamento restrito das águas subterrâneas; os poços aí perfurados têm profundidade entre 50 e 60 m, e vazões médias entre 10 e 700 l/h; as águas apresentam-se com alto conteúdo salino (entre 1.000 e 6.000 mg/l) nas áreas de planície; nas serras quartzíticas e encostas dos planaltos, encontra-se água de melhor qualidade porém em quantidades menores; melhores condições do ponto de vista de qualidade como de quantidade são encontradas na área situada desde o oeste do planalto de Maracás até a costa, devido a uma maior quantidade e regular distribuição das precipitações. No Grupo Chapada Diamantina os aquíferos mais importantes correspondem às formações areno-quartzíticas Tombador e Paraguaçu/

Morro do Chapéu isoladas pela Formação Caboclo; o forte diaclasamento que afetou estas formações criou condições favoráveis a um considerável armazenamento de águas subterrâneas; na área destas rochas os rios são perenes e garantem o abastecimento das populações, de modo que não houve necessidade de perfuração de poço tubular até agora. No Grupo Bambuí o aquífero é formado pelos calcários da Formação Una isoladas na base pela Formação Bebedouro composta principalmente de clásticos finos; a água se movimenta através de fendas, juntas de estratificação e zonas de falhas representadas pelas colinas e baixadas morfológicas; na área de Souto Soares - Iraquara onde a estrutura sinclinal dos calcários favorece um excelente armazenamento de água, as vazões obtidas em poços tubulares perfurados pela SUDENE, situam-se entre 6 e 52 m<sup>3</sup>/h para profundidades entre 18 e 100 m; a mineralização das águas vai de 500 a 1.500 mg/l podendo atingir a 3.500 mg/l. Nos sedimentos mesozóicos, os arenitos médios e finos da Formação Sergi constituem o aquífero mais importante. Os níveis arenosos e conglomeráticos da Formação Barreiras, fornecem vazões de 2 a 4 m<sup>3</sup>/h através de poços tubulares e amazonas, para o abastecimento de pequenas cidades e vilas na parte nordeste da folha.

BRASIL. SUDENE/Missão Geológica Alemã - Pesquisas hidrogeológicas, pedológicas e agro-econômicas para aproveitamento integrado da região Centro-Leste do Piauí. Parte II; estudos regionais: recursos naturais. Recife, 1976. v. 1.

#### R E S U M O

A área, objeto das pesquisas, com uma superfície de, cerca de, 40.000 km<sup>2</sup>, está situada entre as latitudes 06° e 08°S e longitudes 41° e 43°WGr. Além de um levantamento quantitativo e qualitativo dos recursos de água e solo, o objetivo principal dos trabalhos foi a escolha de áreas, posteriormente estudadas em detalhe, para fins agrícolas. As atividades realizadas compreenderam estudos sobre o aproveitamento de água subterrânea e água superficial a longo prazo, pesquisas sobre o potencial dos solos e sua aptidão ao uso agrícola, como também, estudos sócio-econômicos das áreas potenciais para um desenvolvimento agrícola. Dentro da área de pesquisa, foram selecionadas pela Missão 8 subáreas, com uma superfície total de 60.000 ha, destinadas a projetos de irrigação e "dry farming", sendo as principais fontes de água subterrânea os aquíferos Serra Grande e Cabeças.

BRASIL. SUDENE/PROSPEC - Levantamentos básicos integrados dos recursos naturais na Bacia do Rio Mearim-MA: estudos de águas subterrâneas monografia setorial. Rio de Janeiro, 1976  
2 v. il.

### R E S U M O

A bacia hidrográfica do rio Mearim localiza-se na região centro-norte do Estado do Maranhão estando compreendida pelas coordenadas geográficas  $44^{\circ}30'$  e  $46^{\circ}30'$  WGr. e  $02^{\circ}30'$  e  $07^{\circ}00'$  S, apresentando uma superfície de  $57.990 \text{ km}^2$ . Em conjunto, as formações Corda e Motuca foram consideradas em um único sistema aquífero que é o principal reservatório hídrico subterrâneo da bacia; destacam-se, ainda, embora com menores possibilidades hidrogeológicas, os aquíferos Itapecuru e Aluvionar; o "aquitard" Codó apresenta condições aquíferas locais; os basaltos funcionam como aquífuges ou barreiras impermeáveis. As características hidrodinâmicas foram calculadas com base em ensaios de bombeamento com e sem poços de observação. As formações Corda e Codó apresentam as transmissividades e permeabilidades mais elevadas, seguindo-se os aluviões e a Formação Itapecuru. De um modo geral, as transmissividades variam, em média, de  $8,99 \times 10^{-4}$  a  $1,48 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  e as permeabilidades variam de  $8,5 \times 10^{-5}$  a  $3,79 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ . Quanto à vazão específica, Corda apresenta o maior valor com  $4,43 \times 10^{-1} \text{ l/s/m}$ , seguindo-se, em ordem decrescente, as formações aluvionar com  $2,45 \times 10^{-1} \text{ l/s/m}$ , Codó com  $1,28 \times 10^{-1} \text{ l/s/m}$  e Itapecuru com  $1,27 \times 10^{-1} \text{ l/s/m}$ . O balanço hídrico, levando em conta uma precipitação média anual para toda a bacia de  $1.425 \text{ mm}$ , forneceu os seguintes resultados: 1) escoamento superficial =  $202,75 \text{ mm/ano}$  (14,22%); 2) infiltração =  $30,00 \text{ mm/ano}$  (2,10%); 3) evapo

transpiração = 1.192,78 mm/ano (83,67%). As reservas das águas subterrâneas apresentaram os seguintes valores: 1) escoamento natural =  $1.737,1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano; reservas permanentes =  $50.044,1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>; reservas exploráveis =  $294,99 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. As melhores possibilidades de captação dos recursos hídricos subterrâneos ocorrem nas partes rebaixadas dos vales principais e na planície aluvial do Baixo Mearim. Devido ao seu baixo grau de mineralização (R.S. inferior a 500 mg/l) as águas são, em geral, boas para todos os usos, salvo algumas restrições. Foi calculado o custo do m<sup>3</sup> da água para cada aquífero sendo, para Corda, estabelecido dois valores, um para poços de 60 m e outro para poços de 120 m de profundidade.

BRASIL. SUDENE/SERETE - Hidrogeologia da Bacia do Parnaíba.  
Relatório. Recife, 1975. 4 v. il.

### R E S U M O

A área estudada compreende a região abrangida pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba, onde o pacote sedimentar atinge uma espessura de 3.000 metros, sendo formado, predominantemente, de rochas paleozóicas (2.500 m) e mesozóicas (500 m), de acordo com os dados fornecidos pela Petrobrás. Nesta bacia, a alternância de leitos mais e menos permeáveis criou condições para a ocorrência de aquíferos livres e confinados que se sucedem das bordas em direção ao centro. De acordo com a sua distribuição geográfica, as unidades hidrogeológicas foram distinguidas em: 1) sistemas aquíferos de extensão regional - formações Serra Grande, Cabeças e Poti/Piauí, que são os principais sistemas da bacia; 2) sistemas aquíferos de extensão regional restrita, correspondendo às formações Motuca, Sambaíba, Corda e Itapecuru/Urucuia; 3) sistemas aquíferos de extensão local, representados pelas formações Barreiras e depósitos aluvionares e indiferenciados do Quaternário. As formações Pimenteiras, Longá, Pedra de Fogo e Pastos Bons, foram consideradas como "aquitards", em face de se apresentarem regionalmente como confinantes, embora possam, localmente, se comportar como aquíferos. O diabásio ocorre em diversos trechos da bacia funcionando, principalmente, como barreira impermeável ao fluxo subterrâneo. A principal alimentação dos aquíferos, provém da infiltração direta das águas da chuva, nas áreas de afloramento; as maiores taxas de infiltração foram registradas nos aquíferos Serra Grande e Cabeças com 3% e 2,9% respectivamente. Observa-se que, cerca de, 82% do es-

coamento natural, contribuem para o escoamento de base dos rios e, apenas, 18% entra em condições de confinamento. Na área sudoeste da bacia, o escoamento natural constitui, apenas, 10% da vazão dos rios, média do trimestre mais seco. Na área sul e sudeste, leste e nordeste da bacia, 65% do escoamento natural contribui para o escoamento de base dos rios e 35% entra em confinamento. As áreas onde o escoamento natural contribui mais para o escoamento de base dos rios situam-se no sudoeste e nordeste da bacia. As reservas permanentes totais da bacia foram calculadas em  $1,9 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , contribuindo para este total, principalmente, os aquíferos Serra Grande ( $1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ), Cabeças ( $0,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ) e Poti/Piauí ( $0,25 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ). O escoamento natural foi calculado em  $2.500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , sendo a contribuição do sistema Poti/Piauí, para este total, da ordem de  $1.000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ; outra grande parte ( $1.300 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) provém da contribuição dos aquíferos Serra Grande ( $600 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ), Cabeças ( $500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) e Pedra de Fogo ( $200 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ). A disponibilidade anual total da bacia é da ordem de  $4.500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , considerando a vazão de escoamento natural mais uma parte das reservas permanentes.

BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 24: Aracajú-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972, 284 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 26).

#### R E S U M O

A folha nº 24: Aracajú-SO situa-se na porção centro-nordeste da Bahia, cobrindo uma área de cerca de 72.000 km<sup>2</sup>, localizando-se entre os meridianos 39°00' e 42°00' oeste e entre os paralelos 10°00' e 12°00' de latitude sul. Morfologicamente, destaca-se na parte oeste da folha, o chapadão diamantino com dois ciclos de desnudação bem representados: um superior tangenciando a cota dos 1.000 m - o "post gondwana" - e outro, mais generalizado, segundo cotas de 600 m a 800 m - o "sul americano" - determinados por L. King (1954); na parte oriental da folha domina um pediplano esculpido em rochas cristalinas, com cotas máximas de 600 m e decaindo gradativamente de oeste para leste ("superfície velhas") com alguns testemunhos da superfície imediatamente superior, como as Serras de Itiúba, Santa Rosa, Tanquinho, etc. No centro da folha, está a Serra de Jacobina, constituída por uma estreita sucessão de cristas (quartzitos) e sulcos (xistos) com registros do aplanamento mais remoto (1.000 m) e de importância fundamental na climatologia regional. Nos pediplanos cristalinos e nas partes rebaixadas do chapadão diamantino domina o clima semi-árido quente (Bsh), com pluviometria média anual de 500 mm, com chuvas de verão, elevadas temperaturas médias anuais (28°C) e alta evapotranspiração; a vegetação característica desta faixa é a caatinga, que é exuberante

te densa e alta nos solos calcários. Na zona de encosta do chapadão diamantino e parte dos limites orientais da folha (mais próxima do litoral) desenvolve-se um clima subtropical, quente úmido (Aw) com chuvas bem distribuídas anualmente e acentuadas no inverno e verão (700 mm a 1.000 mm), onde as temperaturas médias são amenas (24°C); uma vegetação típica de matas (de encosta e litorânea respectivamente) reveste estas faixas, sendo importante do ponto de vista sócio-econômico. A parte central mais elevada da folha com a escarpa do Chapadão Diamantino e a Serra da Jacobina, comanda a hidrografia regional; para leste, drenando os pediplanos cristalinos nascem e correm os rios Itapicuru e Jacuipe; a oeste destas elevações e subparalelos a elas correm os rios Jacaré e Salitre singrando o pediplano calcário na direção do rio São Francisco. Uma análise tectônico-petrográfica da área permite identificar os seguintes elementos: a) Plataforma ou Cráton do São Francisco formada por rochas de alto grau de metamorfismo e estrutura complexa, do Pré-Cambriano mais antigo, subdivididas em diversos grupos (Caraíba, Cabrobó, Jacobina) associadas a magmatitos diversos (granitos, sienitos, diques); b) Faixa tecto-orogénica sergipana (Grupo Canudos); c) Coberturas metassedimentares dobradas do Pré-Cambriano Superior sobre a Plataforma (Grupos Chapada Diamantina e Bambuí); d) Coberturas sedimentares mesozóicas (Bacia do Tucano) e cenozóicas (calcários, sedimentos, elúvios, etc.) não dobradas. Na metade oriental da folha dominam as rochas cristalinas do Pré-Cambriano Inferior e Médio: gnaisses, anfibolitos, faixas quartzíticas, migmatitos e granitos diversos; o Pré-Cambriano Indiferenciado também aí se faz presente com as unidades litológicas intrusivas e ou circunscritas: são os anatexitos e granitos diversos. Na parte ociden

tal, recobrem este escudo as sequências clásticas do Grupo Chapada Diamantina subjacentes aos sedimentos clásticos e químicos do Grupo Bambuí, pouco dobradas e metamorfisadas, e datadas do Pré-Cambriano Superior. Coberturas sedimentares mesozóicas (Bacia do Tucano) e cenozóicas (elúvios, calcários, pedimentos, aluviões) ocorrem localmente, horizontal e ou sub-horizontalmente. A unidade hidrogeológica mais importante da folha é o Grupo Bambuí que é constituído, principalmente, de calcários e dolomitos sub-horizontais ou intensamente dobrados, juntificados e fraturados, condicionando a formação de uma zona de saturação extensiva em toda a sua área de ocorrência, com significativas características dimensionais e características hidrodinâmicas bastante variáveis refletindo a heterogeneidade do aquífero; a transmissividade varia mais frequentemente no intervalo  $T = 1$  a  $6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ; estudos hidrodinâmicos mais acurados fazem-se necessários para uma melhor precisão das características e potencialidades deste aquífero. Seguem-se os aquíferos Tombador e Morro do Chapéu separados pelo aquíclode Caboclo, dentro do Grupo Chapada Diamantina; estes aquíferos são conhecidos, apenas em linhas gerais, devido a sua pequena exploração. Dentro do embasamento cristalino do Pré-Cambriano, os metaclásticos dos Grupos "Jacobina Inferior" e "Jacobina Superior" destacam-se por apresentarem melhores condições hidrogeológicas. Quanto à qualidade, as águas do Grupo Bambuí são boas com pequenas restrições; o resíduo seco fica entre 500 e 1.000 mg/l e a dureza é, em geral, superior a  $20^\circ \text{ F}$  (águas muito duras). As águas do Grupo Chapada Diamantina apresentam um resíduo seco médio inferior a 700 mg/l podendo ser consumidas pela população humana e animal.

BRITO NEVES, Benjamin Bley de & ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste  
Folha nº 16: Paraíba-SO. Recife, SUDENE, Div. Doc., 1973.  
Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 16: Paraíba-SO está limitada pelas coordenadas de 6° e 8° de latitude S e 33° e 36° de longitude W.Gr., e compreende uma área de cerca 26.500 km<sup>2</sup> de terra firme, encravada na parte central do saliente oriental nordestino. Abrange parte dos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Essa região é drenada pelas bacias dos rios Trairi, Curimataú, Mamanguape, Paraíba, Gramame, Goiana e Capibaribe, além de bacias menores. A semi-aridez local é atenuada por um regime pluvial mais regular e intenso, o que influi no comportamento desses rios cujos vales são úmidos, pantanosos ou encharcados. Mais para o interior (a oeste do meridiano 35° 30'), os contrafortes do planalto da Borborema constituem as "Serras", com altitudes de 650 a 750 m, e que são restos de uma superfície de aplainamento pretérita, completamente degradada; estes testemunhos estão dispersos sobre conformações planas e mais rebaixadas do planalto regional (500 m) presente em todo centro-oeste da folha, e correspondendo à superfície de aplainamento Gravatá. Para o centro-leste estas formas caem bruscamente de nível, consubstanciando a chamada superfície pliocênica, marginal à costa brasileira, inclinada suavemente para leste, até o limite com a planície costeira. A pluviometria da área é muito alta, mas decresce para o interior, sofrendo variações de acordo com a maior ou menor continuidade dos anteparos morfológicos opostos aos seus fluxos. Igual-

mente o grau de umidade decresce do litoral para o interior. O clima, segundo Köppen, varia entre tropical quente e úmido com chuvas de outono, na faixa costeira; seco e semi-árido com chuvas de verão na faixa intermediária a tropical quente que domina quase toda a área. Ao longo da costa a vegetação é herbácea. Nos tabuleiros ocorrem resíduos de florestas nativas. O cerrado ocorre nos limites da Paraíba com Pernambuco, região de Umbuzeiro-PB e o restante é domínio da caatinga. A sócio-economia é variada, situando-se, o setor industrial, principalmente nas capitais, ao lado de atividades pré-existentes, como a agro-indústria açucareira na zona da mata litorânea e do agreste. Bastante desenvolvidas e diversificadas são também as atividades agrícolas e pecuárias. Do quadro geológico regional, constam: a) o embasamento cristalino Pré-Cambriano, dominante na porção central e ocidental da folha, ocupando cerca de 15.700 km<sup>2</sup> e onde se destacam: uma sequência mais antiga, migmatítica-granítica; uma sequência de gnaisses bandeados, anfibolitos, gnaisses metassomáticos, alguns escarnitos e calcários, como equivalente ao Grupo Caicó; uma sequência superior de paraectinitos, predominando grauvacas biotíticas, micaxistos, gnaisses, lentes de quartzitos (na base) e localmente calcário (no topo), semelhante às sequências do Grupo Seridó. Corpos graníticos e granitóides alongados ocorrem em alguns pontos da área; b) a Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba (cerca de 9.500 km<sup>2</sup>) com uma representação que vai do Cretáceo Superior ao Terciário Inferior, com as formações: Beberibe que repousa sobre o cristalino, com cerca de 200 m de arenitos conglomeráticos até finos argilosos ou ferruginosos; esta unidade varia para leste, lateral e verticalmente, para arenitos calcíferos (Formação Itamaracá, de Kegel, 1955); Gramame que consiste de um pacote pouco espesso (máximo 80 m),

sobretudo de calcários, muito embora se inicie com arenitos, até calcarenitos e daí gradativamente para os calcários; Maria Farinha que é uma sequência de calcários detríticos, um tanto dolomíticos e argilosos no topo, espessura local de 35m; Grupo Barreiras que, segundo os estudos mais atuais, consiste de três formações: Serra do Martins (seções pouco espessas de arenitos silicificados, sem importância hidrogeológica) que ocorre em três locais capeando as serras ou "plateaux"; Guara rapés, com espessura de até 70 m sendo constituída por uma alternância de areias, siltes e argilas variegadas, em camadas horizontais, formando os tabuleiros e falésias costeiras; Macaíba que é a unidade superior desse grupo, sendo constituída por areias, às vezes argilosas, com bastante caulim. As "Areias Brancas" que capeiam os tabuleiros, as aluviões e terraços aluviais, além dos depósitos de praias e os recifes calcários e areníticos, completam o quadro geológico da folha. O cristalino constitui uma província hidrogeológica onde as águas de origem pluvio fluvial se acumulam nas fraturas, nas aluviões e manto de intemperismo, constituindo aquíferos livres com nível piezométrico raso. São aquíferos de características muito fracas e com águas de elevada salinidade. Estudos de produção diária de poços sobre esses terrenos, indicaram ser viável o abastecimento de cidades onde a demanda não ultrapasse os 200 m<sup>3</sup>/dia, isto se a salinidade das águas o permitir. A faixa sedimentar, de um modo geral, apresenta-se constituída de dois sistemas aquíferos: a) um sistema livre, contido sobretudo no Grupo Barreiras e nos sedimentos inconsolidados cenozóicos e, mais restritamente, nos calcários Gramame e Maria Farinha e Formação Beberibe; b) um sistema confinado contido nos sedimentos da Formação Beberibe-Itamaracá, conforme se encontram sob o pacote sedimentar dos calcários e mar

gas das formações Gramame e Maria Farinha ou sob níveis confi-  
nantes argilosos da Formação Barreiras. O aquífero Beberibe-  
Itamaracá apresenta boa permeabilidade, quase que totalmente  
saturado, disposto numa região de pluviometria elevada, com  
excelentes condições de recarga e posição geológica favorável  
que lhe confere condições de surgência, quando distante das  
áreas de alimentação direta. Tem como exutório natural o ocea-  
no, taxa de infiltração de 15 a 30% da pluviometria média  
anual e características hidrodinâmicas:  $T = 1$  a  $2 \cdot 10^{-3}$   $m^2/s$ ;  
 $K = 2 \cdot 10^{-5}$   $m/s$ ;  $S = 2,4 \cdot 10^{-4}$ . Os dados de vazão específica mé-  
dia situam-se entre 2.000 e 5.000 l/h/m, havendo casos espe-  
ciais de 15.000 a 20.000 l/h/m. No Grupo Barreiras, a Forma-  
ção Guararapes, pelas suas boas condições de armazenamento e  
transmissão de água subterrânea, comporta-se como a segunda  
grande unidade aquífera da área sedimentar. Poços nesse grupo  
apresentam vazão específica entre 120 e 1.200 l/h/m, sendo  
que em 75% o Q/S é de 400 l/h/m para um rebaixamento médio de  
20 m. Segundo Logan (1964), tem-se que:  $T = 1,5 \cdot 10^{-4}$   $m^2/s$ ,  $K =$   
 $2,0 \cdot 10^{-6}$   $m/s$ , donde a vazão de escoamento natural anual, para  
um gradiente hidráulico de 0,5% (Bezerra et alii, 1970) e na  
frente de escoamento desta folha (cerca de 220 km) será:  $Q =$   
 $5,14 \cdot 10^6$   $m^3/ano$ . Valor este aproximativo mas que pode ser to-  
mado com segurança como a reserva explorável anualmente para  
o aquífero livre Barreiras que, com o Beberibe, firmam um sis-  
tema de potencial explorável elevado a muito elevado. A sali-  
nidade cresce do litoral (0-500 mg/l) para o interior, onde  
na área cristalina se observam valores muito elevados, acima  
de 12.000 mg/l. Nos paredões orientais da Borborema, estes va-  
lores voltam a decrescer, revelando uma estreita dependência  
da morfologia e da climatologia da área.

BRITO NEVES, B.B. de et alii - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 25: Aracajú-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1968. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A Folha nº 25: Aracajú-SE cobre uma área de 48.700 km<sup>2</sup> na porção sul-oriental do Nordeste brasileiro, incluindo porções dos Estados de Sergipe, Bahia e Alagoas. Domina a planície e a metade oriental da área um clima tropical, quente e úmido (As'), precipitação decrescente de leste para oeste de 1.400 a 800 mm/ano e temperatura média anual em torno de 25°C. Nessa faixa, além da vegetação costeira, dominam resíduos de matas tropicais. Na metade ocidental da folha, estabelece-se, com graduações, uma faixa climática semi-árida quente (Bsh), com chuvas de 800 a 600 mm/ano e temperatura média superior a 25°C. Nessa parte, a vegetação grada para o tipo caatinga com alguns cerrados nos altiplanos arenosos. Predominam ventos de SE e E. Morfologicamente destacam-se na folha: a leste a superfície quaternária costeira das praias, com largura inferior a 10 km e muito irregular, onde se erguem os cordões de dunas (10 a 30 m); mais afastado dessa planície, encontram-se os tabuleiros, do denominado pediplano pliocênico (pd<sub>1</sub>), cujas maiores cotas tangenciam os 300 m. Acima dessa superfície e mais para oeste, ocorrem os chapadões areníticos da Bacia do Tucano, com cotas em torno e acima de 500 m. O quadro hidrográfico é composto dos médios e baixos cursos de importantes rios nordestinos, como o São Francisco, o Vaza Barris e o Itapicuru, e incluindo completamente as bacias do Japarutuba, do Sergipe, do Real, afora tributários de bacias menores. Nas zo

nas litorânea e da mata predominam a agro-indústria e os grandes centros comerciais. Ainda nessa faixa, são grandes as perspectivas quanto ao extrativismo mineral, destacando-se petróleo, salgema e calcário. Na zona marginal do São Francisco, ao norte da folha, predominam a rizicultura e, mais para oeste, no "sertão do São Francisco", a pecuária secundada pela cultura do algodão. O quadro geológico compõe-se dos seguintes elementos tectônico-estratigráficos: 1) o substrato cristalino (gnaisses, anfibolitos, alguns granitos, granodiorito e dioritos intrusivos); 2) o geossinclinal de Sergipe, constituído pelos grupos Miaba e Vaza Barris do Pré-Cambriano Superior; 3) A Formação Estância, cobertura dobrada de plataforma, datada do eo-Paleozóico, formada por metapsamitos, ardósias, siltitos e calcários escuros na base; 4) as Bacias de Tucano Sul e Central (ao oeste), a Bacia de Sergipe - Alagoas (a leste), tipos "meio grabens", contendo representações nem sempre comuns desde o neo-Paleozóico até o Terciário; 5) o Grupo Barreiras e correlatos (taludes, clásticos indiferenciados, aluviões) que compõem as coberturas cenozóicas espalhadas pela folha. Do ponto de vista da ocorrência de água subterrânea, destacamos os seguintes sistemas geo-hidrológicos: 1) o substrato cristalino, incluindo todas as unidades anteriores ao eo-Paleozóico; 2) a Bacia de Sergipe, com as unidades Barreiras (aquífero livre), Serraria, Penedo, Riachuelo e Piaçabuçu (em geral confinados); 3) a Bacia do Tucano, destacando Marizal (aquífero livre) e Sergi, Ilhas e São Sebastião (em grande parte confinadas); demais sedimentos cenozóicos, de posição em áreas restritas capeando as unidades anteriores. No substrato cristalino os poços em gnaisses e quartzitos produzem vazões específicas em torno de 170 l/h/m, com

águas de resíduo seco entre 500 e 1.000 mg/l do tipo cloretadas em Na e Mg. Os xistos pretos de Vaza Barris produzem águas medíocres. Os calcários e calcofilitos deste grupo têm fornecido as mais altas vazões específicas (545 l/h/m) do conjunto, sendo, as águas, muito duras e com restrições para o consumo humano. Os petapsamitos da Formação Estância chegam a fornecer vazões específicas de 360 l/h/m, de águas cloretadas e bicarbonatadas de Na, Mg e Ca com resíduo seco entre 500 e 1.500 mg/l.

COUDERT, Pierre et alii - Reconhecimento hidrogeológico preliminar no Pantanal Matogrossense entre os rios Taquari e Negras. Porto Alegre, UFRS/IPH, 1973. 20 p. il.

### R E S U M O

A área estudada abrange uma superfície de 20.000 km<sup>2</sup> e correspondendo a 1/6 da planície quaternária do Pantanal Matogrossense. Foram executados trabalhos de inventário de poços, em número de 27 e nivelamento dos mesmos para o traçado do mapa piezométrico. A profundidade média dos poços é de 10 m; os poços manuais sempre inferiores a 5 m e os tubulares em geral com 20 m. Foram executados doze testes de bombeamento e os valores de T (transmissividade) variaram de 10<sup>-5</sup> a 7.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/seg, com predominância de 2.10<sup>-5</sup>; os valores de K (permeabilidade) variaram de 10<sup>-6</sup> a 10<sup>-2</sup> m/seg, sendo mais frequente 10<sup>-5</sup> m/seg. Trata-se de um aquífero de grande potencialidade que permitirá sua utilização para abastecimento de rebanho e para a irrigação de pastagens artificiais associadas. O nível freático do lençol aquífero é geralmente próximo da superfície. As variações da superfície piezométrica estão ligadas às variações da permeabilidade em superfície ou às alturas de chuvas. A relação entre os rios e o aquífero pode ser de alimentação ou de drenagem, dependendo do posicionamento da superfície d'água de ambos. O gradiente médio, da superfície piezométrica é em torno de 3.6.10<sup>-4</sup> e corresponde ao gradiente topográfico. O escoamento se faz segundo a direção geral SW. As vazões são sempre inferiores a 1 l/seg, porém os rebaiamentos são em torno de 1 metro. O resíduo seco é em torno de 200 mg/l.

Anexo: - tabelas e curvas de testes de bombeamento

- tabelas e curvas de análises granulométricas.
- 1 mapa de posicionamento
- 1 mapa piezométrico
- 1 mapa de salinidade
- 1 fotografia do modelo analógico em papel condutor.

CRUZ, Waldemir Barbosa da - Alguns aspectos de circulação e salinização de água subterrânea em rochas cristalinas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1967, 9 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 8).

#### R E S U M O

Neste trabalho, indicam-se algumas feições particulares relativas à circulação e descarga natural de água subterrânea, relações com água de superfície e aluvial, além de algumas características e problemas de salinização em terrenos cristalinos, reunidas dos estudos realizados pelo autor, em Paulistana, no sudeste do Estado do Piauí. A área em estudo, limitada pelas coordenadas  $07^{\circ}40'/08^{\circ}30'S$  e  $40^{\circ}40'/41^{\circ}30'WGr.$ , é constituída por um complexo de gnaisses, gnaisses-xistosos e granitos de idade pré-cambriana que formam o substrato da Bacia Sedimentar do Parnaíba, a oeste. Os estudos se detiveram, principalmente, na bacia do riacho Jacobina afluente da margem direita do rio Canindé que é o principal dreno superficial da área. Com um curso de 40 km sobre terrenos cristalinos, o Jacobina alcança a bacia sedimentar percorrendo mais 15 km sobre os arenitos Serra Grande, até se lançar no rio Canindé. O riacho apresenta regime intermitente, com escoamento superficial restrito a 3 ou 4 meses do ano, cessando poucos dias após as chuvas; o fluxo subterrâneo, nos trechos com aluvião, prolonga-se por 3 ou 4 meses após as chuvas, porém se extingue totalmente antes do início de outra estação chuvosa; o aluvião do riacho Jacobina que não ultrapassa 3 metros de espessura, apresenta-se arenoso e com grande quantidade de blocos de gnaisse; o vale tem, em média, uma largura de 10 metros. A evolução tectônica da região deu origem a um sistema de fra

turamento, inicialmente, longitudinal, seguido de um sistema angular. A drenagem da área parece controlada pelos sistemas de fraturamento. O controle lineativo dos sistemas de fraturas no desenvolvimento da drenagem da área, foi evidenciado, através de diagramas de deflexão. Na área em estudo, o autor definiu três tipos de reservatórios de fraturas e respectivas características quanto à circulação d'água, os quais, acredita, são válidos para o Nordeste do Brasil: 1) Fraturamentos incipientes, localizados, de pequena extensão; aquífero livre com poucas possibilidades de circulação; 2) Fraturamentos de grande extensão, intimamente conectados, com fendas de pequena profundidade; aquífero livre de "water table", e circulação comandada pela topografia; descarga natural restrita aos vales e mascarada pelos aluviões quando existentes; 3) Fraturamentos mais irregulares e profundos; fendas mais fechadas, menos permeáveis e de trama rarefeita; aquíferos confinados com circulação comandada pelas paredes das fraturas. Quanto à qualidade química, os resultados de mais de 400 análises de águas, procedentes de poços perfurados em rochas cristalinas do Nordeste, indicam um conteúdo salino relativamente alto destas águas, com um resíduo seco médio de 4.700 mg/l; os valores extremos de resíduo seco são 486 e 42.000 mg/l; são águas não termais com temperatura entre 28°C e 31°C, todas ligeiramente ácidas a ligeiramente básicas e procedentes de profundidades inferiores a 90 metros. Estas águas são caracterizadas pelo fraco teor em sulfatos e pela predominância dos ions  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{Cl}^-$ , este último dominando na grande maioria das amostras; há uma relação linear entre cloreto e resíduo seco indicando que, para concentrações acima de 1.500 mg/l o aumento da salinidade é proporcional ao aumento de cloretos. Por outro lado, em conjunto, as águas de rochas cristalinas do

Nordeste, mostram uma certa homogeneidade nos seus caracteres químicos, que sugerem forte influência de uma causa geral para toda a área, independente de influências litológicas. O autor conclui que o processo de salinização destas águas é essencialmente climático e que as influências climáticas são favorecidas pelas características físicas e espaciais dos reservatórios em fratura; o aumento de  $\text{Cl}^-$  nas águas é efetuado, principalmente, através de concentração progressiva por evaporação, estando estreitamente relacionado às condições em superfície. As observações realizadas indicam, ainda, um aumento de  $\text{Cl}^-$  e uma diminuição de  $\text{HCO}_3^-$  com a profundidade; o ânion  $\text{SO}_4^{--}$  não apresenta variação alguma e tem sua reduzida concentração nestas águas atribuída, principalmente, à menor solubilidade do  $\text{CaSO}_4$  em relação a  $\text{NaCl}$  e a não ocorrência de terrenos ricos em sulfatos. O ion  $\text{Cl}^-$ , dado à sua alta solubilidade, tem boas condições de enriquecimento em profundidade, devido aos vários ciclos de exposição em superfície, considerando-se as características espaciais dos reservatórios em fraturas e sua conexão com os aluviões, dentro das condições climáticas de semi-aridez reinantes na região.

CRUZ, Waldemir Barbosa da & MELO, F.A.F. de - Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. 128 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 19).

#### R E S U M O

O autor realiza um estudo da qualidade química das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil, compreendendo a distribuição e ocorrência dos principais grupos químicos, além de uma interpretação dos principais processos de salinização, com base nos resultados de, cerca de, 1.200 análises químicas de águas procedentes de poços e fontes. A área denominada Nordeste considerada, corresponde, geograficamente, à porção do território brasileiro integrada pelas regiões Nordeste, Meio-Norte, pequena parte da Região Norte e, ainda, uma faixa setentrional da Região Leste; abrange 10 estados brasileiros, sendo seus limites inscritos entre as coordenadas de  $01^{\circ}00'$  a  $07^{\circ}00'S$  e de  $34^{\circ}30'$  a  $49^{\circ}00'WGr.$ ; a superfície total é de  $1.606.000 \text{ km}^2$ , dos quais, a metade, caracterizada por condições semi-áridas, constitui o denominado "Polígono das Secas." A metodologia usada consistiu em: 1) Coleta de, cerca de, 1.200 amostras d'água sendo, 650 procedentes de áreas sedimentares e 550 de áreas cristalinas; a parte ocidental da Bacia do Parnaíba, compreendendo quase todo o Estado do Maranhão, e o oeste da Bahia são as áreas menos densamente amostradas. Por outro lado, não foi realizado um programa de amostragem periódica, para avaliar a evolução da composição química com o tempo. A maior parte das amostras provém de profundidades inferiores a 300 metros; nas áreas cristalinas a maioria é procedente de profundidades até 40 metros; nas áreas sedimentares

a maior parte dos poços tem profundidade inferior a 150 metros. Considera-se que os dados analisados são representativos do caráter químico das águas subterrâneas até uma profundidade máxima de 300 metros; 2) Análises químicas completas com determinação dos maiores constituintes das águas feitas na quase totalidade das amostras estudadas; 3) Apresentação dos resultados, através de mapas de variação de resíduo seco e de distribuição dos tipos químicos de água na escala de 1:5.000.000, além de gráficos de frequência dos tipos químicos e de curvas de frequência cumulativa de resíduo seco em diversas áreas. Em conclusão, o autor procura explicar as diferenças de salinidade entre as águas de rochas cristalinas e as de rochas sedimentares, bem como visualizar os principais fatores e processos que conduziram à evolução química das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. O principal fator que controla a salinização destas águas é de origem climática. As principais fontes de salinização das águas subterrâneas do Nordeste foram resumidas como se segue: 1) Em primeiro lugar observa-se uma influência da evaporação na salinização das águas. Quanto maior a aridez maior a predominância de água com alto teor salino. Verifica-se, assim, um zoneamento climático das águas subterrâneas, variando a concentração total de acordo com o zoneamento árido; o aumento da concentração é acompanhado de um aumento de Cl, Na e Mg; a razão  $r_{SO_4/Cl}$  é pequena,  $r_{Mg/Ca}$  tende a aumentar, enquanto que  $r_{Cl}$  é sempre maior do que  $r_{Na+K}$ ; 2) Este grande zoneamento que depende de uma causa geral que atua em toda a área - o clima - pode ser modificado localmente por influência da natureza das rochas. As águas bicarbonatadas de cálcio e magnésio da região central da Bahia e da área de Montes Claros em Minas Gerais, são exemplos desta sobre-imposição de fatores geológi-

cos ao macro-zoneamento climático. O caráter litológico, ou seja, a ocorrência dos calcários Bambuí é o responsável pela composição das águas. Outro exemplo típico destas influências locais da litologia desorganizando o zoneamento climático é o das águas sulfatadas de cálcio e magnésio que ocorrem associadas aos depósitos de gipsita e aparecem, apenas, em zonas restritas na Bacia do Parnaíba, na chapada do Araripe ou em Mosoró associada a terrenos cretáceos; 3) Nem sempre a ocorrência de uma determinada litologia comanda os processos de salinização e o fator climático, mais forte, pode sobrepor-se. Exemplo deste fato parece ser confirmado pela Bacia Potiguar: a grande área de exposição dos calcários cretáceos da Formação Jandaíra não conduz a uma composição bicarbonatada das águas, como seria lógico esperar; é que esta área sedimentar coincide com um prolongamento da faixa mais árida do Nordeste de modo que a predominância de águas cloretadas e bicarbonatadas - cloretadas nesta área aliada ao fato de serem estas águas as de maior concentração de resíduo seco das áreas sedimentares do Nordeste, parece comprovar a maior influência do zoneamento climático sobre o zoneamento geológico; 4) Condições de "water table" profundo ou de águas confinadas podem, também, sobrepor-se ao efeito climático. Isto é o que parece ocorrer, particularmente, em todas as áreas sedimentares, onde predominam águas com baixo grau de mineralização, e onde o resíduo seco é, geralmente, inferior a 500 mg/l. Exemplo típico de águas confinadas são as da Bacia do Parnaíba onde predominam águas bicarbonatadas ou mistas. Os arenitos cretáceos da Chapada do Araripe, que apresentam as melhores águas do Nordeste, com salinidade abaixo de 100 mg/l, são exemplo de condições de "water table" profundo e de quão pequenos são os tempos de contato e o comprimento da trajetória da água na rocha.

5) Outro fator importante que pode modificar o zoneamento climático é o devido às condições de circulação da água. Como exemplo principal, podemos citar as rochas cristalinas onde as águas mais profundas nas fraturas com circulação mais restrita, apresentam maior teor em cloretos e maior resíduo seco, enquanto as fraturas mais superficiais que sofrem influência das águas de aluvião, apresentam-se menos mineralizadas e de composição bicarbonatada ou cloretada-bicarbonatada. Como a circulação das águas nas fraturas parece ser comandada principalmente pela topografia, águas de zonas de relevo acentuado, áreas altas, podem apresentar-se com melhor qualidade do que as provenientes de zonas baixas, peneplanos, sujeitas a menor circulação e maior grau de estagnação. Nas áreas sedimentares, embora não existam dados suficientes para um completo conhecimento da evolução química com a profundidade, deve-se esperar um aumento nos teores de  $\text{rCl}$  e alto resíduo seco, em zonas mais profundas, como consequência principal da circulação mais reduzida, que propicia maior tempo de contato com a rocha e maior comprimento de percurso.

CRUZ, Waldemir B. da & FRANÇA, Hélio Paiva Macedo de - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 14: Jaguaribe-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 222 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 31).

### R E S U M O

A folha nº 14: Jaguaribe-SO é limitada pelas coordenadas de 6°00' a 8°00'S e de 39°00' a 42°00'WGr., com uma área de, cerca de, 72.000 km<sup>2</sup> e abrangendo partes dos Estados do Piauí, Ceará e Pernambuco. O clima varia de semi-árido a quente e úmido com chuvas de verão e verão-outono. A evaporação é muito intensa devido às altas temperaturas e à grande insolação. No trecho do Estado do Piauí a vegetação é do tipo "cerrado" enquanto que em Pernambuco e Ceará domina a "caatinga". Aproximadamente, metade da folha é ocupada por rochas cristalinas do Pré-Cambriano, apresentando-se sob a forma de um extenso pediplano com ondulações suaves e formas residuais de relevo. No restante da folha ocorrem rochas sedimentares das quatro bacias seguintes: bacia do Maranhão de idade Paleozóica e Cretácea; bacia do Araripe Paleozóica e Cretácea; bacia do Iguatu, Cretácea; bacia do Jucá, de idade atribuída ao Eo-Cambriano. As rochas cristalinas exibem metamorfismo variável, ocorrendo desde xistos verdes até anfibolitos; frequentemente encontram-se migmatizadas, transformadas em variedades de embrechitos, associados a corpos sincinemáticos intrusivos de biotita-granito ou hornblenda-granito. A bacia do Maranhão apresenta estrutura tectônica simples, com, cerca de, 3.000 m de sedimentos depositados em depressões topográficas do embasamento e com mergulhos suaves, para oeste.

As bacias do Iguatu e do Jucá são bacias de afundamento, com desenvolvimento diretamente relacionado às direções estruturais do cristalino, enquanto a bacia do Araripe mostra sua borda sul tectonicamente tranquila, ao contrário da borda norte que é afetada por falhas relacionadas ao lineamento Patos. Do ponto de vista hidrogeológico, destaca-se, em primeiro lugar, a bacia do Maranhão, face a sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água. Os sistemas aquíferos mais importantes, considerados na área da folha, são os correspondentes às formações Serra Grande, Pimenteiras e Cabeças. O aquífero Serra Grande é o principal sistema aquífero da bacia sendo formado de um pacote de arenitos e conglomerados que repousam sobre o embasamento cristalino que funciona como barreira impermeável em profundidade e na borda leste. O aquífero é do tipo livre na zona de afloramento, confinando-se para oeste em direção ao interior da bacia. O aquífero Pimenteiras, em escala regional, funciona como confinante do aquífero Serra Grande e como base aquífero superior Cabeças. Entretanto, devido a intercalações de níveis arenosos nos folhelhos e siltitos predominantes, oferece possibilidades aquíferas locais, mormente na borda leste da bacia onde ocorrem condições de artesianismo cuja pressão aumenta gradativamente em direção aos níveis mais inferiores. O aquífero Cabeças é o segundo sistema aquífero em importância na bacia. Sobrepõe-se à Formação Pimenteiras sendo confinado parcialmente pelos folhelhos da Formação Longá no extremo noroeste da folha. Os valores médios das características hidrodinâmicas dos aquíferos considerados, foram calculados com base em observações feitas em vários poços tubulares:

- aquífero Serra Grande :  $T = 2,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $S = 4,9 \times 10^{-4}$
- aquífero Pimenteiras :  $T = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

- aquífero Cabeças:  $T = 1,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 9,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ,  
 $S = 5,9 \times 10^{-4}$ .

As reservas exploráveis, no âmbito da folha, foram consideradas como a vazão de escoamento natural, o que dá um total de  $Q = 107,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , além de uma parte das reservas permanentes com um volume total de  $V_t = 3.690 \times 10^6 \text{ m}^3$  para os três aquíferos. As águas são de baixo grau de salinidade, com um resíduo seco médio da ordem de 320 mg/l, e são boas para todos os usos, salvo ligeiras restrições. Na bacia do Araripe os arenitos das formações Feira Nova, Missão Velha e Mauriti constituem os principais aquíferos. A Formação Feira Nova do Cretáceo consta dos arenitos mais superiores da sequência e forma o grande platô da Chapada do Araripe com altitudes entre 800 m e 900 m. O aquífero é do tipo livre e não apresenta boas condições para exploração através de poços tubulares sobre a chapada porque aí os níveis d'água são muito profundos, chegando a mais de 100 m, em alguns pontos, e as vazões obtidas são, em geral, fracas. As águas deste aquífero são exploradas através das fontes naturais que aparecem na borda norte da chapada no contato com os folhelhos e margas da Formação Santana sotoposta. O número de pontos foi estimado em 120 e a descarga foi estabelecida em 900 l/s. O aquífero Missão Velha é subdividido em dois por intercalação de um horizonte, às vezes descontínuo, de margas. Tanto a parte inferior como a superior do aquífero Missão Velha apresenta boas condições de exploração em grandes áreas do Cariri. O aquífero serve ao abastecimento industrial e doméstico em vista da boa qualidade das águas e pequenas profundidades de captação. Os valores médios das características hidrodinâmicas calculados em vários poços na área de Juazeiro do Norte são os seguintes:

- aquífero Missão Velha superior :

$$T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}, \quad K = 1,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}, \quad S = 8 \times 10^{-3}.$$

- aquífero Missão Velha inferior :

$$T = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}, \quad K = 1,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}, \quad S = 8 \times 10^{-4}.$$

Na bacia do Iguatu consideram-se dois sistemas aquíferos principais que são representados pelos aluviões e pelas sequências areníticas da Formação Iguatu. Mas estes aquíferos são ainda pouco conhecidos, estimando-se que possam ser aproveitados para abastecimento doméstico em pequenas comunidades.

CRUZ, Waldemir Barbosa da & PEIXOTO, Carlos - Recursos de água subterrânea da área de Floriano, Oeiras-Piauí: estudo hidrogeológico para o "Projeto de Irrigação Lameiro". Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972. 142 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 36).

### R E S U M O

A área estudada localiza-se no centro-leste do Estado do Piauí, na região do Baixo Parnaíba, no triângulo formado pelas cidades de Floriano, Oeiras e Regeneração. O objetivo do estudo foi o de determinar a possibilidade de satisfazer total ou parcialmente, a demanda d'água para irrigar, cerca de, 30.000 ha de terras, ou seja, um volume anual de  $240 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água. A metodologia empregada compreendeu as seguintes fases: 1) mapeamento geológico na escala de 1:100.000; como a área já dispunha de mapa geológico realizado pela Petrobrás, esta fase restringiu-se à execução de perfis geológicos, para uma melhor definição da litologia das formações; 2) inventário hidrogeológico, compreendendo o levantamento da rede de pontos d'água com um total de 99 pontos; 3) perfuração de poços estratigráficos e de observação, etapa que compreendeu a perfuração de 8 poços com o fim de determinar as características litológicas, dimensionais e hidrodinâmicas, através de testes de aquíferos; 4) levantamento geofísico por eletro-resistividade, que permitiu conhecer a profundidade do topo da Formação Cabeças e definir as zonas de melhor transmissibilidade da Formação Poti. O autor conclui que os principais sistemas aquíferos da área são representados pelas formações Cabeças e Poti. O aquífero Cabeças, do Devoniano Médio, é composto predominantemente de arenito com intercalações de siltitos, e fo

lhelhos, sendo sua espessura média de 350 metros. O aquífero Poti, do Mississipiano é constituído de arenito fino com intercalações de siltitos e folhelhos, atingindo uma espessura máxima de 350 metros. A demanda d'água requerida pelo projeto não pode ser atendida, exclusivamente às custas das reservas subterrâneas, porque isto implicaria em uma grande concentração de poços tubulares, cujo regime de funcionamento provocaria excessivos rebaixamentos dos níveis d'água nos aquíferos. Os resultados indicaram que um programa de irrigação é, entretanto, viável para pequenas áreas isoladas de 1.000 a 2.000 ha. Para áreas maiores a água subterrânea pode ser usada, apenas, para complementar outras fontes disponíveis de água.

FERREIRA, Justo Camejo - Hidrogeologia das bacias sedimentares de Tucano e Jatobá. Boletim Tec. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 8 (1): 57-75, jan./mar. 1965.

#### R E S U M O

O autor, com base nas informações técnicas fornecidas pelos poços perfurados pela Petrobrás para abastecimento d'água de seus acampamentos, tece algumas considerações de caráter geral sobre a hidrogeologia das bacias mencionadas. A bacia do Tucano, com uma área de 40.000 km<sup>2</sup>, situada no nordeste oriental da Bahia, é formada de sedimentos terciários, cretáceos predominantes e paleozóicos; a sua estrutura é do tipo "meio graben", sendo limitada a leste e oeste por grandes falhamentos ocorridos durante o Cretáceo. A bacia de Jatobá, com uma área de 6.200 km<sup>2</sup>, situada na parte sul do Estado de Pernambuco, constitui um prolongamento para o norte da bacia do Tucano, da qual é separada pelo rio São Francisco. As duas bacias acham-se incluídas no Polígono das Secas, estando, pois, sujeitas a um clima semi-árido e vegetação xerófila dominantes. Do ponto de vista de água subterrânea, o autor indica que, nas duas bacias, existem boas possibilidades tanto no aquífero livre como em aquíferos confinados; entre estes, destacam-se os aquíferos correspondentes às formações Ilhas e São Sebastião que podem apresentar condições de surgência em alguns trechos da bacia de Tucano.

GOIÁS SANEAGO - Estudo de viabilidade global: minuta do relatório final. Goiânia, 1973. v. 2.

### R E S U M O

O estudo teve por objetivo caracterizar os recursos hídricos do Estado de Goiás e fornecer, ao mesmo tempo, os elementos de base relativos aos mananciais, tendo em vista a implantação do PLANASA. A caracterização, elaborada através de compilação bibliográfica, envolve uma descrição sumária dos fatores climáticos, bem como uma análise das condições geo-hidrológicas dominantes. De um modo geral, o estudo foi dificultado pelo reduzido acervo de informações sobre as águas de superfície e subterrâneas. Sobre a rede hidrográfica dispõe-se de umas poucas medições de descarga relativas aos rios Tocantins e Parnaíba, nada existindo sobre os pequenos e médios cursos d'água, cujo regime pode ser deduzido do conhecimento das condições climáticas. Quanto às águas subterrâneas, conta-se com maior número de informações, graças à documentação (sobretudo geológica) disponível, destacando-se os estudos hidrogeológicos sumários da Petrobrás no norte do Estado, e do DNPM em algumas cidades; o acervo de dados de poços tubulares é muito reduzido, no momento. Foi estabelecida uma subdivisão do Estado em Províncias Hidrogeológicas, com base, principalmente, em características geológicas. Em cada província, tentou-se avaliar a capacidade de produção esperada por poço, o que foi muito dificultado pela falta de informações. Assim, em muitos casos, as estimativas foram feitas de acordo com as potencialidades dos aquíferos deduzidas das características litológicas e estruturais das formações. Quanto à qualidade das águas subterrâneas, de um modo geral, não existem restrições, mesmo na área do embasamento cristalino.

HAUSMAN, Abrão - Aspectos hidrogeológicos dos aquíferos fissu-  
rados no sul da Bacia do Paraná. Água Subterrânea, 1 (4) :  
44 - 60, jan. 1974.

#### R E S U M O

Refere-se a porção meridional da Bacia do Paraná, situada en-  
tre os paralelos  $27^{\circ}$  e  $35^{\circ}$  de latitude sul e os meridianos  
 $50^{\circ}$  e  $58^{\circ}$  de longitude oeste. Seu relevo é bem definido, com  
uma depressão periférica, constituída de rochas sedimentares,  
entre duas zonas de elevações formadas pelo basalto e pelo es-  
cudo cristalino. É dividido em: a) basalto meridional com al-  
titude variando de 1.200 m, na parte oriental, até 200 m no  
Uruguai; b) borda do Planalto, situada entre Porto Alegre e  
Candelaria, constitui uma área de erosão regressiva com inter-  
flúvios festonados e estreitos; c) cuesta basáltica, isolada  
do planalto por uma linha de escarpa voltada para oeste, es-  
truturalmente definidas pelos basalto, estendendo pela porção  
SW do Rio Grande do Sul e NW do Uruguai; d) depressão perifé-  
rica formada por coxilhas suaves, levemente onduladas e de to-  
pos semi-tabulares, com altitudes variando de 4 a 200 m, en-  
caixada entre o basalto e o escudo cristalino; e) maciço cris-  
talino, com altitude oscilando entre 100 e 500 m se apresenta  
com morros de topos semi-arredondados, sobressaindo-se cris-  
tas alongadas correspondentes a diques. O clima é mesotermal  
com chuvas distribuídas por todo o ano. A temperatura decres-  
ce de verão para o inverno; de norte para sul ( $10^{\circ}$  a  $16,5^{\circ}$  C )  
e com o aumento da altitude. No planalto gaúcho a temperatura  
média anual é de  $14^{\circ}$  C, no leste, e de  $21^{\circ}$  C no oeste. A preci-  
pitação sofre declínio de norte para sul e de este para oes-  
te, sob influência da latitude e da altitude. De norte para

sul a variação da precipitação é mais marcante, reduzindo de 1.800 mm para 1.000 mm. A evapotranspiração potencial anual é em torno de 700 mm, com um superavit de precipitação capaz de permitir excedentes para a infiltração. Duas unidades geológicas bem distintas, recobre a área em estudo: as rochas cristalinas e cristalofilianas do escudo Uruguai-Riograndense e as rochas sedimentares e efusivas cretácicas da Bacia do Paraná. Esta forma um sinclinal simétrico intracratônico, com um pacote de sedimentos que pode atingir até 2.000 metros de espessura e recoberto por um derrame basáltico. A coluna geológica vai desde o Pré-Cambriano, passando diretamente para o Devoniano, Permo-Carbonífero e Mesozóico. O Pré-Cambriano é formado por rochas cristalinas, eruptivas e metamórficas, bem como metassedimentos com vários graus de metamorfismo, injetados por diques de diabásio, riolitos, andesito e corpos de batólitos graníticos. O Devoniano é constituído de sedimentos arenosos finos, passando a grosseiro, na base, repousando diretamente sobre o Pré-Cambriano. O Permo-Carbonífero é constituído por camadas de sedimentos arenosos e argilosos que se alternam, com ocorrências de carvão em algumas áreas. Sua base é constituída pelos sedimentos tidos como glaciais da Formação Itararé. O grupo Passa Dois, do Permiano, é constituído de folhelhos escuros, às vezes piro-betuminosos, arenitos e folhelhos. Pertencente ao Triássico e Jurássicos consta um pacote com espessura da ordem de 1.200 metros, que diminui para a borda sul da bacia, constituído de sedimentos arenosos finos, argilas e arenitos eólicos. Estes se destacam em importância para hidrogeologia por constituírem o melhor aquífero da região sob a denominação de arenito Botucatu. Sua espessura varia de 50 a 300 metros. Ao Cretáceo inferior pertencem os derrames basálticos com espessura total máxima de 1.200 me

tros, no Rio Grande do Sul, que repousam sobre os arenitos da Formação Botucatu ou diretamente sobre as rochas do escudo cristalino, ao sul do Rio Negro, no Uruguai. Sedimentos de origem continental, fluvial ou eólica, apresentando uma litologia que varia de areias finas a siltitos, argilas e horizontes conglomeráticos, repousam sobre o basalto e pertencem ao Cretáceo Superior. Ocorrem somente no Uruguai. O sucesso da captação d'água subterrânea no basalto depende da locação precisa do poço em relação as suas características litológicas e tectônica. Em geral as juntas verticais é que permitem circulação mais franca d'água no basalto. Os elementos positivos para captação de maior volume d'água no basalto são: a) grande extensão das juntas; b) alta densidade ou frequência das diaclases; c) intersecção de juntas de alta frequência por outras de grande extensão; d) as juntas de alívio de tensão tectônica constituem as melhores linhas de circulação, podendo produzir níveis de contribuição excepcionais; e) as linhas de brecha tectônica não mineralizadas representam zonas de grandes possibilidades hidrogeológicas. De uma maneira geral o rendimento de poços no basalto pode ser distribuído de conformidade com o comportamento da rocha: nos basaltos injetados, onde as fendas estão fechadas por mineralizações a média de vazão por poço é de  $2 \text{ m}^3/\text{h}$ , havendo percentual de até 60% de poços secos; nos basaltos pouco fraturados as vazões média por poço é de 2 a  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ ; nos basaltos moderadamente fraturado é de 6 a  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  e nos basaltos altamente fraturados os rendimentos mais frequentes estão entre 10 e  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , podendo atingir até  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ . Todavia com o tempo verifica-se redução na vazão do poço. Foram determinados valores de transmissibilidade para o basalto, através do método de recuperação, de  $10^{-2} \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  a  $2.10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Para, poços com vazões inferior-

res a  $4 \text{ m}^3/\text{h}$  o raio de influência é inferior a 100 m e inferior a 150 m para aqueles com vazões de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ . Porém, para poços com vazões superiores a  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  faz-se necessário um afastamento de 250 a 350 metros. Nas áreas do cristalino, além da estrutura a litologia tem papel muito importante no rendimento dos poços. Os granitos, por exemplo, apresentam grandes áreas negativas ou de baixo rendimento, verificando-se o contrário nas rochas laminadas que permite uma circulação mais difusa. A circulação se verifica até aos 60 metros de profundidade e o rendimento dos poços estão nas seguintes proporções, na área em estudo: 68% dos poços perfurados oferecem vazões inferiores a 2.000 l/h; 13% apresentam rendimento de 2.000 a 6.000 l/h; 16% com rendimento entre 6.000 e 14.000 l/h e 3% com mais de 14.000 l/h. Através do método de recuperação foram determinados valores entre  $1 \cdot 10^{-3}$  e  $2 \cdot 1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  para a transmissibilidade no cristalino. Inclui: 1) 1 mapa de isópacas da Formação Serra Geral; 2) 1 mapa tectônico esquemático; 3) 1 gráfico das frequências dos níveis de contribuição em função da profundidade.

HAUSMAN, Abrão - Comportamento do freático nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul. Boletim Paranaense de Geografia, 18/20; -177- 213, 1966.

### R E S U M O

No Rio Grande do Sul o basalto apresenta-se como uma unidade morfológica bastante acentuada e de fácil identificação, constituindo uma porção elevada em forma de planalto com escarpas estruturais e erosionais, formando um semi-circulo com abertura voltada para o E e S. Este circunda uma depressão erosional formada por rochas sedimentares, que vão desde o Paleozóico até o Triássico e repousam sobre o embasamento cristalino. Os processos erosivos e tectônicos deram origem a três aspectos morfológicamente distintos: o Planalto, a Borda do Planalto e a Cuesta. O planalto forma uma superfície inclinada para W e ocupa toda a porção N do Estado, cobrindo uma área de 140.000 km<sup>2</sup>, que corresponde, aproximadamente, a 50% de sua área total. Sua altitude varia de 1.200 m, na porção oriental, caindo para menos de 100 m no extremo NW às margens do rio Uruguai. A Borda do Planalto é formada pela superfície inclinada que serve de limite, e mesmo de elemento caracterizador do Planalto, em cuja face vão aflorar os contatos entre o basalto e o arenito subjacente. Corresponde a área de escarpas com formas de relevo abruptas e de vales encaixados. A Cuesta corresponde a porção extrema meridional ocidental do derrame basáltico, que foi seccionada pelo rio Ibicui, criando uma escarpa estrutural voltada para E e o reverso para W, dando-lhe individualidade morfológica em forma de monoclinal constituído do pacote sedimentar coberto pelo derrame de basalto. Os basaltos que constituem as efusivas da Serra Geral, apresen

tam-se como uma sucessão de derrames sobrepostos, cujo número pode variar com a posição geográfica ocupada. Sua espessura máxima encontrada no Rio Grande do Sul, foi de 1.200 m, nas proximidades do litoral, diminuindo para o W, até a altura de Jaguari, para daí iniciar um espessamento que se acentua depois de Alegrete. De maneira geral os basaltos não constitui bom aquífero. As vazões obtidas geralmente são inferiores a  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , condicionadas aos fenômenos tectônicos que atingiram os derrames; quando o tectonismo não vem acompanhado de mineralização secundária, tornam as zonas de juntas excelentes para água, com ampla circulação entre elas. Longe das áreas onde existe núcleo de injeção secundária as juntas geralmente não sofrem fechamento, oferecendo boas condições a perfuração de poço captando grandes vazões. Nas áreas de injeção de diques de diabásio a circulação de água é fraca ou nenhuma. Mais de 60% da população do Estado habita em áreas de afloramento do basalto, já que sua decomposição origina excelente solo agrícola. A maioria dos centros urbanos aí instalados tem população inferior a 5.000 habitantes, não permitindo a exploração econômica de águas superficiais, utilizam a água subterrânea através de poços ou fontes. Estas, em geral, oferecem vazões inferiores a  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  que decaem até 50% no período de mais baixa pluviosidade. Esta varia em função da altitude e de acordo com a frente polar. O material de alteração do basalto é, predominantemente argiloso, ocorrendo por vezes, algum material arenoso, onde são escavados os poços cacimbões. São frequentes os poços com água sob pressão, muitos deles jorrantes. Tal fenômeno se deve a alimentação da fissuras na parte superior do planalto descendo por gravidade para a parte inferior dos talwegues onde exercem pressão hidrostática. Suas águas,

de um modo geral, são aptas para o uso humano sem tratamento. Em poucos casos são encontrados teores de ferro além do normal, dureza muito alta e o pH não ultrapassa os extremos de 6 e de 9,5.

KREYSING, Klaus et alii - Salinização das águas subterrâneas no Centro do Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro: estudos hidrogeológicos no Oeste de Pernambuco e Norte da Bahia. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. v. 1, il.

#### R E S U M O

A área estudada, cerca de 35.000 km<sup>2</sup>, situa-se no oeste do Estado de Pernambuco e norte da Bahia; os autores distinguiram quatro províncias de águas subterrâneas de acordo com suas características litológicas e topográficas: 1) província cristalina no Médio São Francisco; 2) província da parte setentrional da bacia do Salitre-calcários cristalinos; 3) província da Serra de São Francisco - quartzitos e xistos; 4) província da Chapada Central cretácea - tabuleiro sedimentar da Serra do Ignácio. A província cristalina do Médio São Francisco ocupa, cerca de, 90% da área estudada, apresentando água subterrânea de boa qualidade porém, em quantidade reduzida, em delgadas camadas porosas que cobrem o embasamento cristalino, em alguns trechos; no próprio embasamento ocorrem as águas mais profundas, na maior parte, bastante salgadas; as águas de boa qualidade, aí existentes, são encontradas nos trechos, topograficamente, mais elevados: as cristas de quartzito, os calcários cristalinos e os "inselberg" de migmatito são os principais aquíferos; foi comprovado, através de um programa de perfuração, que o aproveitamento destas águas é possível, porém de modo limitado, devido à pequena capacidade dos reservatórios. As demais províncias também apresentam boas possibilidades, do ponto de vista hidrogeológico, destacando-se o quartzito Tombador, na província da Serra de São Francisco, cujas águas são de excelente qualidade.

LEAL, Antônio de Souza - Considerações sobre circulação de água em rochas cristalinas e salinização em região árida-área piloto de Juazeiro-Curaçá-BA. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1969. 28 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 24).

#### R E S U M O

A região de Juazeiro-Curaçá, objeto do presente estudo, situa-se na margem direita do baixo - médio São Francisco, sendo limitada pelas coordenadas de  $09^{\circ}00'$  a  $09^{\circ}47'S$  e de  $39^{\circ}25'$  a  $40^{\circ}30'WGr$ . Morfologicamente, é constituída por um extenso pediplano com cotas variando de 340 a 450 metros, e está sujeita a um clima Bsh, semi-árido, quente com chuvas raras concentradas em um pequeno período do ano (novembro a abril). A pluviometria média anual, muito baixa, é de 382 mm em Juazeiro, 431 mm em Curaçá e 272 mm em Patamuté. Em superfície, pode-se observar uma capa formada de cascalho (raña) e/ou areia com espessura máxima de 4 metros, onde medra a vegetação dominante - a caatinga. Os riachos principais (Poço Comprido, Vargem e Curaçá) são largos e apresentam leitos com aluviões sempre pouco espessos constituídos de areia limosa estratificada; os riachos menores refletem a estrutura do substrato cristalino. Geologicamente, a área Juazeiro-Curaçá é constituída pelo embasamento metamórfico do Pré-Cambriano submetido ou não a prócessos de migmatização; a metade oeste bem como o extremo SE são constituídos por gnaisses de elevado grau de migmatização. Nos núcleos de migmatização encontram-se migmatitos homogêneos de aspecto granitóide e xistosidade apagada e/ou agmatitos com corpos de granito rosa em enxames no bojo da rocha. Estas rochas são cortadas por diques básicos (anfíbolito, gabro, etc.) e aplíticos, e pertencem ao Grupo Caraíba de

O. Barbosa. Cerca de, um terço da parte oeste da área é constituído por biotita-xisto, granitos-gnaisses, metarcóseos e metagrauvacas com níveis quartzíticos; estas rochas pertencem ao Grupo Jacobina Inferior e são parcialmente recobertas por calcários recentes. O Grupo Macurué B, de O. Barbosa, corresponde a uma sequência de para-ectnitos de baixo grau, representados por sericita-clorita-xisto, biotita-xisto, xisto a duas micas, paragnaisses, quartzitos e calcários, ocorrendo a nordeste e noroeste da área. O Grupo Bambuí ocorre na parte leste e o calcário Caatinga a oeste; o Grupo Canudos (filitos e calcários) é de ocorrência restrita na parte leste da área. Nos leitos dos riachos, são encontrados aluviões areno-argilosos, normalmente de pequena espessura e, às vezes, ocupando faixas relativamente largas. Do ponto de vista de água subterrânea, o autor indica que o meio aquífero das rochas cristalinas depende da ocorrência de juntas e fraturas e da extensão da zona de intemperismo e/ou aluvião que as recobre; os estudos têm comprovado que, na pesquisa de água subterrânea em terrenos cristalinos, a estrutura geológica é mais importante do que o tipo de rocha; os sistemas de fraturas formaram-se durante a evolução tectônica que caracteriza as áreas cristalinas; as fraturas, inicialmente, longitudinais, resultantes dos esforços de compressão, foram, posteriormente, interligadas por fraturas paralelas transversais à direção dos estratos e resultantes de esforços de tensão; particularmente as fraturas do segundo tipo são bastante abertas e constituem ótimos depósitos de água subterrânea. Formou-se, assim, uma rede de fraturas interligadas com capacidade para armazenar apreciáveis volumes de água. A comunicação entre as fendas deve ocorrer, apenas, na parte superior do aquífero, considerando que a intensidade e abertura das juntas e fraturas dimi-

nuem com a profundidade; este fato foi comprovado pelo autor que, através de um estudo estatístico das entradas d'água em poços tubulares perfurados na área considerada, concluiu que as chances de encontrar água em terrenos cristalinos diminuem quando a perfuração ultrapassa os 40 metros de profundidade, ficando muito reduzidas após os 60 metros. Quanto a salinização concluiu, também, que a mineralização acentuada das águas subterrâneas do cristalino do Nordeste, como nas demais regiões áridas do mundo, deve-se, principalmente, à concentração por evaporação e à dissolução dos elementos contidos nas rochas, fenômenos estes que, em geral, agem simultaneamente. O autor acredita que a dissolução ocorre, principalmente, próximo e na superfície onde a concentração por evaporação é bem mais intensa; os sais são arrastados até o aquífero pelas águas de percolação posteriores aos períodos de evaporação.

LEAL, Antonio de Souza - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste-Folha nº 19: Aracaju-NO. Recife, SUDENE. Div. Doc., 1971. 242 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 33).

### R E S U M O

A folha nº 19: Aracaju-NO está localizada no centro geográfico do Nordeste, e cobre uma área de 72.000 km<sup>2</sup>, delimitada pelas coordenadas de 8° e 10° de latitude S e 39° e 42° de longitude W.Gr. Domina a região um clima semi-árido quente com chuvas escassas e irregulares. A pluviometria (média anual de 425 mm) apresenta grandes variações no tempo, no volume e no espaço, caracterizando-se por chuvas de verão. A amplitude térmica é inferior a 5°C e as flutuações diárias em torno de 12°C. A evaporação e a evapotranspiração são muito elevadas, sendo a primeira de 2.000 mm/ano em Cabrobó e 2.500 mm/ano em Juazeiro. A área é cortada por rios e riachos das bacias do Parnaíba, São Francisco e Vasa Barris. O rio São Francisco, com uma descarga média de 2.755 m<sup>3</sup>/s, é o mais importante rio do Nordeste e além desse, apenas merecem menção o rio Vasa Barris e alguns afluentes do próprio São Francisco que são intermitentes. O traço morfológico predominante é o extenso pediplano semeado de morros residuais isolados (inselbergues) que se estende por ambas as margens do rio São Francisco, em faixas que se alargam por mais de 70km do rio. Esta superfície é, em geral, recoberta por cascalho ou areia e apresenta-se revestida por caatinga. As maiores elevações são representadas pelo rebordo da escarpa Tombador que alcança 1.100 m na Serra do São Francisco. A população (cerca de 300.000 hab.) se adensa próximo aos cursos d'água

sobretudo nas margens do São Francisco, onde as condições de subsistência são menos rigorosas. A economia se baseia no binômio agricultura-pecuária, praticada sobretudo nos vales aluviais e várzeas do São Francisco e no baixo curso do Salitre. Do ponto de vista mineral destacam-se os depósitos de cobre de Caraíba-Poço de Fora, ametista e cristal de rocha, além de inúmeras ocorrências de calcário. Cerca de 90% da área é constituída pelo escudo brasileiro, representado por rochas ígneas e de alto metamorfismo de zona cratônica (Cráton do São Francisco) e por rochas de médio a baixo grau de metamorfismo do geossinclínio Canudo-Salgueiro. Estas rochas estão recobertas, localmente, por metassedimentos de natureza clástico-pelítica, os quais estão sotopostos, em discordância, à sequência calco-pelítica do fim do Pré-Cambriano (ou Eocambriano). A cobertura sedimentar da folha é representada pelas formações Serra Grande e Pimenteiras da bacia do Parnaíba, no canto NO da área; pelos clásticos e pelitos mesozóicos da bacia do Tucano (formações Candeias, São Sebastião e Grupo Brotas, no SE da folha; pelas formações Santana (calcários, margas, siltitos e gipsita) e Feira Nova (arenitos finos a médios); pelo Arenito Dois Irmãos que recobrem discordantemente os xistos do Grupo Salgueiro, na Serra Dois Irmãos; pela Formação Vazantes que representa os sedimentos de inundações (areias e cascalhos com lentes argilosas) das margens do São Francisco; pela Formação Casa Nova que são depósitos de areias eólicas dispostas às margens do São Francisco e pela Formação Caatinga, que ocorre ao sul de Juazeiro e é constituída por calcários pulverulentos, contendo ainda seixos e calhaus de rochas do substrato. No domínio das rochas cristalinas, apenas o sistema Chapada Diamantina formado de meta-sedimentos com espessas sequências de quartzitos e

arenitos, apresenta litologia, favorável ao armazenamento de água, mas, a sua situação topográfica elevada em relação ao nível de base regional, torna nulas as suas possibilidades hidrogeológicas. Quanto ao Grupo Bambuí (principalmente calcários fraturados), a capacidade de produção de poços, depende apenas da intensidade do fissuramento local. As bacias do Tucano e Araripe têm área de ocorrência muito reduzida na folha. Na Formação Serra Grande os terrenos são regularmente permeáveis e as condições de alimentação boas, embora toda realizada a partir da infiltração direta das chuvas. Todavia, seu "water table" é localmente profundo, o que torna reduzido o potencial explorável na sua área de ocorrência. A Formação Caatinga, ao sul de Juazeiro, se constitui um importante aquífero para a região. A água desse aquífero, bem como aquela contida nas dunas da Formação Casa Nova ou nas aluviões dos rios principais e em pedimentos detríticos, poderá ser captada em pequenas quantidades, mas suficientes para suprir pequenas populações. Sendo a maior parte das amostras catalogadas provenientes do cristalino, verificou-se mediante a análise química que as águas, de um modo geral, são de salinidade elevada, com resíduo seco variando deste 1.000 mg / l até 15.800 mg/l, com média de 3.500 mg/l. A dureza é geralmente alta, o pH entre 6 e 8, predominando sempre as águas cloretadas sobre os demais tipos. Verificou-se ainda que as águas ao sul do rio São Francisco e a oeste do Curaçá são as menos mineralizadas. Nos aquíferos sedimentares e suas proximidades, predominam as águas mistas (zonas de alimentação), enquanto que nos aquíferos sob pressão são mais frequentes as águas cloretadas e bicarbonatadas.

LEAL, José de Menezes - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 20: Aracajú-NE. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1970.. 150 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 34).

#### R E S U M O

A folha nº 20: Aracajú-NE corresponde a uma área de cerca de 72.600 km<sup>2</sup>, limitada pelas coordenadas de 8°00' a 10°00'S e de 36°00' a 39°00'WGr. A área situa-se, quase toda, dentro do Polígono das Secas, apresenta um relevo geralmente suave e caracteriza-se por um clima com predominância de baixa pluviosidade, altas temperaturas e forte aridez. Devido ao rigor do clima, a vegetação é geralmente xerófita, ali, onde a baixa densidade demográfica denota a incipiência agro-pecuária e industrial. Geologicamente, destacam-se na parte oriental da folha as rochas do Pré-Cambriano que cobrem, cerca de, 77% da área e apresentam-se mascaradas, em parte, pelo intemperismo químico. As rochas sedimentares, que ocupam os restantes 23% da folha, constituem a bacia Tucano-Jatobá, principalmente, além de outras de menor importância como a de Mirandiba e a de Xingó, além do Grupo Barreiras localizado no quadrante sudeste da folha. As aluviões são escassas, mas as eluviões são abundantes principalmente na bacia de Jatobá, recobrando a Formação Marizal. O Pré-Cambriano compreende, um complexo cristalino indiviso com as rochas mais antigas da região, além dos seguintes grupos enumerados cronologicamente: Caraíba, Uauá, Macururé, Salgueiro, Cachoeirinha e Vaza-Barris. O complexo cristalino é composto de gnais ses granitizados, migmatitos e intrusões ácidas que apresentam alto grau de metamorfismo e formam o batólito Pernambu-

co-Alagoas. Os grupos mais recentes são formados de rochas de mais baixo grau de metamorfismo que vão desde migmatitos, gnaisses e paragnaisses a micaxistos, quartzitos, clorita xistos e filitos. A bacia Tucano-Jatobá ocupa uma área de 14.800 km<sup>2</sup>, representando uma continuação da bacia do Recôncavo com as seguintes formações: Tacaratu (Siluriano); Inajá (Devoniano), Corituba (Carbonífero), Santa Brígida (Permiano), Aliança e Sergi (ou Grupo Brotas indiviso) (Jurássico) Candeias, Ilhas, São Sebastião e Marizal (Cretáceo). Do ponto de vista hidrogeológico, destacam-se as rochas sedimentares devido à quantidade e qualidade das águas que contêm. O sistema hidrogeológico mais importante é representado pelas eluviões e formações Marizal e São Sebastião sotopostas. Estas eluviões têm extensão superficial correspondente às dimensões das bacias que recobre, atingindo um total de 14.800 km<sup>2</sup>, sendo 8.600 km<sup>2</sup> em Tucano e 6.200 km<sup>2</sup> em Jatobá. O sistema considerado, com uma espessura saturada de 200 m, corresponde a um aquífero freático alimentado exclusivamente pela precipitação pluvial com escoamento para os rios. As reservas permanentes calculadas para a bacia de Jatobá são da ordem de  $5 \times 10^9 \text{ m}^3$ . As reservas exploráveis, consideradas equivalentes ao volume de escoamento anual das bacias de Tucano e Jatobá, são da ordem de  $27 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Destaca-se ainda, como bons aquíferos, as formações Inajá e Tacaratu, mormente esta última que tem grande permeabilidade oferecendo, sob confinamento, um artesianismo acentuado mesmo perto da área de recarga. Nos terrenos cristalinos, o tectonismo regional desenvolveu um sistema de fendas ocupadas atualmente por riachos, e importante como armazenador de água no subsolo, Nesse aquífero, a faixa mais propícia a exploração de água subterrânea considerando as vazões e a qualidade quími

ca está localizada a norte da bacia de Jatobá, a oeste do meridiano  $37^{\circ}$  WGr. Mas, de um modo geral, as águas das rochas pré-cambrianas são salobras e escassas para grandes abastecimentos, representando a solução apenas para pequenas comunidades ou núcleos populacionais.

LEAL, José Menezes - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 8: Teresina-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1975. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 8: Teresina-NE é limitada pelas coordenadas de 4° e 6° de latitude S e 42° a 45° de longitude WGr. Localiza-se na região do Meio Norte, englobando porções dos Estados do Piauí e Maranhão, numa área total de 72.600 km<sup>2</sup>. Segundo a classificação de Koppen, os climas locais são o Aw e Aw', ambos quentes e úmidos, característicos de zona tropical, com uma estação chuvosa, bem nítida, no verão, e uma seca, no inverno. A pluviometria média anual dessa região é de 1.496,0 mm, com chuvas de janeiro a junho e estiagem de maio a outubro. A temperatura média anual é de 26°C e a amplitude térmica de apenas 5°C. A evaporação e evapotranspiração atingem valores máximos, no período agosto - outubro. A aridez oscila entre 30 e 40, tornando-se mais forte para sudeste, ao penetrar o domínio do Polígono das Secas, no Estado do Piauí. A folha representa uma superfície plana, com suave declínio para norte. As altitudes variam entre 100 e 300 m. Três rios principais drenam a área: o Parnaíba e seus afluentes Longá e Poti, o Itapecuru e o Mearim que se sucedem de leste para oeste, ocorrendo no sentido norte. Devido às condições climáticas os rios maranhenses são perenes, ao passo que os do lado piauiense são intermitentes. Entre os tipos de vegetação, destacam-se, conforme as vicissitudes climáticas: a Floresta Equatorial, a Floresta Tropical Fluvial de Baixada (Mata de Transição) e o Cerrado. Compõem o

quadro lito-estratigráfico da área as formações: Cabeças, constituída por um pacote de arenitos, siltitos e folhelhos, com espessura máxima de 300 m; Longá, no topo de Cabeças, é formada sobretudo por folhelhos bem laminados, com espessura máxima de 150 m; Poti, composta por 420 m de clásticos, iniciando-se com arenitos conglomeráticos, com raras intercalações de folhelhos e siltitos; Piauí, no topo da anterior, formada por arenitos na base, passando a folhelhos e às vezes a dolomitos e calcários na parte superior; Pedra de Fogo composta por siltitos, folhelhos e calcários; Pastos Bons-Motuca, constituídas por uma sequência de folhelhos, anidritos, calcários, arenitos e mudstones; Corda que encerra arenitos e folhelhos com intercalações silto-argilosos, numa espessura total de 160 m; Codó composta por folhelhos betuminosos, com intercalações de calcários e anidritos, na base, seguido de fácies arenoso micáceo e mais folhelhos de cor cinza esverdeada, fossilífero; Itapecuru-Urucuia que se constitui na maior porção sedimentar aflorante da folha, com os seguintes fácies: arenitos variegados e intercalações de folhelhos continentais; Grupo Barreiras, Alter do Chão, restringem-se ao extremo norte da folha, tratando-se de depósitos continentais arenosos, com intercalações argilosas e folhelhos ferruginosos, datados do Terciário; os eluviões, distribuem-se por toda a área, constituindo depósitos arenosos que ativam os trabalhos de recarga, com água pluvial, das camadas subjacentes e asseguram a perenização das artérias fluviais; as aluviões, confinam-se aos vales dos grandes rios, em faixas estreitas, em virtude da competência que apresentam os cursos d'água. As intrusões básicas que cortam ou se intercalam nas unidades anteriores, são de natureza diabásica ou basáltica e estabelecem sérios condicionamentos à ocorrência

rência de água subterrânea. Do ponto de vista hidrogeológico, pode-se avaliar que: 1) Cabeças presta-se para grandes abastecimentos, apresenta artesianismo, alimentação de  $0,97 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ , características hidrodinâmicas  $T = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 7,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ,  $S = 5,9 \cdot 10^{-4}$  e reserva permanente de  $2,36 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ . É o mais importante aquífero da área; 2) Longá funciona de fato como um aquíclode, confinando Cabeças. Suas características hidrodinâmicas são:  $T = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ,  $u = 2 \cdot 10^{-3}$  e reserva permanente:  $0,80 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ; 3) Poti é um bom aquífero; apresenta alimentação de  $8,32 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ , características hidrodinâmicas:  $T = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ,  $u = 2 \cdot 10^{-3}$  e reserva permanente de  $2,96 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ; 4) Piauí, somente é favorável à exploração da água subterrânea em sua porção basal, com cerca de 170 m de espessura. A porção superior é pouco permeável, devido à presença de siltitos e evaporitos. As características hidrodinâmicas do aquífero são:  $T = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $u = 2 \cdot 10^{-3}$ ; 5) Pedra de Fogo é um mau aquífero, devido a sua composição litológica. Suas características são:  $T = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 8,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ,  $u = 2 \cdot 10^{-3}$  e reserva permanente de  $1,72 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ; 6) Pastos Bons-Motuca é um aquífero fraco, devido sua composição acentuadamente pelítica e presença de evaporitos. Tem características hidrodinâmicas  $T = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ,  $S = 2 \cdot 10^{-4}$  e reserva permanente de  $5,18 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ; 7) o aquífero livre que inclui as eluviões e as porções superiores das formações Corda, Codó, Itapecuru e Grupo Barreiras, além dos afloramentos das formações já estudadas, apresenta características hidrodinâmicas  $T = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 2,24 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ,  $u = 2 \cdot 10^{-3}$ ; reserva permanente de  $14,52 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  e reserva explorável de  $77,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . A análise química revelou que as águas da folha são agressivas, ora ácidas, ora básicas,

de potabilidade permanente, boa, em sua maioria. • Somente em 7% são impróprias para consumo humano. Cerca de 27% das águas podem ser utilizadas para irrigação, sem restrições.

LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste -  
Folha nº 9: Jaguaribe-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970.  
178 p.; il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 28).

### R E S U M O

A folha nº 9: Jaguaribe-NO está compreendida pelos merídi<sup>os</sup> nos 39° e 42° WGr., e os paralelos 4° e 6° sul, abrangendo partes dos Estados do Piauí e Ceará. Os tipos climáticos da área, segundo Koppen, são: o Aw e Aw', que dominam a porção relativa ao Estado do Piauí, e o norte e o nordeste do Ceará; o clima, Bsh, semi-árido, abrange o restante da área. Na porção oeste da folha, pertencente à bacia sedimentar do Parnaíba, a fluviometria varia de 600 mm a 1.300 mm/ano, enquanto na porção este, domínio dos terrenos cristalinos a fluviometria varia de 600 a 700 mm/ano. As temperaturas máximas se verificam nos meses de outubro a dezembro e as mínimas de maio a julho, com uma amplitude térmica de 3 a 4°C. A temperatura média anual é 24,9°C. A evapotranspiração potencial (Ep) média anual é de 1430 mm. Conforme o zoneamento árido, constata-se que a zona de afloramento das rochas sedimentares (bacia do Parnaíba) é menos árida do que a zona de afloramento das rochas cristalinas. Distinguem-se na folha, duas formas de relevo totalmente distintas: a) relevo de "cuestas" na porção do Estado do Piauí, originado pela forma monoclinial da grande bacia sedimentar do Parnaíba, cujos estratos mergulham suavemente para oeste, formando a montante escarpas abruptas voltadas para leste. Essa porção sedimentar, é limitada da cristalina, por uma grande "cuesta" de direção norte-sul, interrompida por boqueirões que servem de penetração para os rios que nascem na depressão cristalina;

b) o relêvo dissecado, semeado de testemunhos, na porção do Ceará, típico das zonas cristalinas, onde se destacam as massas graníticas mais resistentes à erosão. Quanto a vegetação destacam-se três tipos : a) o cerrado, formado por árvores de pequeno porte, com troncos e galhos retorcidos, espalhadas sobre uma cobertura de gramíneas. O cerrado domina toda a porção sedimentar da folha; b) a caatinga, caracterizada por arvores pequenas e vegetação arbustiva que perdem as folhas durante a estação seca, mas que se transformam completamente após um mês de chuvas. Essa vegetação domina toda a região do cristalino, sujeita ao clima BSh; c) floresta tropical de encosta, caracterizada por arvores de grande porte, que se desenvolvem em regiões elevadas, como é o caso da Serra da Ibiapaba e a Serra da Aratuba que são os únicos locais da folha onde aparece este tipo de vegetação. Quatro rios importantes dominam a drenagem da área, são eles : rio Potí, rio Acaraú, rio Quixeramobim e rio Banabuiú. Cerca de 2/5 da área total da folha é constituída por rochas sedimentares, pertencentes à grande bacia do Parnaíba, em sua borda leste, e são representadas por arenitos, siltitos e folhelhos, abrangendo as formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças e Longá. Os 3/5 restantes são formados por rochas cristalinas representadas por uma sequência psamítica, pelítica, pelítica-calcária e calcária, pertencente à série Ceará, criada por Crandall. São poucas as informações hidrogeológicas, sobre a zona do cristalino. A partir de 142 poços inventariados nesses terrenos, obteve-se uma vazão específica média da ordem de 193 l/h/m e residuo seco médio da ordem de 2.194 mg/l, sobre 85 amostras d'água coletadas. Salvo casos restritos, os poços perfurados nesses terrenos apresentam baixa vazão específica, o que leva a classificar o seu potencial explorável como "fraco a muito fraco". Na zona sedimentar

tar, tem-se um comportamento diferente, com aquíferos bem definidos, destacando-se o Serra Grande e o Cabeças. Neste domínio, a partir de 136 poços tubulares inventariados, obteve-se uma vazão específica de 2.026 l/h/m e um resíduo seco médio da ordem de 271,50 mg/l. O Serra Grande constitui o mais importante aquífero da bacia, armazenando boa parte da pluviometria que incide anualmente, sobre sua área de recarga e oferece extensas áreas de artesianismo. A formação sobrepontada, Pimenteiras, funciona como exutório do aquífero Serra Grande, nos locais onde sua pressão é inferior à pressão do artesianismo desse aquífero. A partir de testes de bombeamento neste aquífero, em outros pontos da borda leste da bacia, onde ele apresenta idênticas características, utilizou-se a média dos valores dos constantes hidrodinâmicas ( $T=2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  e  $S=4,9 \cdot 10^{-4}$ ) para os cálculos de : reserva permanente, que é da ordem de  $13,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ; reserva explorável, da ordem de  $5 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$  e vazão de escoamento natural, da ordem de  $60 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Para a área da folha, calculou-se em  $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  a quantidade d'água que se infiltra na sua área de recarga; em  $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , sua vazão de escoamento, cujo sentido geral é de leste para oeste; em  $22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  sua reserva permanente e em  $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , sua reserva explorável. A Formação Cabeças é um importante aquífero da bacia. Devido a alternância de horizontes impermeáveis, intercalados no espesso pacote arenoso, surge confinamento, dentro dessa própria formação. Trata-se de um aquífero capaz de fornecer grandes vazões anuais e de ser explorado também para a irrigação, conforme mostraram os cálculos estimativos de : volume da camada saturada,  $4,2 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ ; Vazão de escoamento natural de  $49 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , reserva permanente de  $8,4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  e reserva explorável de  $77 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Sendo de apenas

$3.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , o volume estimado d'água captada a partir dos aquíferos locais e  $15.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  a demanda, há portanto um déficit de  $12.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , que é precariamente suprido por fontes e águas superficiais. Observe-se que somente a vazão de escoamento natural da área, que é da ordem de  $112.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  é capaz de satisfazer essa necessidade, além de permitir sua expansão, sem modificar o equilíbrio dinâmico. As águas da zona cristalina são de má qualidade química para consumo humano, servindo para consumo animal. As águas do aquífero Cabeças prestam-se para o consumo humano e animal. Há reservas para uso humano das águas provenientes das zonas de folhelhos e siltitos de Pimenteiras ou do diabásio alterado.

LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste-  
Folha nº 4: São Luiz-SE. Recife, Div. Doc., 1973. Escala do  
mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 4: São Luiz-SE localiza-se entre as coordenadas 2°00' a 4°00'S e 42°00' a 45°00'WGr., cobrindo uma superfície continental de 55.400 km<sup>2</sup> e abrangendo parte do Estado do Maranhão e uma pequena porção do Piauí. O relevo é representado, principalmente, pelos terrenos baixos da costa, sujeitos a inundação nas marés altas, progredindo para os tabuleiros com algumas dezenas de metros de altitude, à medida que se avança para o interior do continente. Dominam os climas Aw e Aw', com uma pluviometria média anual de 1.600 mm e uma temperatura média de 26°C. Três rios importantes e perenes drenam a área: o Parnaíba, o Itapecuru e o Mearim. O "cerrado" e a "floresta equatorial" são os tipos de vegetação dominantes, além da vegetação de "campos", "restinga", "litorânea" e "manguesais". Do ponto de vista geológico, a área estudada é constituída em sua maior parte por rochas sedimentares de idade Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica pertencentes às bacias do Maranhão, São Luiz e Barreirinhas. Estas duas últimas são bacias costeiras de pequenas dimensões e são consideradas como sub-bacias da primeira. Um pequeno afloramento de rochas cristalinas do tipo Tonalito ocorre ao sul da ilha de São Luís correspondendo ao "horst" de Rosário que separa as duas bacias costeiras referidas acima. A coluna estratigráfica adotada baseia-se nos estudos efetuados pela Petrobrás de autoria de G. A. de Aguiar, 1969. Os principais

sistemas aquíferos são representados pelas formações Poti e Barreiras (Alter do Chão). Mas as possibilidades hidrogeológicas dos mesmos são reduzidas, conforme veremos adiante, oferecendo condições de exploração apenas para o abastecimento de pequenas cidades ou núcleos populacionais. As demais formações são pouco conhecidas do ponto de vista hidrogeológico ou são classificadas mais como semi-permeáveis ou aquícludes embora localmente possam contribuir para o abastecimento de pequenas comunidades. A Formação Poti é o sistema aquífero mais importante da folha em estudo e consta, litologicamente de arenitos finos cinza-claros e cremes, friáveis, micáceos, com intercalações argilosas e restos vegetais; repousa sobre os folhelhos da Formação Longá sendo recoberta pelos clásticos da Formação Itapecuru. Em média, os poços que captam o aquífero no âmbito da folha, fornecem uma vazão específica da ordem de  $1,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Os valores das características hidrodinâmicas definidos precariamente, face à escassez de dados, são os seguintes:  $T = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 3,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  e  $S = 3 \times 10^{-4}$ . A reserva hídrica explorável está em torno de  $5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ . A Formação Barreiras (Alter do Chão) é constituída de clásticos finos e grosseiros, heterogêneos, mal consolidados, representados por arenitos, arenitos conglomeráticos, folhelhos sílticos, siltitos e argilas intercaladas. É correlacionável à formação Alter do Chão da bacia Amazônica. Trata-se de um aquífero descontínuo muito heterogêneo, fornecendo vazões específicas médias de  $3,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . As características hidrodinâmicas foram definidas através de observações feitas em alguns poços na ilha de São Luís:

$$T = 7 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}, K = 1,4 \times 10^{-5} \text{ m/s} \text{ e } S = 3,5 \times 10^{-2}$$

As reservas exploráveis estão em torno de  $43,7 \times 10^6 \text{ m}^3$  / ano. Quanto à qualidade, as águas são, em geral, boas para todos os usos salvo ligeiras restrições. Predominam as Águas Bicarbonatadas (45,6% das amostras), Águas Cloretadas (39,7% das amostras) e Águas Mistas (14,7% das amostras).

LISBOA, Álvaro Amoretti et alii - Recursos hídricos subterrâneos no Estado do Paraná: nota preliminar. Curitiba, Administração de Recursos Hídricos, 1978.

### R E S U M O

Este trabalho é uma análise dos dados de 150 poços perfurados no Estado do Paraná, dentro do programa de implantação e ampliação dos sistemas de abastecimento d'água das cidades paranaenses. Inicialmente o autor comenta a metodologia de localização dos poços, tendo como base o uso da fotografia aérea para determinar os critérios adotados relacionados aos lineamentos tectônicos-regionais e locais, formas de relevos, rede de drenagem, etc. Em seguida menciona o método de perfuração escolhido (percussão) e faz uma análise sobre a vantagem desse método sobre o rotativo na execução da perfuração dos poços do programa acima citado, bem como menciona as dificuldades surgidas. Para as formações paleozóicas, pré-cambrianas e Serra Geral o diâmetro de perfuração utilizado foi de 10" nos trechos a serem revestidos reduzindo para 8" no final onde não necessita revestimento. Todavia nas formações onde necessita a colocação de filtro o diâmetro de perfuração usado foi de 12". Nas formações que exigem apenas revestimento sanitário, limitados a trecho de solo e rocha alterada, é feita a cimentação anular na zona de transição e construída uma base de proteção junto ao solo. A limpeza e desenvolvimento é feito utilizando compressor. Foram realizados testes parciais, durante a perfuração para definir sua continuação ou não e para dimensionar o equipamento para o teste conclusivo. Este é feito em 3 etapas, com duração de 12 horas, a fim de determinar a vazão crítica, utilizando compressor e/ou bomba submersa. O apro

veitamento foi de 80% dos 150 poços perfurados, cujos valores médios foram os seguintes:

<u>Aquífero</u>	<u>Nº de poços</u>	<u>- Prof.média(m) -</u>	<u>Vazão média(m<sup>3</sup>/h)</u>
Guabirota	1	150,00	5,00
Caiuá	9	136,66	29,77
Caiuá/Serra Geral	16	113,56	16,81
Serra Geral	83	115,45	20,53
Botucatu	4	192,20	35,50
Rio do Rastro	3	167,33	5,33
Estrada Nova	6	134,00	6,00
Rio Bonito	2	125,00	3,00
Itararé	14	155,57	11,81
Furnas	3	126,33	72,00
Intrusivas pós açun gui	2	101,50	3,00
Açungui	3	71,00	126,00
Migmatitos pré-cam brianos	4	109,75	12,25

Fornece os custos totais, por poço e por metro cúbico d'água por hora cujo valor variou de 402 cruzeiros, para os poços da formação Açungui, até 5.800 cruzeiros, para o pré-cambriano e rochas intrusivas. Tais valores estão relacionados a vocação hidrogeológica de cada formação. A formação Caiuá, constitui da de arenitos siltíco-argiloso com variação de facies lateral e incluindo arenitos eólicos, apresenta potencialidade hidrogeológica muito boa. A formação Serra Geral, representada pelos derrames de basalto, com água de fissuras ou no seu manto de alteração, é o aquífero mais explorado, com grande número de perfurações a maioria mostrando pressão de confinamento, não surgente. As maiores vazões obtidas são aquelas rela

cionadas a faixas vesiculares mais espessas e afetadas por fraturamentos profundos com extensão considerável. A formação Botucatu, constituída de arenitos finos a médios, eólicos, e representa o melhor aquífero da região, apesar de se tornar inacessível a medida que se penetra para o interior da bacia. As formações Palermo, Irati, Estrada Nova são de baixa permeabilidade não constituindo bom aquífero, apesar de oferecerem boas vazões locais. A formação Rio Bonito, constituída de arenitos finos com intercalação de argilito, folhelho, calcário e camada de carvão, é considerada bom aquífero apesar de não se ter dados de poço captando-o totalmente. A formação Itararé formada de depósitos continental-glaciais e periglaciais, com espessura variável de 600 a 800 m, apresentando-se prodiga variação de facies lateral. Vazões específicas da ordem de  $1,74 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . A formação Furnas constituída de um pacote de arenito médio a grosseiro, mal selecionado, com condições de armazenamento e transmissão d'água relacionadas a profundidade e a distância da área de afloramento. Nas proximidades do contato com a formação Ponta Grossa a vazão específica determinada foi de  $4,59 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , enquanto que a profundidade de 252 m a vazão específica determinada foi praticamente nula. As rochas do Grupo Açungui mostram baixo grau de metamorfismo, e se apresentam bastante dobradas e falhadas, o que as tornam excelentes aquíferos. Consta de mármore dolomíticos, quartzo-filitos, sericita-quartzito, etc. Os migmatitos pré-cambrianos, abrangendo epibolitos, embrechitos, leptinitos, têm seus caudais restritos à áreas afetadas tectonicamente. De um modo geral as entradas d'água estão afetadas a um sistema de fraturas pouco profundas e outro sistema mais profundos. A formação Guabirota constituída de sedimentos argilosos, arcóseos e margas, pouco espessos, oferecendo condições de bom aquífero

nas lentes arcoseanas. No que tange ao aproveitamento do manancial subterrâneo, a quase totalidade dos poços oferecem água potável. Faz comentário sobre a distribuição em províncias hidrogeológicas, caracterizando melhores áreas mais produtoras.

Acompanha: - Mapa geológico do Estado do Paraná

- 1 gráfico de variação da composição físico-química das águas subterrâneas em cada formação.

MAACH, Reinhard - Notas preliminares sobre as águas do subsolo da Bacia Paraná-Uruguai. Curitiba, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1970.

### R E S U M O

O presente trabalho é um diagnóstico das condições de captação d'água na bacia hidrográfica do Paraná-Uruguai, na área encravada em território brasileiro, abrangendo totalidade ou partes dos Estados de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Inicialmente o autor tece comentários sobre os danos causados, pelo desmatamento desordenado que se verifica na região sul do Brasil, ao solo, destruindo-o, e ao lençol freático, rebaixando-o e esgotando as fontes. Em seguida apresenta generalidades sobre a água do subsolo, definindo algumas características que lhe são peculiares e importantes para melhor entender o conteúdo do trabalho. Faz comentários sobre estudos pedológicos e hidrogeológico realizados na área da referida bacia, comparando com outras áreas, mesmo fora do Brasil. No capítulo III faz um apanhado geral dos diversos tipos de clima que atuam na região, mencionando que as mais altas precipitações são observadas nos elevados maciços montanhosos da serra da Mantiqueira, entre 2.000 e 2.500 mm, na serra do Mar, em São Paulo, até 3.600 mm e nos limites do Paraná e Santa Catarina, entre 2.700 e 4.500 mm. O capítulo IV é sobre a geologia, oferecendo a coluna estratigráfica completa da bacia e expondo o papel que cada formação desempenha como aquífero, destacando os sedimentos gondiwanicos e os derrames basálticos como os principais aquíferos da região. Uma análise dos diferentes tipos de rocha quanto a produção de água subterrânea determinou

os seguintes valores: cristalino, vazões média de 6.357 l/h, profundidade média de 87,8 metros para 829 poços; quaternário antigo e recente, vazão média de 7.986 l/h, em profundidades de 40 até 89 m, para 62 poços; na série devoniana, dos Campos Gerais, onde tem o arenito Furnas como importante aquífero, em 8 poços, com profundidade média de 134 m, a vazão média foi de 4.754 l/h; em 25 poços perfurados nos sedimentos glaciais da série Tubarão, a vazão média foi de 7.821 l/h, e profundidade de 30 a 167 metros; nas camadas permianas da Série Passa Dois (Irati, Estrada Nova, Terezina) a vazão média, para 19 poços, foi de 9.360 l/h e a profundidade média de 129,45 metros; no arenito Botucatu, de idade Triássica, a vazão média foi de 20.125 l/h e a profundidade média de 102,4 m, para 12 poços; no basalto, que devidô a grande extensão que ocupa constitui importante aquífero, a profundidade média para 274 poços foi de 96 m, não devendo ultrapassar os 150 m, e a vazão média foi de 9.897 l/h; em 3 poços perfurados no arenito Caiuá, com uma profundidade média de 55 m, a vazão média obtida foi de 11.666 l/h; nos sedimentos lacustres da série Bauru a vazão média obtida foi de 8.636 l/h em 11 poços com profundidade média de 102,24 m. O autor realiza um verdadeiro estudo estatístico comparativo, por Estado e por aquífero, fornecendo vários perfis litológicos.

MAIOR FILHO, Joel S. - Estudo hidrogeológico do baixo e médio Mamanguape-PB. SUDENE, B. Rec. Nat. Recife, 5 (2/4): 175-198, abr/dez., 1967. |inclui mapa na escala 1:250.000|.

### R E S U M O

A bacia hidrográfica do rio Mamanguape está limitada pelas coordenadas de  $6^{\circ}45'$  a  $7^{\circ}10'S$  e  $35^{\circ}05'$  a  $36^{\circ}05'WGr.$ , abrangendo uma superfície de  $3.300 \text{ km}^2$ . As rochas cristalinas, datadas do pré-Cambriano Superior, são expostas na parte oeste, representadas em maior escala por micaxistos, predominantemente biotita-xistos, às vezes justapostos a camadas de quartzitos como no leito do Rio Mamanguape próximo à cidade do mesmo nome; ocorrem, ainda, anfibolitos, próximo à cidade de Alagoa Grande, gnaisses aparecendo na metade sul da área, migmatitos com variações de estruturas (como embrechitos facóidais, próximo a Itapororoca, fitados no leito do Rio Curralinho, e gnaisses-graníticos, do Rio Pirpirituba) e granodiorito expondo-se nas vizinhanças de Mamanguape. Os sedimentos da Formação Gramame são expostos numa área bastante restrita, próxima à foz do Rio Miriri. Para os depósitos terciários do Grupo Barreiras, foi adotada uma subdivisão baseada no caráter litológico. A parte inferior é constituída por arenitos de granulação média, ferruginosos ou caulínicos, às vezes conglomeráticos. A parte média é composta por arenitos médios, amarelo ocre, com algumas intercalações de níveis grosseiros. A parte superior constitui os tabuleiros típicos do litoral, formados por areias e arenitos brancos. Do ponto de vista tectônico a área apresenta duas características: o escudo cristalofiliano é intensamente movimentado, e o capeamento sedimentar parece não ter

sido submetido a esforços notáveis. Nas formações sedimentares são citados três aquíferos: areias e arenitos superiores do Grupo-Barreiras (que constituem os melhores aquíferos), as aluviões, e as formações cretáceas.

MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste-Folha nº 11: Paraíba-NO. Recife, SUDENE./Div. Doc., 1968. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 11: Paraíba-NO está localizada entre as coordenadas de 4° e 6° de latitude S e 33° e 36° de longitude W.Gr., com uma superfície de apenas 8.000 km<sup>2</sup> de terra firme. O clima local é do tipo nordestino quente de seca média e índices de aridez costeira variando de 30 a 40. As alturas de chuvas decrescem do litoral (Natal: 1559 mm) para o interior (Queimadas: 393 mm). As temperaturas médias anuais conhecidas apenas em Natal e Macaíba, são respectivamente de 26,1°C e 24,1°C. A direção predominante dos ventos é sudeste. A umidade relativa do ar é da ordem de 80% e a insolação atinge 2954 horas/ano, em média. A evaporação é da ordem de 1.500 mm. As ordens de grandeza das infiltrações são de 460 mm (Natal) e 120 mm (Macaíba). O relevo é pouco ondulado, com altitudes máximas até 200 m. A faixa de afloramento da Formação Jandaíra, representa uma superfície estrutural que mergulha para nordeste. Bordejando a costa distingue-se uma faixa de tabuleiros terciários entrecortada por rios e riachos, onde se desenvolvem baixadas aluviais que vão até as proximidades das praias, constituindo os chamados "vales úmidos" do litoral nordeste do Rio Grande do Norte. Na orla costeira domina um cordão de dunas vivas. No embasamento cristalino o relevo é pouco ondulado, com raros "inselbergs". A zona do contato do cristalino com a bacia sedimentar é uma "cuesta" obliterada, quase não distinguível em alguns pontos. A vegetação da faixa litorânea é do tipo agreste enquan

to que a caatinga ocorre mais para o interior. Toda a rede hidrográfica desagua na costa oriental, sendo os principais rios: o Ceará Mirim, o Potengi e o Maxaranguape. Tanto o baixo curso do Ceará Mirim quanto o rio Maxaranguape, são alimentados por fontes provenientes dos cársticos da Formação Jandaíra e dos sedimentos do Grupo Barreiras. Na porção cristalina os rios são intermitentes e seus regimes de escoamento dependem das chuvas. A economia local baseia-se na pesca no litoral, enquanto no interior pratica-se o cultivo do agave, mandioca, feijão e algodão. Na área afloram rochas cristalinas do Pré-Cambriano Superior: Grupo Seridó (Formações Seridó, Jucurutu e Equador); Pré-Cambriano Inferior: Grupo Caicó assentado sobre o chamado embasamento pré-Caicó (migmatitos de paleossoma anfibolítico bastante deformado). Constituem o Grupo Caicó sobretudo rochas gnáissicas e migmatíticas, havendo meta-arcóseos, xistos e para-anfibolitos com intercalações de quartzitos e calcários metamórficos. Do Grupo Seridó, apenas a Formação Seridó, constituída por espessa sequência de micaxistos, aflora na área. Quanto a rochas magmáticas, ocorrem apenas pequenas manchas graníticas ao sul de São Paulo do Potengi. As rochas sedimentares, cobre aproximadamente 4.500 km<sup>2</sup> da folha, constituindo uma faixa de largura que varia desde 25 km a 55 km, a partir da linha da costa. Essas rochas que pertencem à bacia Potiguar, constam das seguintes unidades: Formação Açu (Cretáceo) que repousa sobre o cristalino e sob a Formação Jandaíra. Dos seus dois membros, o inferior é formado por arenitos conglomeráticos, mal selecionados, mais finos para o topo, na transição para o membro superior que contém: margas, argilas e arenitos finos caulínicos. Nas bordas da bacia a formação apresenta 5 a 10 m de espessura, mas aumenta gradativamente na direção

do oceano, onde na plataforma deve atingir mais de 500 m; Formação Jandaíra, que é formada por calcários claros, margosos e/ou dolomíticos. Sua espessura, varia desde menos de 5 m na borda da bacia, até provavelmente mais de 400 m no oceano; o Grupo Barreiras (Cenozóico) composto de clásticos avermelhados, de grannulação variável desde conglomerados até argilas puras. A sua espessura é variável e pode atingir mais de 100 m; os depósitos quaternários são caracterizados pela ocorrência das aluviões nos leitos dos vales e das dunas que recobrem o Terciário na linha costeira. No cristalino as estruturas são orientadas para NNE enquanto na faixa sedimentar as camadas mergulham suavemente para N, NNE e E e os estudos geofísicos revelam que a espessura do pacote aumenta progressivamente em direção ao oceano. Do ponto de vista hidrogeológico, as possibilidades são relativamente boas na área sedimentar. No Cretáceo existem dois aquíferos: um inferior, confinado, representado pelo membro basal da Formação Açu, tendo na lapa o substrato cristalino e no topo sedimentos pouco permeáveis do membro superior. O segundo aquífero ocorre nos calcários da Formação Jandaíra, sendo do tipo livre, com circulação predominantemente cárstica. Os terrenos terciários e quaternários integram um sistema aquífero livre, com níveis localmente confinados. O potencial explorável do aquífero confinado (Açu inferior) é desconhecido na área, mas, em primeira aproximação, pode ser considerado como elevado a médio, especialmente a leste e a norte do limite de extensão das águas jorrantes. As águas das dunas são geralmente boas, tendo concentração total de 100 a 200 mg/l. Nas aluviões observa-se a influência das marés até grandes distâncias rio acima ao longo dos vales. No Grupo Barreiras a salinidade é geralmente baixa enquanto na Formação Jandaíra, observa-se

uma evolução da salinidade da superfície de suas águas subterrâneas. Não se dispõe de dados para avaliar a salinidade das águas da Formação Açu, de uma maneira mais generalizada.

MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 10: Jaguaribe-NE. Recife. SUDENE/Div.Doc., 1970. 343 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 30).

#### R E S U M O

A folha nº 10: Jaguaribe-NE situa-se entre os paralelos sul 4°00' e 6°00' e entre os meridianos oeste 36°00' e 39°00', cobrindo uma superfície continental de 55.000 km<sup>2</sup> que engloba aproximadamente a metade setentrional do Estado do Rio Grande do Norte e uma extensa área da região nordeste do Ceará. O clima dominante é o semi-árido (Bsh de Koppen). No litoral, a partir da foz do Jaguaribe, registra-se, no oeste, uma área de umidade progressivamente crescente, até Fortaleza, enquanto no leste, domina uma região seca com índices de aridez costeira comparáveis aos assinalados no interior. O regime de chuvas é relativamente uniforme para toda a folha sendo março e abril os meses mais chuvosos, e setembro e outubro os de mais fraca precipitação. Na maior parte da folha a pluviometria varia de 400 mm a 800 mm, enquanto que no setor noroeste vai de 800 mm a 1.200 mm. As temperaturas médias anuais se mantêm em torno de 26°C a 27°C, sendo baixa a amplitude térmica não chegando a 5°C a diferença entre o mês mais quente e o mais frio. A evapotranspiração potencial (Ep) média anual é de 1.500 mm na bacia Potiguar enquanto, no oeste da folha, é muito variável estando geralmente acima de 1.700 mm. Na área sedimentar as infiltrações ocorrem de fevereiro a abril e, no restante do ano, toda a chuva é consumida pela Ep. A evapotranspiração real (Er) média anual foi estimada em 400 mm na região oeste da bacia Potiguar. Morfo

logicamente, destaca-se uma zona de tabuleiros arenosos com cotas até 200 m correspondente ao "aplanamento pliocênico" de Andrade, G.O. (1965), e presente a oeste do vale do Jaguaribe e ao sul da bacia Potiguar, na área cristalina. Ao nível de 750 m a 800 m e correspondendo ao "aplanamento Gravatá" temos as Serras do Martins, João do Vale e Santana dos Matos, também ao sul da bacia Potiguar, e outras que constituem prolongamentos da serra do Pereiro para o norte. Na bacia sedimentar cretácea a topografia, embora trabalhada também no plioceno, constitui uma típica superfície estrutural cujo relevo ligeiramente ondulado, mergulha suavemente para o mar formando a chapada do Apodi. Quanto à vegetação, temos duas regiões naturais: "caatinga" e "sertão". A primeira domina em toda a faixa sedimentar do norte da folha, com uma associação de árvores e arbustos de porte baixo e dotados de espinhos. O "sertão" é a região ao sul onde se desenvolvem gramíneas e leguminosas, ao nível do chão seguidas de arbustos e cactáceas. A rede hidrográfica é formada pelos baixos cursos dos rios Jaguaribe, Piranhas e Apodi. A drenagem destas três bacias, nos alto e médio cursos, desenvolve-se quase toda em terrenos cristalinos onde o regime é torrencial e intermitente. Geologicamente, além do embasamento cristalino, que ocupa uma superfície da ordem de 30.000 km<sup>2</sup>, destaca-se a bacia sedimentar cretácea Potiguar ou Apodi, com uma área aproximada de 18.000 km<sup>2</sup>. Secundariamente temos, ainda, o recobrimento do terciário contínuo em todo o litoral, porém formando manchas isoladas no setor ocidental, depósitos quaternários de aluviões nos fundos dos vales, e as acumulações de areias eólicas na faixa litorânea. Os principais aquíferos da área são os terrenos cretácicos representados pelo membro basal da Formação Açu e pela Formação Jandaíra

que encerram considerável potencial hídrico. Ambos ocorrem no domínio da bacia Potiguar. O aquífero calcário é do tipo livre, enquanto o arenito Açú inferior é confinado. A separação entre eles é feita por uma camada pouco permeável com espessura variando de 50 m a 400 m formada de argilas, margas e arenitos argilosos, correspondentes à Formação Açú Superior. Os depósitos recentes das dunas e aluviões bem como os sedimentos pliocênicos do Grupo Barreiras, integram um sistema aquífero livre, com águas pouco profundas e com reservas muito menores do que as da bacia sedimentar; entretanto as condições de exploração de suas águas são mais econômicas e seus recursos mais facilmente renováveis. Os valores médios das características hidrodinâmicas para os aquíferos considerados estão representadas no quadro abaixo.

AQUÍFERO	Espessura média (m)	Características Hidrodinâmicas		
		T(m <sup>2</sup> /s)	K(m/s)	S
Calcário Jandaíra	200	$2,4 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-4}$	-
Arenito Açú Inferior.		$5,6 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-4}$

NASCIMENTO, Paulo A. Barros do - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 29: Bahia-NE. Recife, SUDENE/ Div. Doc., 1971. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 29: Bahia-NE limita-se pelas coordenadas de 12° 00' a 14° 00' S e de 36° 00' a 39° 00' WGr., correspondendo a uma área continental de 12.850 km<sup>2</sup> inserida na zona fisiográfica do Recôncavo Bahiano. O clima predominante é o tropical quente e úmido. As precipitações pluviométricas são, relativamente, elevadas, principalmente no litoral, diminuindo para o interior. A precipitação média para toda a área é estimada em 1.000 mm/ano, sendo, a temperatura média anual de 24,7°C. Quanto à aridez, os índices encontrados para a área situam-se entre os valores 20 e 60. Os traços morfológicos principais são os "tabuleiros" nas áreas de ocorrência do Grupo Barreiras e as colinas resultantes de erosão diferencial em folhelhos e arenitos das formações cretáceas. A drenagem de superfície é representada pelos rios Pojuca, Jacuípe, Joanes, Paraguaçu e Inhambupe que constituem as principais bacias hidrográficas da área. Observam-se os seguintes tipos de vegetação: litorânea e mata que se desenvolvem paralelas à costa, e caatinga úmida na parte noroeste da folha. Cerca de 60% da área são cobertas por sedimentos das bacias do Tucano e Jatobá, enquanto que o restante corresponde às rochas cristalinas pré-cambrianas recobertas em alguns trechos por sedimentos terciários e/ou recentes. Do ponto de vista hidrogeológico, o autor destaca a importância dos sedimentos da Bacia do Recôncavo e do Grupo Barreiras. Assim, o aquífero São Sebastião afigura-se como o de melhores possibilidades hidro

geológicas, seguindo-se os aquíferos Sergi e Barreiras. As águas das rochas sedimentares são, em geral, boas para o consumo humano e apresentam-se com baixo grau de salinização (R.S. médio = 220 mg/l).

NASCIMENTO, Paulo A.B. do - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 27: Brasília-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc. 1973. Escala do mapa 1:500.000.

### R E S U M O

A folha nº 27: Brasília-NE é limitada pelas coordenadas de 12°00' a 14°00'S e de 42°00' a 45°00'WGr., com uma área de, cerca de, 72.000 km<sup>2</sup>, compreendendo a parte centro-oeste e extremo oeste do Estado da Bahia. Os traços morfológicos mais importantes são as serras pertencentes à Chapada Diamantina, a leste do rio São Francisco, com níveis de desnudação de 700 a 800 m e em torno dos 1.000 m; na parte ocidental da folha, destacam-se os extensos terrenos ondulados denominados "gerais", onde as cotas variam de 500 a 900 m. Os climas dominantes são o Aw, quente e úmido abrangendo, cerca de, 80% da área e o Bsh, semi-árido, quente, atingindo a porção noroeste da folha; a pluviometria média anual aumenta a partir do rio São Francisco, tanto para leste como para oeste da área; na parte ocidental da folha são observadas as maiores precipitações médias anuais (800 - 1.100 mm/a); as mais baixas médias de chuva (700 - 800 mm/a) ocorrem ao longo do São Francisco, em Bom Jesus da Iapa, Paratinga, Ibotirama, Riacho Santana, Oliveira dos Brejinhos, etc.; o regime pluviométrico é o mesmo em toda a folha, com chuvas de verão e precipitações irregulares; os meses mais chuvosos vão de novembro a janeiro, enquanto que o período mais seco vai de julho a outubro; o índice de aridez intercala-se entre 20 e 30; a vegetação é dos tipos "cerrado" e caatinga, esta última bastante exuberante e alta quando se desenvolve nos terrenos calcários. A drenagem da área é

comandada pelo rio São Francisco e afluentes entre os quais destacam-se, pela margem direita, os rios Paraim, Santo Onofre e Santa Rita; na parte ocidental da folha destacam-se as sub-bacias dos rios Corretina e Grande; neste trecho, a maior parte dos rios são perenes, atribuindo-se este fato ao fenômeno de restituição de águas subterrâneas do arenito Urucuia; o rio Correntina, nas proximidades de Santa Maria da Vitória e São Desidério, está ligado a fenômenos cársticos de cavernas. A população da área atinge a um total de 504.650 habitantes (censo de 1970) dos quais, cerca de, 82% estão concentrados no meio rural; os municípios mais populosos são os de Bom Jesus da Lapa, Correntina, Macaúbas, Paramirim, Riacho de Santana, etc.; no setor econômico destacam-se as atividades de criação de gado (bovino, caprino e suíno) e de mineração de chumbo (mina Boqueira, a maior do Brasil), cristal de rocha, manganês, fluorita, cobre, grafita, etc.; as atividades agrícolas restringem-se às culturas de subsistência destacando-se o cultivo do milho, feijão, arroz, cana de açúcar e mandioca. Do ponto de vista geológico distinguem-se, na área as seguintes unidades: Complexo Antigo, Grupo Minas e Grupo Bambuí; recoberto discordantemente o Grupo Bambuí, ocorrem os sedimentos cretácicos da Formação Urucuia; depósitos cenozóicos recobrem parcialmente as unidades mais antigas até o Grupo Bambuí inclusive; o Complexo Antigo é parte integrante da plataforma ou cráton do São Francisco e constitui os embasamentos dos Grupos Minas e Bambuí do Pré-Cambriano Superior; apresenta litologia muito variada, alto e médio grau de metamorfismo e complexas estruturas; dominam os migmatitos, granitos, gnaisses, ocorrendo também sienitos, rochas cataclásticas, básicas, ultrabásicas e calcários cristalinos; este embasamento abrange, cerca de, um terço da área da folha, aflorando, em

sua maior parte na margem direita do São Francisco, ocorrendo também, para oeste, de modo restrito, em alguns trechos; o Grupo Minas é constituído por uma sequência de rochas metassedimentares, clásticas de grande variação litológica, baixo ou nulo grau metamórfico e suaves estruturas dobradas; foi considerado, nesta folha, subdividido nos Grupos Santo Onofre e Chapada Diamantina, os quais representam, segundo Pflug(1969), modificações faciológicas de uma mesma sequência de deposição em ambiente miogeossinclinal; o Grupo Bambuí ocupa amplas áreas na parte ocidental da folha onde aparece constituindo elevações (Serra do Ramalho) ou verdadeiros chapadões comumente mascarados pelo manto de intemperismo; a sequência do Bambuí abrange uma grande variação litológica porém, macroscopicamente, predominam calcários maciços escuros e calcários margosos com intercalações de filitos e folhelhos; dobramentos suaves afetam as rochas deste grupo cujo tectonismo de quebraimento, embora pouco expressivo, favoreceu à ocorrência de fenômenos cársticos em diversas localidades (São Desidério, Santa Maria da Vitória, etc.). A Formação Urucuaia juntamente com o Grupo Bambuí ocupa praticamente a metade ocidental da folha; a formação Urucuaia repousa em discordância sobre o Bambuí sob a forma de extensos tabuleiros de solos arenosos; litologicamente é constituída de arenitos, arenitos sílticos, arcóseos e siltitos com algumas intercalações de argilas; os arenitos Urucuaia são finos a médios e de cores cremes e avermelhadas; os sedimentos cenozóicos correspondem aos depósitos da Formação Vazantes e aos depósitos residuais inconsolidados ou fracamente consolidados (crostas lateríticas) ambos do Terciário, e aos aluviões dos rios São Francisco e Correntina, e depósitos residuais de superfície formados de crostas ferruginosas ou manganésíferas, cascalhos, areias e clásticos finos corre

latos à cota 500 - 600 metros, e ambos do Quaternário. Do ponto de vista hidrogeológico, as rochas do embasamento cristalino, apresentam-se com fracas possibilidades, tendo em vista que a água subterrânea é aí condicionada ao sistema de fendas e fissuras resultantes do maior ou menor grau de tectonismo que as afetou; os metassedimentos do Grupo Minas, que sofreram tectonismo mais intenso, apresentam-se com numerosas fontes com fortes vazões, e são representados no mapa com potencial muito elevado a elevado. O Bambuí constitui o aquífero mais importante da folha fornecendo vazões da ordem de 30 m<sup>3</sup>/h com rebaixamentos inferiores a 10 m; o aquífero Urucuia apresenta-se também com boas possibilidades hidrogeológicas. Como estes aquíferos são ainda pouco explorados por poços tubulares, maiores informações técnicas deixam de ser acrescentadas. As águas de Bambuí têm resíduo seco médio da ordem de 780 mg/l e, as da Formação Urucuia, 358mg/l. As águas dominantes na folha 27 são as do tipo carbonatadas e, em geral, são boas para todos os usos com algumas restrições.

PARÁ. IDESP - Estudos integrados da Ilha de Marajó. Belém, 1974.  
333 p. il.

### R E S U M O

A Ilha de Marajó, com uma superfície de 49.606 km<sup>2</sup>, situa-se na foz do Rio Amazonas, entre os paralelos 0° a 2° de latitude sul e entre os meridianos 48° a 51° de longitude oeste. A geologia da área é representada por um espesso pacote de sedimentos que vão do Cretáceo ao Quaternário. Os estudos hidrogeológicos executados têm caráter muito geral, não tendo sido determinados os principais aquíferos da área, nem foram feitos os cálculos ou estimativas referentes às reservas das águas subterrâneas. Estudos geofísicos por eletro-resistividade aplicados à hidrogeologia, foram executados pelo IDESP e SUDAM a partir de 1971; tais estudos foram limitados a uma profundidade de 50 metros correspondendo, praticamente, ao aquífero livre.

PARANÁ. ARH - Construção de poços tubulares (profundos no Estado do Paraná - Especificações gerais). Curitiba, 1978.

### R E S U M O

Neste trabalho o autor procura introduzir um conjunto de especificações uteis a locação e perfuração de poços tubulares na bacia do Paraná. Para isto fez a divisão em Províncias: Cristalina, Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. A província Cristalina constituída de migmatitos, xistos, granitos e metamorfitos incluindo as sequências carbonatadas e ectiníticas, oferecendo águas de fissuras captadas através de poços com vazões médias em torno de 12.000 l/h, podendo atingir os 120.000 l/h/poço, no grupo Açungui. A província Paleozóica que engloba as formações Furnas, Ponta Grossa, Itararé, Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rastro, constituídas de arenitos, folhelhos, siltitos e argilitos, que lhes oferecem disponibilidades de água bem diversas. Vazões médias de 70.000 l/h/poço nos arenitos (Furnas) e geralmente inferiores a 10.000 l/h/poço, nas formações mais argilosas. A província Mesozóica tem como principal aquífero o arenito Botucatu que ocorre sob o basalto Serra Geral, o qual devido a grande extensão que ocupa é também de grande importância, apesar de não oferecer altos volumes d'água. Sobre o basalto surge a Formação Caiuá de constituição arenítica e possível de fornecer água em poços com vazões de 10.000 a 50.000 l/h. O Serra Geral oferece vazões de 7.000 a 36.000 l/h, dependendo dos fisuramentos, e o arenito Botucatu, nas áreas de aquífero livre a vazão é em torno de 100.000 l/h, podendo atingir um milhão de litros por hora nas áreas de confinamento. A província Cenozóica que abrange os depósitos recentes litorâneos ou conti

mental com vazões em torno de 5.000 l/h neste e vazões mais moderadas nos litorâneos, a fim de controlar a intrusão marinha. No que se refere as características construtivas de poço, divide-o em 3 partes principais: câmara de bombeamento, poço de acesso e secção filtrante. As etapas de complementação do poço: colocação de revestimento, filtro, pré-filtros, desenvolvimento e teste de produção. Menciona algumas atividades de operação e manutenção de poços tubulares. Todos os poços perfurados e testados no Programa A.R.H/SANEPAR tiveram suas águas amostradas e analisadas, de onde foram tiradas diversas características importantes: as águas do basalto são mais ricas em carbonatos, bicarbonatos, sílicas e sólidos totais; as águas do Botucatu são similares as do basalto Serra Geral; as águas da Formação Guabirotuba são ricas em cloretos; da Formação Caiuá são corrosivas. Contudo todos aquíferos oferecem água potável, possível ao consumo humano.

Apresenta: - 1 quadro representativo da variação da composição físico-química das águas por formação.

1 quadro de valores padrões de potabilidade.

1 mapa de micro-regiões.

4 perfis representativos.

4 modelos de tabela para acompanhamento e controle do regime de bombeamento.

PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 13: Teresina-SE. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1977. 250 p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 57).

#### R E S U M O

A folha nº 13: Teresina-SE localiza-se entre as coordenadas 6°00' a 8°00' sul e 42°00' a 45°00' oeste, e tem uma área de, cerca de, 72.000 km<sup>2</sup>, abrangendo a parte centro-oeste do Piauí e parte da região sudeste do Estado do Maranhão. Um relevo cuestiforme ocupa a parte leste da área com formas subtabulares mergulhando ligeiramente para oeste. Formas de relevo tabulares horizontais de porte elevado são encontradas para oeste. O clima dominante, na maior parte da área é o tipo Aw' de Köppen - tropical, quente e úmido com chuvas de verão. O clima Bsh abrange apenas pequena área na região sudeste da folha e caracteriza-se por escassez de precipitações, temperaturas elevadas e forte evaporação - é o tipo semi-árido. A rede hidrográfica é constituída principalmente pelo rio Parnaíba e seus afluentes. A bacia do Itapecuru ocupa o quadrante noroeste da folha. A "caatinga" no setor piauiense e o "cerrado" em solo maranhense são os principais tipos de vegetação. Do ponto de vista geológico, a área está inteiramente situada na bacia sedimentar do Parnaíba que apresenta estrutura tectônica simples com os sedimentos preenchendo depressões do embasamento e mostrando, as camadas, uma atitude monoclinal com suaves mergulhos para oeste. As sequências sedimentares, cujas idades vão desde o Siluriano ao Cretáceo, no âmbito da folha, são constituídas por uma sucessão rítmica de camadas mais ou menos espessas de arenitos com intercalações de siltitos e fo-

folhelhos. Intrusões de diabásio pós-jurássicas ocorrem em vários pontos da área. A coluna estratigráfica adotada é a da Petrobrás. Os principais sistemas aquíferos são representados pelas formações Cabeças e Poti que são bem conhecidas, do ponto de vista hidrogeológico, em alguns trechos, na parte leste da folha. As demais formações têm interesse hidrogeológico muito restrito funcionando, principalmente, como aquíferos suspensos. A Formação Cabeças é considerada como o sistema aquífero mais importante da área, sendo composta, litologicamente, de uma sequência do Devoniano Médio de arenitos claros finos e médios com intercalações de siltitos e folhelhos cinza escuros e roxos. As zonas mais e menos produtivas do aquífero resultam das variações de fácies, tanto laterais como verticais, da formação. De Paes Landim até São Miguel, onde os perfis são predominantemente arenosos, o aquífero apresenta boa produtividade, com vazões da ordem de 150 a 230 m<sup>3</sup>/h para rebaixamentos de 60 a 65 metros. Os valores médios calculados para as características hidrodinâmicas são:  $T = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  e  $S = 5,1 \times 10^{-4}$ . A vazão de escoamento natural calculada equivale a um volume d'água de  $28,9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$  que atravessa cada quilômetro de seção do aquífero na zona de confinamento. A Formação Poti, que é o segundo sistema aquífero em importância na folha consta, principalmente, de uma sequência de arenitos finos argilosos de cores branca, creme e rósea com intercalações de folhelhos siltitos e calcários. O caráter predominantemente argiloso aliado às grandes variações litológicas da formação dão como resultado um aquífero heterogêneo, em geral, com fraca capacidade produtiva. Os valores médios das características hidrodinâmicas são:  $T = 8,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K = 4,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  e  $S = 4,0 \times 10^{-4}$ . A maior parte

dos corpos que exploram o aquífero apresentam valores baixos de vazão específica que varia de 0,21 a 0,52 m<sup>3</sup>/h/m para rebaixamentos de 60 a 95 metros. As reservas permanentes totais exploráveis da área - 13.917,5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/50 anos - correspondem a, cerca de, 10% das reservas permanentes totais. As estimativas de consumo humano e animal anual (30,8 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano) e até o ano de 1985 (43,1 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano) podem ser atendidas pela vazão de escoamento natural dos aquíferos considerados e correspondem, respectivamente, a 9,3% e 13,1% dos recursos totais exploráveis. Quanto à qualidade química, até a profundidade de 300 metros, as águas são de um modo geral boas para todos os usos, salvo ligeiras restrições. No conjunto, as águas são de baixo grau de salinidade, com um resíduo seco médio da ordem de 288 mg/l. Predominam águas bicarbonatadas (69% das amostras), seguidas das águas cloretadas (9,6% das amostras). Outros tipos químicos são de distribuição restrita e pouco importantes no conjunto. Para o consumo humano, 89,2% das águas são de potabilidade boa. Para uso em irrigação, a maior parte apresenta-se fracamente sódica e de salinidade fraquíssima a média.

PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 18: São Francisco-NE. Recife, SUDENE/ Div. Doc., 1977. p., il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, ).

#### R E S U M O

A folha nº 18: São Francisco-NE, está situada entre os paralelos 8° e 10° sul e os meridianos 42° e 45° oeste Gr., cobrindo uma área de aproximadamente 72.600 km<sup>2</sup> e abrangendo parte do extremo sul do Estado do Piauí e uma parte da região noroeste da Bahia. O regime pluviométrico caracteriza-se por um período seco, o verão (maio a setembro) e um período chuvoso, o inverno (outubro a abril) quando se precipitam mais de 90% das chuvas na área. Segundo Koppen, dominam a área os climas: Aw, com pluviometria em torno de 800 mm/ano e o tipo Bsh que é semi-árido, caracterizado pela insuficiência de chuvas (pluviometria inferior a 650 mm/ano) e forte evaporação. Na área, as temperaturas médias (26° a 27°C) mantêm-se elevadas durante o ano, sendo a amplitude térmica inferior a 5°C. Em Bom Jesus, para o período 1972/76, a evaporação média anual (em tanque "Classe A") foi de 2.292 mm, enquanto a evapotranspiração potencial média anual foi de 1.650 mm. Nas porções E e SE da folha o índice de aridez vai de 15 a 20, correspondendo ao domínio do clima Bsh. O restante da área apresenta índice de aridez entre 20 e 30, onde domina o clima Aw, menos rigoroso. A maior parte da área é drenada por tributários do rio Parnaíba, enquanto na porção sudeste, sobre a área cristalina, a drenagem é feita por afluentes temporários do rio São Francisco. A "caatinga" é o tipo de vegetação dominante na folha, entretanto, o "cer-

rado" restringe-se a uma pequena área no quadrante noroeste. A morfologia da folha, compreende um extenso peneplano com cotas abaixo de 550 m esculpido em rochas cristalinas (região sudeste) e as "cuestas" e chapadas escalonadas, modeladas em sequências sedimentares paleo-mesozóicas e situadas entre as altitudes de 300 m e 650 m (região centro-ocidental). Cerca de 60% da área da folha é constituída por rochas sedimentares da borda sudeste da bacia do Parnaíba, cujas idades vão desde o Siluriano ao Jurássico. Na porção sudeste, afloram rochas cristalinas precambrianas de diferentes graus metamórficos, recobertas às vezes, por depósitos rasos do Quaternário. As rochas que compõem a porção cristalina da área fazem parte dos grupos: Caraíba, Cabrobó, Colomi, Salgueiro, Santo Onofre, Chapada Diamantina e Bambuí. Repousando sobre o embasamento cristalino, encontra-se a Formação Serra Grande (arenitos médios a grosseiros e conglomerados), representando a unidade basal da bacia do Parnaíba. Na sua capa repousa a Formação Pimenteiras (sequência de folhelhos e siltitos com intercalações de arenitos finos). Em seguida, tem-se a Formação Cabeças (arenitos finos a médios e grosseiros, muito permeáveis, com algumas intercalações de siltitos e folhelhos) que é por sua vez capeada pela Formação Longá (principalmente folhelhos cinza avermelhados e roxos, com delgadas intercalações de arenitos finos e siltitos). Seguem-se a Formação Poti, formada principalmente por arenitos finos argilosos, micáceos, com várias intercalações de siltitos e folhelhos cinzentos; a Formação Piauí, constituída em sua maior parte, por arenitos finos a médios, argilosos, micáceos, sendo comuns as intercalações de siltitos e folhelhos vermelhos; a Formação Pedra de Fogo que ocorre em área reduzida, constituída sobretudo por siltitos e arenitos finos, com várias interca

lações de folhelhos e lentes de calcário. Repousando em discordância, sobre Piauí, ocorre a Formação Corda (Jurássico) formada por arenitos médios e grosseiros argilosos, com intercalações de siltitos e folhelhos marrons e róseos. Do ponto de vista hidrogeológico, o meio aquífero do embasamento cristalino está condicionado ao sistema de juntas e fraturas formado durante a sua evolução tectônica e ao seu manto de intemperismo. Na porção sedimentar da folha, foram considerados como mais importantes os sistemas aquíferos correspondentes às formações Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí. As formações Pimenteiras e Longá destacam-se como "aquitards" e confinantes dos sistemas sotopostos. As formações Pedra de Fogo e Corda não apresentam interesse hidrogeológico. O quadro a seguir mostra os valores médios das características hidrodinâmicas dos aquíferos considerados:

AQUÍFERO	C O E F I C I E N T E S		
	TRANSMISSIVIDADE T (m <sup>2</sup> /s)	PERMEABILIDADE K (m/s)	ARMAZENAMENTO S
Cabeças	1,81. 10 <sup>-2</sup>	6,89. 10 <sup>-5</sup>	1,99. 10 <sup>-5</sup>
Serra Grande	3,02. 10 <sup>-3</sup>	9,10. 10 <sup>-6</sup>	2,49. 10 <sup>-4</sup>
Poti-Piauí	3,00. 10 <sup>-4</sup>	3,92. 10 <sup>-6</sup>	1,49. 10 <sup>-3</sup>

O aquífero Cabeças constitui o principal sistema hidrogeológico da área, seguindo-se os sistemas Serra Grande e Poti-Piauí. A captação de Cabeças pode ser feita em qualquer ponto da área, requerendo poços com profundidade máxima de 700 m. A área mais favorável para captação de Serra Grande é a região de São João do Piauí. O sistema Poti-Piauí é captado, de maneira mais favorável, nos trechos de meia encosta ou em chapadas pouco elevadas (cotas abaixo de 320 m), onde os níveis d'água não ultrapassem 20 m de profundidade. No quadro

a seguir, representa-se uma estimativa dos recursos hídricos subterrâneos totais exploráveis dos aquíferos na folha.

AQUÍFERO	ESCOAMENTO NATURAL		RESERVAS PERMANENTES EXPLORÁVEIS		RECURSOS TOTAIS EXPLORÁVEIS
	(1) Vazão (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ano)	% do volume precipitado	Volume de Exploração (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		(3) = (1) + (2) Esc.Nat. + Res.Perm. (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ano)
			(2) Anual	Em 50 anos	
Cabeças	323,6	2,36	50,6	2.531,3	374,2
Serra Grande	51,3	1,88	40,6	2.031,8	91,9
Poti - Piauí	61,4	0,37	114,0	5.700,8	175,4
Embasamento	130,0	1,04	-	-	130,0
TOTAIS	566,3	-	205,2	10.263,9	771,5

As estimativas do consumo d'água para a população humana e animal, e para uso em irrigação, podem ser plenamente atendidas pela vazão de escoamento natural dos aquíferos. Quanto à qualidade, as águas das rochas sedimentares são de baixo grau de salinização com um resíduo seco médio da ordem de 200 mg/l, enquanto que, nos terrenos cristalinos, as águas são mais mineralizadas com um resíduo seco médio de 1.220 mg/l. A composição química das águas mostra uma predominância de Águas Carbonatadas presentes em todos os aquíferos; seguem-se as Águas Cloretadas, que provêm dos poços manuais e fontes, principalmente, do aquífero Poti-Piauí, e as Águas Mistas que são as de salinidade mais baixa (R.S. médio = 115 mg/l).

PIAUÍ, CIDAPI. Companhia de Desenvolvimento Agropêcuário do Piauí - Estudos preliminares de captação de água subterrânea no Estado do Piauí. •Teresina, 1975.

### R E S U M O

O Governo do Estado do Piauí elaborou os estudos em pauta, com o objetivo de examinar as possibilidades de captação de águas subterrâneas para irrigação de pequenas áreas destinadas à produção forrageira. Tornou-se necessário formular uma série de hipóteses e modelos de exploração aos quais podem-se assimilar a maior parte dos projetos reais a executar, tendo em vista a grande área ocupada pelo Estado além de um certo número de fatores (topográficos, climáticos, pedológicos, sociais, etc.) a considerar na escolha de soluções técnicas e econômicas mais favoráveis para um projeto agropecuário. Maior destaque foi dado aos estudos hidrogeológicos, já que o fator água é o mais limitante, condicionante, desconhecido e difícil de avaliar. Os resultados dos estudos hidrogeológicos e econômicos indicam possibilidades de exploração das águas subterrâneas para irrigação em condições de rentabilidade positiva em uma grande variedade de situações geográficas dentro do Estado do Piauí, sendo a maior ou menor rentabilidade função de dois fatores: 1) localização geográfica do empreendimento, que determina as condições técnicas e econômicas de captação da água; 2) dimensão do empreendimento, isto é, a superfície irrigada por poço, pois é difícil rentabilizar o investimento em poço e bomba quando a superfície irrigada é pequena. Em condições hidrogeológicas favoráveis (formações Serra Grande e Cabeças) recomenda-se aumentar a superfície irrigada até o máximo permitido pela capacidade financeira do empresário. En-

tretanto, sob condições hidrogeológicas desfavoráveis (sistemas Poti-Piauí e Corda-Urucuia), não é recomendável, nem técnica nem economicamente, irrigar grandes superfícies, em face dos excessivos rebaixamentos que ocorreriam nos níveis d'água dos poços; neste caso a dimensão rentável da superfície irrigável seria um fator crítico, não podendo ser nem excessivamente grande nem pequena.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha & GASPARY, Jean - As águas subterrâneas do Nordeste: estimativas preliminares. 2ª ed. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1971. 46 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 6).

### R E S U M O

Os cálculos das reservas de águas subterrâneas foram executados para as diversas bacias sedimentares e para as áreas cristalinas. O escoamento natural foi calculado, com base nos resultados obtidos na bacia sedimentar do Alto Jaguaribe, a qual foi tomada, hidrogeologicamente, como representativa das demais bacias do Nordeste. Ali foi determinado que, para uma pluviometria de 800 mm/ano, a contribuição para as águas subterrâneas é de  $2,8 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$ , o que corresponde a uma taxa de infiltração de 43,3%. Para as outras bacias, foram consideradas as respectivas pluviometrias médias anuais, determinando-se as taxas de infiltração correspondentes, com base na proporção observada no Alto Jaguaribe. Assim, a relação infiltração-precipitação foi considerada como linear no intervalo pluviométrico da região que oscila entre 500 mm (Jatobá) e 1.000 mm (Maranhão); considerou-se, ainda, que a infiltração é, praticamente, nula nos anos secos, isto é, de pluviometria abaixo da média. A relação infiltração-precipitação não sendo, em geral, linear, foi considerada como tal, o que parece bastante viável, tendo em vista a escala de trabalho. Para o cálculo das reservas permanentes foram usados os valores das características hidrodinâmicas e dimensionais disponíveis ou adotadas para as várias formações aquíferas em cada bacia. Nestas condições, as reservas permanentes totais das águas subterrâneas do Nordeste são da ordem de  $3 \times 10^{12} \text{ m}^3$  das quais,

estima-se que, cerca de,  $19 \times 10^9 \text{ m}^3$  são exploráveis anualmente; considera-se 1.000 metros como profundidade máxima de captação. A vazão de escoamento natural, que ascende a um total de  $5 \times 10^{11} \text{ m}^3$ , pode ser totalmente utilizada em face de sua renovação anual.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha & MARINHO, Maria Elizabeth - Hidrologia das Secas - Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc. 1972. 126 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 40).

### R E S U M O

As secas que assolam o Nordeste Brasileiro constituem fenômeno de caráter imprevisível, evidenciando um aspecto menos agudo, nos anos normais, mas sempre latente: a falta d'água para o desenvolvimento das atividades agrícolas. O autor destaca que esta situação é particularmente grave no chamado Polígono das Secas (940.000 km<sup>2</sup> e 17 milhões de habitantes), mas afeta com intensidade variável o conjunto da região (1.600.000 km<sup>2</sup> e 27 milhões de habitantes), cujas características são: 1) temperaturas médias muito elevadas (23 a 28°C) variando pouco de uma área a outra, com amplitudes térmicas diárias de 10°C, mensais de 5 a 10°C e anuais de 1 a 5°C; 2) uma insolação muito forte, de 2.800 horas por ano em média, o que representa aproximadamente 55% da insolação possível; 3) chuvas concentradas em uma única estação úmida (de 3 a 5 meses) cuja média é de 750 mm, mas muito irregulares - coeficiente de variação atingindo 257%. Estes diferentes elementos climáticos combinados dão, como resultado, uma aridez generalizada. A evaporação é muito intensa durante todo o ano, especialmente na estação úmida que é um período quente (ao contrário do que acontece nas regiões temperadas). As perdas d'água por evaporação e transpiração das plantas superam o escoamento superficial e a infiltração. Com efeito, os elementos do balanço hidrológico mostram que 91,8% das chuvas que se precipitam na área são consumidos pelos fenômenos de evaporação e transpiração.

ção, enquanto que, 8% contribuem para o escoamento superficial e, apenas 0,2% se infiltra para constituir as reservas subterrâneas. O comportamento dos diferentes elementos que compõem o ciclo das águas está diretamente condicionado ao regime pluviométrico: irregularidade de sua distribuição no espaço e no tempo. Em média, durante 6 a 7 meses do ano não se observa qualquer fluxo na rede hidrográfica; nos anos de seca, praticamente, não se registra escoamento, o que se reflete com efeitos catastróficos na economia regional. Para o combate as secas, o governo adotou providências compreendendo duas linhas de ação: 1) ação de emergência no sentido de remediar os efeitos das secas; 2) ação de caráter permanente visando propriamente evitar os efeitos climáticos sobre a produção; nesta forma de ação, destacam-se os açudes, barragens e os milhares de poços tubulares já construídos na região.

RIO GRANDE DO SUL. CORSAN - Companhia de Saneamento do Rio Grande do Sul - Caracterização dos recursos hídricos subter-  
râneos do Rio Grande do Sul: prognóstico sobre os manan-  
ciais. Porto Alegre, PLANAT, 1977. 47 p. il.

### R E S U M O

O Estado do Rio Grande do Sul é, em sua grande maioria consti-  
tuído superficialmente por rochas deposicionais e vulcânicas  
integrantes da Bacia do Paraná; em menor escala, por um escudo  
formado de rochas cristalinas recobertas, em parte, por sedi-  
mentos pré-devonianos associados a rochas vulcânicas, na re-  
gião centro-sul, e por sedimentos cenozóicos restritos à fai-  
xa litorânea e às bordas das lagunas. Ocorrem também cobertu-  
ras terciárias interiores de extensão restrita. Associando as  
condições geológicas, geomorfológicas e climáticas A. Hausman  
dividiu o Estado em 6 províncias hidrogeológicas, que foram  
também consideradas, neste trabalho. São elas: a) Província  
do Escudo Rio-Grandense que abrange todo conjunto de rochas  
cristalinas da região centro-sul do estado. Nela estão inclui-  
dos: o conjunto de migmatitos, granitos e ectinitos do Grupo  
Cambaí; a sucessão de ectinitos com associações magmáticas do  
Grupo Porongos; as formações da sequência terrígena superior  
de pós inversão (Formação Maricá e Grupo Bom Jardim); os sedi-  
mentos de molassa continental associados ao vulcanismo andesi-  
tico pós-orogénico (Grupo Camaquã); os depósitos clásticos  
da Formação Caneleiras. Nesta província as águas subterrâ-  
neas encontram-se armazenadas nas fissuras e zonas fissuradas.  
A detecção de zonas mais promissoras de água subterrânea deve  
ser sempre apoiada no conhecimento da tectônica de ruptura e

no exame fotogeológico. As rochas mais susceptíveis de se apresentarem com maior grau de fissuramento são aquelas do Grupo Porongos. A recarga dos diversos sistemas aquíferos de fissuras é assegurada pelos excedentes de água que escapam à evapotranspiração e ao escoamento superficial, por infiltração direta através das zonas fissuradas expostas na superfície ou indiretamente, através do manto de intemperismo. O resíduo seco de suas águas é em média de 230 mg/l, a dureza é da ordem de 7<sup>o</sup>F o que afirma sua boa qualidade, possível de serem utilizadas para qualquer fim. De 208 poços que captam água em rochas dessa província foram obtidos os seguintes resultados de frequência, quanto a vazão captada: 68% com vazão inferior a 5 m<sup>3</sup>/h, dentre os quais 28% com vazão abaixo de 1 m<sup>3</sup>/h; 15% entre 5 e 10 m<sup>3</sup>/h e 17% superando os 10 m<sup>3</sup>/h. Baseado nas curvas de frequência acumulada da produção dos poços perfurados e admitindo como vazão provável aquela que corresponde à frequência acumulada de 50% dos poços, determinou-se para a província do Escudo Rio-Grandense o valor de 2,5 m<sup>3</sup>/h por poço; b) Província do Planalto abrangendo todo o planalto rio-grandense, constituído por rochas basálticas, ocupando toda região norte do Estado. Trata-se de um aquífero fissurado com recarga natural assegurada por infiltração direta nas zonas de fissuras ou através do manto de intemperismo que tem constituição argilosa e espessura inferior a 10 metros. É nesta província que se encontra o maior número de poços perfurados, no total de 449, com uma vazão média de 12 m<sup>3</sup>/h por poço. A frequência determinada foi de: 15% com vazões inferiores a 2 m<sup>3</sup>/h; 35% com vazões entre 2 e 5 m<sup>3</sup>/h; 45% com vazões entre 5 e 35 m<sup>3</sup>/h e 5% com vazões superiores a 35%. A probabilidade de 50% determina a vazão de 12 m<sup>3</sup>/h; profundidade média de 90 m; nível estático inferiores a 25 m; resíduo seco infe-

rior a 200 mg/l. Maior número das cidades gauchas estão localizadas nesta província, com cerca de 60% da população do Estado, daí a importância da exploração d'água do basalto; c) Província da Borda do Planalto representada pela borda do Planalto profundamente festonada e entalhada, tendo como rocha aflorante o basalto e com probabilidade de atingir o arenito Botucatu a uma profundidade inferior a 300 m, do qual tem-se informações apenas de 2 poços, com vazões de 10,3 e 11,7 m<sup>3</sup>/h. Por tratar-se de borda, o basalto desta província apresenta comportamento de aquíferos com risco de exaustão de poços devido a extensão limitada do reservatório. Em 37 poços foram determinados os valores predominantes de: profundidade inferior a 100 m (70%); nível estático inferior a 25 m (95%); nível dinâmico variando de 15 a 60 m (95%); vazão média de 16,33 m<sup>3</sup>/h, variando de 2,2 a 30,4 m<sup>3</sup>/h (68%). Porém, o prognóstico de rendimento estabelecido pela Planat foi de 7,5 m<sup>3</sup>/h por poço, com uma probabilidade de 74%; d) Província da Cuesta Uruguaia constituída pelo basalto sobre o pacote sedimentar em estrutura monoclinal com possibilidades de captação d'água do basalto Serra Geral e do arenito Botucatu. Este é o mais importante nesta província, apesar de que se tem dados apenas dos poços perfurados em Alegrete, dando uma vazão específica da ordem de 3,8 m<sup>3</sup>/h/m. Sobre a Serra Geral também se tem dados apenas de 7 poços que apresentam uma vazão específica média de 0,49 m<sup>3</sup>/h/m, localizados no município de Quaraí e outros 2 poços, com vazão específica média de 0,82 m<sup>3</sup>/h/m, localizados no município de Uruguaiana. Sua produtividade depende basicamente das condições tectônicas locais; e) Província da Depressão Periférica que engloba toda espessa sequência de sedimentos paleozóicos e mesozóicos aflorantes entre o Escudo Rio Grandense e os derrames basálticos da Formação Serra Geral. Os principais aquíferos desta província seriam Rio Boni-

to e Botucatu. Todavia os dados que se tem sobre o Rio Bonito são desanimadores. O Botucatu, é o que apresenta maior potencialidade, podendo fornecer vazões de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  (em Santana do Livramento) e  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  (em São Francisco de Assis) para rebaiamento da ordem de 30 metros. A Formação Rosário do Sul constitui aquífero bastante irregular e apresenta riscos de ocorrência de águas salobras devido a circunstâncias locais. Em termos globais a Planat determinou o valor de  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$  para a produtividade por poço neste aquífero, levando em conta a sua heterogeneidade. Sobre o aquífero aluvionar não existem informações precisas com respeito a produção d'água, porém não tem importância para projetos de abastecimento urbano. As formações Suspiro, Palermo, Irati e Estrada Nova, devido a suas baixas permeabilidades são consideradas aquícludes e sem interesse hidrogeológico; f) Província do Litoral que inclui a Bacia de Pelotas e os depósitos da Planície Costeira integrantes do Grupo Patos. A estimativa global de produtividade de poços nesta província é de  $9 \text{ m}^3/\text{h}$ , com vazão específica variável de  $0,3$  a  $0,6 \text{ m}^3/\text{h/m}$ .

Apresenta em anexo:

- 1 mapa das Províncias Hidrogeológicas
- 1 Mapa Geológico
- 12 gráficos de frequência acumulada da produção dos poços.
- quadro de prognóstico sobre utilização de águas subterrâneas.
- quadro das características médias dos poços por aquífero.

SANTA CATARINA. CASAN - Estudo de viabilidade do abastecimento por águas subterrâneas das comunidades catarinenses. Curitiba, s.d. n.p. il.

### R E S U M O

Abrange dados referentes ao clima, a hidrologia de superfície, a geomorfologia e a geologia de todo Estado de Santa Catarina. Neste resumo constarão os dados principais contidos no estudo das águas subterrâneas. De conformidade com as condições geológicas, fisiográficas e hidrogeológicas, todo Estado foi dividido em quatro províncias: Cristalina (Subprovíncias Precambriana e Eo-Paleozóica) Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. A subprovíncia Precambriana domina territorialmente a província cristalina, sendo potencialmente, a mais fraca em produtividade hídrica, dado o caráter relativamente maciço de seus constituintes rochosos. O fraturamento se apresenta disperso, variando de intensidade de local para local, formando zonas aquíferas, do tipo livre, com nível piezométrico pouco profundo, nível estático médio de 4 m, em 60 poços. Nas áreas topograficamente elevadas este nível aflora no contato do manto de intemperismo com a rocha fresca, originando as fontes. A subprovíncia Eo-Paleozóica corresponde ao pacote de rochas denominadas Grupo Itajaí, com fraturamento mais intenso do que nas rochas da subprovíncia Precambriana, o que lhe confere a posição do melhor dos sítios aquíferos da região cristalina catarinense, com poços, em número de 6, oferecendo vazões de 2.600 a 12.000 l/h, média de 5.200 l/h; profundidades de 50 a 150 m, média de 109 m; níveis estáticos de 5 a 8 m, média de 7 m e vazões específicas de 54 a 333 l/h/m, média 147 l/h/m, para níveis dinâmicos de 25 a 60 m, média 49 m. Na subprovín

cia Precambriana, em 66 poços os valores encontrados foram : profundidade de 18 a 224 m, média 83 m; nível estático de 1 a 25 m, média de 4 m; nível dinâmico de 2 a 80 m, média de 43 m; vazão de 200 a 30.400 l/h, média de 5.600 l/h e vazão específica de 5 a 10.000 l/h/m, média de 240 l/h/m. A província Paleozóica corresponde a toda sequência sedimentar, destacando apenas duas formações que podem ser classificadas como aquíferos: Furnas e Rio Bonito. As demais formações são classificadas como aquícludes. Todavia o aquífero Furnas ocorre sempre a profundidades superiores a 500 m, o que torna difícil a possibilidade de sua exploração. O aquífero Rio Bonito constitui o único da Província Paleozóica catarinense já que 2/3 de sua espessura, sempre superior a 100 m, consiste de arenitos. Em 8 poços as características apresentadas foram : profundidade de 40 a 140 m, média 84 m; nível estático de 1 a 11 m, média de 5 m; nível dinâmico de 7 a 20 m, média de 17m; vazão de 8.000 a 12.300 l/h, média 9.800 l/h e vazão específica de 800 a 2.200 l/h/m, média de 1.050 l/h/m. Como aquícludes estão classificados: o subgrupo Itararé, a formação Palermo e o grupo Passa Dois, os quais, localmente, podem oferecer condições aquíferas consideráveis. Em 10 poços captando água do subgrupo Itararé as características determinadas foram : profundidade de 60 a 220 m, média de 140 m; nível estático de 3 a 26 m, média 15 m; nível dinâmico de 20 a 220 m, média 65 m; vazão de 250 a 12.000 l/h, média de 4.200 l/h e vazão específica de 80 a 840 l/h/m, média de 82 l/h/m, 60% inferior a 100 l/h/m. Em 5 poços perfurados em rochas do grupo Passa Dois as características são: profundidade de 85 a 200 m, média de 135 m; nível estático de 2 a 12 m, média de 7 m; nível dinâmico de 25 a 85 m, média de 55 m; vazão de 2.000 a 12.000 l/h ,

média de 8.900 l/h e vazão específica de 35 a 750 l/h/m, média de 340 l/h/m. Pertencendo a província Cenozóica estão os arenitos eólicos da formação Botucatu e os derrames basálticos da formação Serra Geral, cobrindo uma área de 4.200 km<sup>2</sup>. A espessura do Botucatu varia de 100 a 480 m, de leste para oeste, e sua porosidade efetiva é de 10% a 20%. Em Santa Catarina não há poços captando deste aquífero. No aquífero Serra Geral foram catalogados cerca de 18 poços tubulares com profundidade de 81 a 195 m, média de 106 m; nível estático de 2 a 160m, média de 25 m; vazão de 200 a 16.500 l/h, média de 5.000 l/h; vazão específica de 8 a 1.189 l/h/m, média de 288 l/h/m. A província Cenozóica abrange os sedimentos litorâneos e fluviais espraiados ao longo da planície costeira. Constituída de clásticos finos a médios, em parte bem selecionados (dunas) e em grande parte não (aluviões e terraços). As maiores espessuras detectadas são na ordem de 60 m e a porosidade efetiva varia de 2 a 10%. Em cerca de 20 poços inventariados a vazão específica varia de 10 a 1.200 l/h/m, média de 300 l/h/m, 60% inferior a 200 l/h/m. Resíduo seco inferior a 200 mg/l.

Como anexo tem: - 1 mapa de pontos d'água inventariados  
- Catálogo de pontos d'água por província.

SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica -  
Estudo de Águas Subterrâneas - região administrativa 6 - Ri-  
beirão Preto. São Paulo, 1974. 4 v. il.

### R E S U M O

A Região Administrativa nº 6 ocupa a porção extremo-nordeste do Estado de São Paulo, entre os meridianos  $47^{\circ}00'$  e  $49^{\circ}15'W$  e os paralelos  $20^{\circ}00'$  e  $22^{\circ}15'$  sul, ocupando uma área de  $35.600 \text{ km}^2$ . Sua população é de 1,4 milhões de habitantes distribuídas em 80 cidades que se abastecem, predominantemente, de águas superficiais mas, que, devido ao aumento gradativo da poluição dos rios, a procura d'água subterrânea tem aumentado. Três principais aquíferos se encontram nessa região: Botucatu, Serra Geral e Bauru. O aquífero Botucatu é formado por areia fina, de granulação uniforme, não coesa e mal estratificada, ocupando uma área de  $5.000 \text{ km}^2$ . A camada arenosa saturada de água mergulha na direção oeste, por baixo dos derrames de basalto. O limite inferior deste aquífero é marcado por camadas superiores da formação Pirambóia, compostas de argila ou de arenito síltico. Maior parte do aquífero se encontra sob o basalto em condições de confinamento. Sua espessura varia de zero, a leste, a 120 m a oeste. No total foram cadastrados 630 poços, 31% dos quais explorando água do Botucatu, 19% do Serra Geral, 15% do Bauru, 4% do Bauru + Serra Geral e o restante não foi definido. A profundidade média dos poços captando o aquífero Botucatu é de 134 m variando de 42 a 860 m. A vazão média é de  $54 \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo 57% inferior a média. A vazão específica média é de  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Onde é possível captar o Botucatu a uma profundidade inferior a 500 m, existe possibilidade razoável de que o abastecimento d'água urbano e

industrial, com água subterrânea, seja economicamente mais vantajoso. O coeficiente de armazenamento é de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  e a transmissibilidade é de 65 a 240  $m^2/d$ . A parte superior do Pirambóia, do ponto de vista hidrogeológico, funciona, em conjunto com o aquífero Botucatu. O aquífero Serra Geral, constituído de basalto com espessura de 200 m, na porção central, e superior a 600 m, próximo ao limite ocidental. A profundidade dos poços é em média de 144 m, sendo 62% dos poços inferior a média. Vazão média de 20  $m^3/h$ , de 1 a 100  $m^3/h$ , sendo os poços com água sob pressão. O aquífero Bauru, ocupa uma área de 10.000  $km^2$ , e é constituído de areia, argila, areia calcíferas e conglomerado. Sua espessura é em torno de 200 m. Os poços apresentam profundidade média de 81 m, de 24 a 147, 50% inferior a média; vazão de exploração em torno de 15  $m^3/h$ , de 2 a 80  $m^3/h$ , sendo 68% inferior a média. Sua vazão específica média é em torno de 1,4  $m^3/h/m$ . A transmissibilidade varia de 20 a 50  $m^2/d$ ; a permeabilidade (K) média é de 0,5 m/dia, enquanto que a porosidade varia de 5 a 15%. Toda água da região apresenta baixo teor de sais, alto conteúdo de sílica, pH baixo (4,3 a 7,5), alto teor de sódio e baixo teor de cloretos.

SÃO PAULO. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica -  
Estudo de águas subterrâneas, região administrativa l gran-  
de São Paulo. São Paulo, 1975, 3 v., il.

### R E S U M O

Este trabalho se refere ao grande São Paulo e consta de um estudo completo de geologia, hidrometeorologia, hidrologia superficial e subterrânea e química das águas do Alto Tieté. Por se tratar de um relatório muito denso e por ser o assunto de mais interesse, este resumo se refere apenas aos estudos hidrogeológicos. Em todo Grande São Paulo a água subterrânea entra com 20% de toda água consumida pelos habitantes através de captação de milhares de poços profundos e dezenas de milhares de poços rasos perfurados nos dois aquíferos existentes: o sedimentar e o cristalino. O aquífero sedimentar é a principal fonte d'água subterrânea da Bacia de São Paulo, ocupando uma área de 8.000 km<sup>2</sup> e com uma espessura saturada em torno de 200 m. Devido a intensa exploração de suas águas essa espessura tem diminuído gradativamente, visto que, por outro lado, a recarga do aquífero, com água de chuva, é dificultada pelas inúmeras construções civis realizadas na área. Com esse estudo o aquífero foi dividido em 3 condições: áreas onde se deve reduzir o volume d'água extraído atualmente, áreas onde é possível aumentar o volume d'água explorado e áreas onde é possível continuar extraído o mesmo volume d'água. Os valores da transmissibilidade varia de 15 a 70 m<sup>2</sup>/dia, com uma média de 50 m<sup>2</sup>/dia, aproximadamente. Os valores da vazão específica variam entre 0,2 m<sup>3</sup>/h/m a 3,4 m<sup>3</sup>/h/m com uma média de 1,5 m<sup>3</sup>/h/m. Estes valores foram determinados para 8 poços representativos. O coeficiente de armazenamento é estimado em

2% a 10%. Para 933 poços captando água desse aquífero, a vazão média determinada foi de  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ , dos quais 50% têm uma produção em torno de  $8,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . A vazão específica média determinada foi de  $1,66 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , sendo que 50% dos poços apresentam vazão específica em torno de  $0,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . O aquífero cristalino se estende sobre toda a região do Grande São Paulo, cobrindo 85% de sua superfície, e mesmo além dos seus limites, tendo na sua porção superior uma parte alterada e outra semi-alterada sobre a rocha inalterada. As condições de baixa transmissividade determina uma unidade independente para cada vale ou depressão. As características hidrogeológicas do aquífero cristalino são das piores, com poços fornecendo vazões da ordem de 3 a  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , para um grande rebaixamento de nível durante o bombeamento, dando uma vazão específica de  $0,06 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  a  $0,69 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  ( $0,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , em média para 934 poços, dos quais 85% apresentam vazão específica inferior a  $0,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ). A profundidade desses poços variam de 100 a 300 m. O embasamento cristalino é constituído de metassedimentos, gnaisses e xistos, ocorrendo também rochas graníticas que são menos promissoras a água. O pacote sedimentar é constituído de argilas e siltes que predominam sobre as areias que ocorrem em horizontes finos, correspondendo a 35% do volume total. Inclui um grande número de anexos compondo 2 volume (II e III).

SÃO PAULO. DAEE - Departamento de Águas e Energia. Elétrica -  
Estudo de águas subterrâneas região administrativa, 7, 8, 9  
Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba. São Paulo. 1976.  
v.1. il.

### R E S U M O

As regiões administrativas 7, 8 e 9 estão localizadas na parte noroeste do Estado de São Paulo, cobrindo uma área de 61.912 km<sup>2</sup>, entre os paralelos 20° e 22°50' e os meridianos 48°15' e 51°45'. Neste trabalho, além do estudo das águas subterrâneas, constam levantamento das condições climáticas, dados de hidrologia de superfície, dados sobre a geologia e um balanço geral da utilização atual e futura dos recursos hídricos. A formação Bauru, os derrames de basalto da formação Serra Geral e os arenitos da formação Botucatu e Piramboia representam os aquíferos explorados das regiões acima mencionadas. Foram cadastrados 1.750 poços, dos quais 1.167 apresentaram dados de vazão de exploração. Destes, 714 (61%) estão captando água do aquífero Bauru, com vazões de 5 a 80 m<sup>3</sup>/h, média de 12,9 m<sup>3</sup>/h, 46% inferior a 10 m<sup>3</sup>/h. Vazão específica média de 0,5 m<sup>3</sup>/h/m. Sua porosidade varia de 5% a 15%. A permeabilidade é de 0,5 m/dia e a transmissividade de 10 a 100 m<sup>2</sup>/d. Trata-se de um aquífero confinado ou semi-confinado. Captando água do aquífero Serra Geral foram cadastrados 74 poços com vazões de 1 m<sup>3</sup>/h a mais de 80 m<sup>3</sup>/h, média de 28,7 m<sup>3</sup>/h, 40% inferior a 10 m<sup>3</sup>/h/m. Como se trata de um aquífero com fluxo d'água somente nas fraturas, os valores da transmissividade são representativos de movimento regional das águas subterrâneas, e variam de 1 a 210 m<sup>2</sup>/d, com média de 20 m<sup>2</sup>/d, sendo a maioria inferior a média. A porosidade efetiva varia de 1% a

5%. A maioria dos poços apresentam água sob pressão. Entre os poços cadastrados há 140 que captam água do aquífero Bauru em conjunto com o Serra Geral com vazões de 1 a 70 m<sup>3</sup>/h, média de 15 m<sup>3</sup>/h, 51% inferior a 10 m<sup>3</sup>/h. Botucatu e Pirambóia são considerados como um único aquífero e permitem os melhores poços, mas, são em número reduzido devido a grande profundidade em relação aos dois aquíferos anteriores. São em número de 43, 4% do total de poços cadastrados, dos quais são extraídos cerca de 7,7.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de água por ano. Sua permeabilidade média é de 3,5 m/d e de 10<sup>-4</sup> a 10<sup>-6</sup> o seu coeficiente de armazenamento, que indicam as condições de aquífero confinado. Há interfluxo entre o Botucatu e os aquíferos superiores. A maioria das águas apresentam resíduo seco menor que 200 mg/l, alto conteúdo de sílica e um teor relativamente elevado de cálcio e sódio. Este é representativo das águas do aquífero Botucatu.

SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 3 e faixa litorânea São José dos Campos. São Paulo, 1977. v.3,il.

### R E S U M O

Este trabalho faz parte do conjunto de estudos desenvolvidos pelo "Grupo de Planejamento" para o Projeto Estudo de Águas Subterrâneas da 3ª Região Administrativa. Tem como objetivo principal analisar os sistemas públicos de abastecimento, compatibilizando as informações gerais dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos com as informações específicas das demandas de água para fins de abastecimento público. Não apresenta estudo profundo de hidrogeologia, limitando-se apenas a fornecer dados de profundidade e vazão dos poços que servem ao abastecimento de algumas cidades dessa região administrativa. No total são 10 cidades dentre as quais algumas usam água subterrânea como complemento ao sistema de abastecimento, com o total de 42 poços, dos quais 28 só em São José dos Campos. Esses 42 poços produzem 32.000 m<sup>3</sup>/dia, equivalente a cerca de 20% do total produzido pelos sistemas das 10 cidades, resultando um rendimento médio de aproximadamente 760 m<sup>3</sup>/dia por poço. Os 28 poços de São José dos Campos apresentam uma vazão média de 51 m<sup>3</sup>/h, variando de 4 a 116 m<sup>3</sup>/h, e são instalados com compressor ou bomba submersa. O aquífero é sedimentar. Em Taubaté há somente um poço, captando água de aluvião com vazão de 15 m<sup>3</sup>/h. Em Guaratinguetá há também somente um com profundidade de 150 m e vazão de 16 m<sup>3</sup>/h. Em Jacareí foram perfurados 3 poços mas, apenas 2 estão sendo utilizados, e, somente um deles apresenta dados de profundidade e vazão, que são 110 m e 30 m<sup>3</sup>/h, respectivamente. Em Lorena o recurso de

água subterrânea provém de 6 poços, dentre os 8 existentes. A profundidade média é de 190,2 m, variando de 150 a 350, e a vazão média é de 44,2 m<sup>3</sup>/h, variando de 28 a 110 m<sup>3</sup>/h. Caçapava tem 6 poços com vazão média de 54,8 m<sup>3</sup>/h, variando de 11,8 a 97,6 m<sup>3</sup>/h. Para cada cidade há sempre sugestão para captação d'água subterrânea, com as características gerais e número de poço a perfurar.

SÃO PAULO. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Determinação das características e espessura da decomposição cárstica em regiões próximas a Irecê (Bahia). São Paulo, SUVALE, 1972. 7 p. il. 6 map. (Relatório nº 6.291).

#### R E S U M O

Trata-se de um estudo geofísico pelos métodos de Refração Sísmica e de Eletro-Resistividade. Foram desenvolvidas 18 bases sísmicas, numa extensão de 4.650 m, e, 52 sondagens elétricas ao longo das linhas sísmicas. Os ensaios realizados nas regiões de Central, Ipanema, Macedônia e Conquista evidenciaram a existência de carstificação, podendo o calcário Bambuí ser dividido subsuperficialmente em três feições estruturais distintas: Zona A: carste com fraturas e cavernas; Zona B: calcário muito fraturado e saturado de água; Zona C: calcário são. Na zona de carste com fraturas e cavernas foi determinado um nível piezométrico da ordem de 8 m de profundidade, embora as flutuações do mesmo sejam abruptas. A espessura da zona de calcário muito fraturado e saturado é em torno de 30 a 50 m e as águas das fraturas apresentam alto teor salino, indicando ausência ou pequena circulação. O calcário são (zona C) está a uma profundidade média de 60 m.

Anexos: - 5 dromocrônicas com interpretação dos resultados  
- 1 bloco diagrama com localização das linhas sísmicas.

SÃO PAULO . IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Estudos hidrogeológicos nas bacias dos rios Verde e Jacaré. São Paulo, SUVALE, 1972. 2 v. il. (Relatório nº 6.530).

### R E S U M O

A área considerada localiza-se no Estado da Bahia, à margem direita do rio São Francisco, e tem uma superfície aproximada de 50.000 km<sup>2</sup>; grosseiramente, a área situa-se entre os paralelos 09°30' e 12°30' e os meridianos 41°00' e 43°00', correspondendo à zona fisiográfica da Chapada Diamantina. O calcário Bambuí que ocupa, cerca de, 15.000 km<sup>2</sup> constitui o principal aquífero da área estudada; a água subterrânea no calcário está condicionada à ocorrência de fraturas e pequenos canais de dissolução, de tal modo que os poços de captação só excepcionalmente, deverão ultrapassar os 120 metros de profundidade, visto que, a carstificação, na área, é pouco desenvolvida. De acordo com o processamento dos dados das análises, as águas do aquífero Bambuí, de um modo geral, são boas para irrigação. Os autores indicaram áreas descontínuas para implantação de pequenos projetos de irrigação, nas quais são melhores as possibilidades de aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos; entretanto, nestas áreas, deverão ser realizados estudos de detalhe para um melhor dimensionamento das reservas subterrâneas.

SÃO PAULO. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subter-  
râneas: avaliação preliminar. São Paulo, 1972. 2 v.

### R E S U M O

Este trabalho se refere a totalidade do Estado de São Paulo e apresenta um apanhado geral das suas condições no que concerne às disciplinas de Geologia, Hidrogeologia, Meteorologia e Hidrologia de Superfície. A quarta parte da superfície do Estado é coberta por rochas do embasamento cristalino e as outras três quartas partes por rochas sedimentares pertencentes a bacia do Paraná, compreendendo os seguintes grupos de aquíferos: a) aquíferos regionais: arenitos Botucatu e Bauru; b) aquíferos regionais com extensão limitada: formações Furnas e Caiuá, sedimentos terciários das bacias de São Paulo e Taubaté e sedimentos litorâneos; c) aquíferos localizados: falhamentos no Embasamento Cristalino, rochas calcárias cavernosas, camadas arenosas do grupo Tubarão e falhas nos basaltos da formação Serra Geral. Estima-se que no Estado de São Paulo existem cerca de 5.000 a 6.000 poços, que produzem anualmente entre 500 e 600 milhões de m<sup>3</sup>. Nesta fase do trabalho foram cadastrados 2.500 poços, aproximadamente, 75% dos quais com vazão menor que 20 m<sup>3</sup>/h e cerca de 55% com profundidade entre 100 e 200 m. Na maioria dos aquíferos a água é de boa qualidade, com baixo teor em sais, com exceção das partes basais do grupo Tubarão, que apresenta considerável salinização, e o freático da bacia de São Paulo, que sofre contaminação e poluição. O aquífero Botucatu, cuja espessura varia de 300 a 400 m, é em sua maior parte confinado pelos derrames de basalto porém com possibilidades de serem captadas altas vazões

através de poços profundos. Quando livre, a vazão e a profundidade dos poços diminuem. O aquífero Bauru, cuja espessura chega a 300 m, a frequente cimentação do arenito grosseiro diminui a permeabilidade das camadas, conduzindo a pequenas vazões de 5 a 40 m<sup>3</sup>/h, nos poços que atravessam todo o aquífero. Dos aquíferos regionais de extensão limitada, o arenito Furnas não se reveste de nenhuma importância, ao passo que o aquífero litorâneo apresenta perspectivas de desenvolvimento. Na bacia sedimentar de São Paulo, a profundidade dos poços chega a 300 m, com vazões de 30 m<sup>3</sup>/h, porém com indícios de exaustão. No vale do Paraíba o aquífero sedimentar do Terciário oferece boas possibilidades de extração de água através de poços com 150 m de profundidade e vazões de 150 m<sup>3</sup>/h. Os aquíferos locais do Embasamento Cristalino, do grupo Tubarão e do basalto Serra Geral têm características desfavoráveis, apresentando vazões de 5 a 20 m<sup>3</sup>/h, com rebaixamentos de nível consideráveis. Além dos mapas e gráficos contidos no texto geral, há um outro volume somente com mapas.

SILVA, Adelbani Braz da - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste-Folha nº 23: São Francisco-SE. Recife, SUDENE, Div. Doc., 1973. 176 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 50).

### R E S U M O

A folha nº 23: São Francisco-SE, fica situada entre os paralelos  $10^{\circ}00'$  e  $12^{\circ}00'$  sul e entre os meridianos  $42^{\circ}00'$  e  $45^{\circ}00'$  de longitude oeste, ocupando uma superfície aproximada de  $72.000 \text{ km}^2$  e englobando parte do noroeste da Bahia e sudeste do Piauí. As feições morfológicas mais notáveis são: a Chapada Diamantina, a parte noroeste da Serra da Tabatinga e as escarpas do arenito Urucuia; na maior parte da região central da folha, dominam extensas planícies que se alargam por mais de 10 km em ambas as margens dos rios São Francisco e Grande; estas planícies, esculpidas em rochas cristalinas que bordejam a chapada, apresentam cotas em torno de 500 a 600 metros; as serras e planaltos ou chapadões da borda ocidental da Chapada Diamantina, constituídas, principalmente, de quartzitos e filitos, oscilam entre 700 e 1.600 metros; a serra da Tabatinga, divisor de águas entre os rios São Francisco e Parnaíba, apresenta um relevo característico de chapadas que não excede a cota dos 800 metros, e de áreas mais baixas e planas com altitudes em torno de 400 metros; merece destaque, nessa região. O imponente sistema orográfico das Serras do Boqueirão e do Estreito, que se dispõe na direção submeridiana; na parte sudoeste da folha, os extensos chapadões arenosos na cota de 780 a 850 metros são constituídos pelos arenitos da Formação Urucuia; nas bordas dos chapadões formam-se altas escarpas de erosão que se destacam na topo-

grafia da região. Na maior parte da folha, da Serra do Boqueirão para leste, domina o clima BSh semi-árido quente, com pluviometria média entre 600 mm e 800 mm anuais; o clima Aw subtropical quente-úmido, predomina na parte ocidental da área com chuvas de inverno e verão e média pluviométrica entre 800 mm e 900 mm anuais. A maior parte da folha é drenada pelos tributários da bacia do São Francisco que recebe pela margem esquerda o rio Grande e pela margem direita o rio Verde. A "caatinga" é a vegetação dominante em quase toda a folha; o "cerrado" restringe-se às ocorrências do trecho entre Pilão Arcado e Barra, e da área em torno da vila de Monte Alegre. A maior parte da folha São Francisco-SE (cerca de 80%) é constituída por rochas precambrianas de baixo grau de metamorfismo; apenas, em pequena área de afloramento, aparecem clásticos sedimentares paleozóicos ou cretácicos; sedimentos inconsolidados assumem grande expressão cartográfica sobrepondo-se a diferentes unidades litológicas; uma análise tectônico-petrográfica permite separar na área os seguintes elementos: a) Plataforma ou Cráton do São Francisco, ao norte; b) coberturas metassedimentares pre-cambrianas dobradas da Plataforma, compreendendo os Grupos Santo Onofre, Chapada Diamantina e Bambuí; c) coberturas sedimentares não dobradas paleozóicas (bacia do Parnaíba), mesozóicas (arenito Uruçua) e cenozóicas (calcários, pedimentos, eluviões, aluviões, etc.); o Pré-Cambriano Indiferenciado compreende complexos gnáissicos, graníticos e migmatíticos, sobre os quais repousa, com acentuada discordância os metassedimentos dos Grupos Santo Onofre e Chapada Diamantina; o Grupo Santo Onofre foi interpretado como modificações faciológicas de uma única sequência de deposição em ambiente miogeossinclinal, sendo outra fácies o Grupo Chapada Diamantina (Pflug et alli,

1969); o Grupo Santo Onofre consta de uma predominância de quartzitos e filitos que formam as Serras do Estreito, do Boqueirão e da Tabatinga; a sequência apresenta-se dobrada e afetada por baixo grau de metamorfismo; o Grupo Chapada Diamantina caracteriza-se por metassedimentos clásticos-pelíticos, de baixo grau de metamorfismo e cortados, às vezes, por intrusões ácidas ou básicas; este grupo consta das seguintes formações: Tombador (arenitos, quartzitos, conglomerados), Caboclo (quartzitos finos, siltitos e ardósias), Morro do Chapéu (ortoquartzitos, conglomerado basal), Guariba (quartzitos, siltitos, arenitos finos); o Grupo Bambuí, de grande expressão cartográfica, domina o leste e o sudoeste da folha; na área observam-se as fácies calcáreo e argiloso; a fácies calcáreo ocorre na região centro-oriental da folha situando-se entre o Grupo Chapada Diamantina sotoposto e os sedimentos cenozóicos; a fácies argiloso localiza-se a sudoeste da folha; na fácies calcáreo o estilo tectônico varia, passando de zonas de dobramentos suaves ou sub-horizontais a zonas intensamente dobradas com mergulhos de  $30^{\circ}$  a  $50^{\circ}$  e até subverticais, apresentando calcáreos intensamente fraturados; a estrutura da fácies argiloso caracteriza-se por dobramentos intensos, apertados e simétricos, com larguras de 200 a 500 metros; a fácies argiloso foi pouco afetado por esforços tectônicos de quebramento, mas apresentam algumas falhas transversais de pequeno rejeito e fraturas longitudinais; os sedimentos paleozóicos compreendem os clásticos basais da borda sudeste da bacia do Parnaíba representados pelas formações Serra Grande e Pimenteiras que afloram em pequena área no quadrante noroeste da folha; estes sedimentos encontram-se suavemente dobrados e falhados; os sedimentos mesozóicos restringem-se, também, a pequena área de ocorrência na parte

sudoeste da folha sendo representados pelos arenitos da Formação Urucuia, essa formação ocorre em chapadas recobrimdo discordantemente o Grupo Bambuí; consta, principalmente, de arenitos médios a grosseiros com estratificação cruzada, argilosos de cores variegadas; os sedimentos cenozóicos cobrem grandes extensões e resultam do confronto de diversas superfícies de aplainamento; em sua maioria são rochas sedimentares inconsolidadas que sofreram pequeno transporte; compreendem a Formação Caatinga (cálccarios brancos maciços) que ocorre preenchendo os baixos topográficos sobre o calcário Bambuí do qual resulta por retrabalhamento, as coberturas late ríticas, os coluviões e eluviões, as dunas e os aluviões recentes. As águas subterrâneas do embasamento cristalino e do Grupo Santo Onofre são praticamente inexploradas na área em apreço; as populações, bastante rarefeitas, se abastecem a partir das águas superficiais e através de poços manuais; no Grupo Chapada Diamantina destacam-se os aquíferos Tombador na base e Morro do Chapéu-Guariba no topo separados pelo aquiclude Caboclo; estes sistemas aquíferos são muito pouco explorados por poços tubulares, sendo mais aproveitados por fontes; as variações litológicas, o grau de cimentação e compactação, etc., indicam tratar-se de aquíferos heterogêneos; suas características hidrodinâmicas não foram determinadas no âmbito da folha, podendo ser adotadas, com alguma reserva, as calculadas para áreas adjacentes; tendo em vista a semelhança lito-estratigráfica, os Grupos Santo Onofre e Chapada Diamantina foram reunidos na mesma província hidroquímica; devido à falta de poços tubulares, as amostras d'água analisadas são provenientes das fontes existentes nesses metassedimentos; estas fontes estão relacionadas a falhamentos e a grandes profundidades, de modo que, as águas chegam a super

fície com elevadas temperaturas o que facilita a dissolução dos sais contidos nas rochas fraturadas; entretanto, a pequena quantidade dos dados coletados não permite um estudo conclusivo da qualidade química dessas águas. As rochas do Grupo Bambuí são susceptíveis de constituir bons aquíferos, pelas suas características geológicas e estruturais; na parte centro-oriental da folha predominam os aquíferos cársticos enquanto que na parte sudoeste (Nupeba, Riachão das Neves, etc.) há um capeamento de formações argilosas sobre os calcários; o sistema aquífero condicionado às formas cársticas e às estruturas de quebramento é considerado como o mais importante da folha; os poços tubulares perfurados nesse aquífero na região central da Bahia, apresentam um nível estático médio da ordem de 15 m com vazões específicas variando entre 5.000 a 10.000 l/m/h; os melhores resultados são obtidos onde o calcário se encontra na superfície ou próximo a esta pois, em profundidade, as fendas são colmatadas e a circulação incipiente, resultando formas cársticas reduzidas; as águas do aquífero Bambuí apresentam boas propriedades físicas, pois, em geral, são límpidas, inodoras, sem material em suspensão, embora mostrem ligeira turbidez; os dados disponíveis são insuficientes para um estudo hidroquímico adequado. Os sedimentos paleozóicos e mesozóicos são de ocorrência muito reduzida, não tendo importância do ponto de vista hidrogeológico. Entre os sedimentos cenozóicos destaca-se o calcário Caatinga que funciona como complemento do Bambuí sotoposto; os poços perfurados no calcário Caatinga normalmente atingem o Bambuí cuja água é de melhor qualidade; as dunas não são aproveitadas, cedendo as águas pluviais ao nível de base do São Francisco.

SILVA, Adelbani B. & SILVA, Francisco Aurélio Caetano da -  
Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 5:  
Fortaleza-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 165 p., il.  
(Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 27).

#### R E S U M O

A folha nº 5 está compreendida entre os paralelos 2° e 4° sul e os meridianos 39° e 42° WGr., abrangendo uma área de aproximadamente 30.300 km<sup>2</sup>, nos estados do Ceará, Piauí e Maranhão. Segundo a classificação de Köppen, os climas da região são do tipo Aw, Aw' e Bsh. De um modo geral, reina em quase toda a área um clima tropical quente e semi-árido, enquanto numa estreita faixa litorânea, ocorre um clima litorâneo. Fortes chuvas caem de janeiro a março enquanto a maior estiagem dá-se de agosto a outubro. Medidas de umidade relativa colhidas em Sobral-CE, no período 1920-1942, dão valores de média máxima mensal de 83,5% e de média mínima mensal de 60%. No mesmo período, observou-se uma média de insolação anual de 2553,9 horas. A morfologia apresenta feições que variam desde as planícies costeiras até regiões serranas com mais de 900 m de altitude. Na porção central da área, a Serra da Ibiapaba constitui um acidente marcante com escarpa na direção SE-NO. Outras serras importantes são as de Meruoca e Carnotim, nas proximidades de Sobral-CE, com altitudes superiores a 700 m. A região costeira, com elevado índice pluviométrico, é coberta por mata tropical. No interior a vegetação é constituída por caatinga intercalada por ilhas de floresta tropical, de encosta, tal como ocorre nas proximidades da serra da Ibiapaba, Uruburetama e Massapê. A agricultura

que assume maior importância na economia regional é a carnaúba e o babaçu. Quanto à pecuária, tem destaque a criação de bovinos, caprinos e suínos, secundariamente de equinos e muares. Outras atividades são a pesca, na faixa litorânea e a extração de sal na região de Luiz Correia e Parnaíba, no Piauí. A maior parte da folha é formada por rochas cristalino-cristalofilianas que constituem o embasamento Pré-cambriano, recoberto por sedimentos de várias idades. W. Kegel agrupou essas rochas em três "corpos orogênicos", sendo o primeiro o "Santa Quitéria" na faixa oriental da folha; o de "Acarauá" (sobretudo gnaisses) que ocorre na porção central da folha e o de "Coreauá" (principalmente migmatitos e gnaisses) localizado no centro-oeste da folha. A separação entre esses corpos está baseada em seus respectivos estilos tectônicos. As associações litológicas que compõem o embasamento apresentam rochas como: granitos, gnaisses, migmatitos, micaxistos e quartzitos. Na base da bacia do Jaibaras, ocorre o Grupo Bambuí, formado por calcários cristalinos, folhelhos e siltititos. Na faixa central da área, sobre o grupo Bambuí encontram-se os depósitos Eo-Cambrianos, da bacia de Jaibaras. São sedimentos detríticos continentais, de caráter imaturo, com intercalações de material vulcânico, mostrando suas camadas reflexos de movimentos tectônicos e orogenéticos. Intrusivas constituídas por granitos pórfiros e granitos róseos, formam as Serras do Rosário, da Meruoca e do Carnotim. A porção ocidental da folha, inclui os sedimentos paleozóicos da bacia do Parnaíba e os cretáceos da fossa tectônica de Sobradinho. Os sedimentos paleozóicos são constituídos por arenitos, siltitos e folhelhos, abrangendo as formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças e Longá. Os terrenos terciários, representados pelo Grupo Barreiras, ocupam uma faixa de largura va

riável, bordejando todo o norte da área. Ainda na orla costeira da folha, encontra-se uma estreita faixa de dunas, com espessura de até 30 m, repousando sobre os clásticos de Barreiras. Algumas aluviões importantes são encontradas nos rios Acaraú, Carú e Coreau, no Ceará, e Parnaíba, no Piauí. Do ponto de vista hidrogeológico, os aquíferos da área são os seguintes: 1) as dunas que formam um aquífero livre, com alta permeabilidade, alimentado diretamente pelas chuvas. Cálculos feitos pelo GEVJ, para a região de Aracati-CE, apontaram  $T = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $S = 0.12$  e  $K = 10^{-4} \text{ m/s}$ ; a porção que escoam anualmente para o mar é da ordem de  $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . As aluviões, quando grosseiras, podem formar razoáveis aquíferos, alimentados lateralmente pelos rios ou por infiltração pluviométrica. Face à heterogeneidade litológica do Grupo Barreiras, pode-se constatar que as possibilidades hidrogeológicas restringem-se aos fácies arenosos, inseridos em sequências argilosas. As reservas totais desse aquífero são da ordem de  $357 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  e cerca de  $24,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  escoam para o mar. Em Paracuru e Camocim-CE, os fácies acima citados, têm-se revelado como bons aquíferos. Dentre as unidades da bacia do Parnaíba, incluídas na folha, destacam-se como aquíferos potencialmente exploráveis o Serra Grande e o Cabeças. As formações Pimenteiras e Longá não se apresentam localmente como bons aquíferos. Na bacia de Jaibaras, devido aos vários fenômenos diastróficos que agiram sobre os sedimentos, modificando sua estrutura e textura, o comportamento hidrogeológico se assemelha ao das rochas cristalinas, onde a aptidão para armazenar água, está condicionada a existência de bolsões, zonas fissuradas, zonas de contato, etc.. Das amostras d'água provenientes dos aquíferos sedimentares da folha, 62,8% têm potabilidade passável e o restante potabilidade me

díocre a má. Nessa zona de aquíferos o resíduo sêco está em torno de 500 mg/l, sendo que 85,6% das amostras apresentam resíduo seco inferior a 1.000 mg/l. De 36 análises d'água do cristalino 27,7% tem RS entre 500 e 1.000 mg/l, 77% abaixo de 2.000 mg/l e 11% acima de 3.000 mg/l, o que demonstra a qualidade inferior das águas dessa zona em relação à sedimentar.

SILVA, Leziro Marques - Água subterrânea: solução para o problema de abastecimento. São Paulo, Prominas, 1975. 45 p.il.

### R E S U M O

Este trabalho se refere a todo Estado de São Paulo, no tocante ao uso da água subterrânea para abastecimento populacional das cidades. Inicia definindo e esquematizando o que é precipitação, infiltração, evaporação, evapotranspiração, ciclo hidrológico, etc. Descreve a geologia de todo Estado, que é: o Embasamento Cristalino, constituído de gnaisses, micaxistos, dolomitos, intrusões graníticas, xistos filitos e quartzitos dividido em Pré-Cambriano Inferior e Pré-Cambriano Superior, ocupando uma área total de 57.630 km<sup>2</sup>; o grupo Paraná (Formação Furnas-Df), com mais de 300 m de espessura, constituída, predominantemente, de arenito de granulação variável com intercalações de camadas silto-argilosas, argilosas e areno-argilosas, ocupando uma área de 1.135 km<sup>2</sup>; o Grupo Tubarão (Ct), com espessura até de 1.300 m, ocupando uma área de 20.555 km<sup>2</sup>, é constituído de rochas de origem glacial e flúvio-lacustre. A parte superior é predominantemente de siltitos pós-glaciais; o Grupo Estrada Nova (Pn) ocupa uma área de 6.190 km<sup>2</sup> e sua espessura é de 200 a 600 m. Compreende a Formação Irati, na base, constituída de folhelhos pirobetuminosos associados a lentes de calcário, com intercalações de siltitos, e a Formação Corumbataí composta, predominantemente, de clásticos finos (siltitos) com intercalações de arenitos finos e argilas; o Grupo São Bento, de idade Triássica-cretácea, abrangendo as formações Botucatu, na base, constituída de arenitos eólicos, e Serra Geral constituída de derrames basálticos recobrando aqueles arenitos. A Formação Botucatu cobre uma área de

16.665 km<sup>2</sup>, com uma espessura média avaliada em 350 m, e a formação Serra Geral ocupa uma área de 32.115 km<sup>2</sup>, e sua espessura total pode atingir até 1.500 m; a Formação Caiuá (Kc) é constituída de arenitos de granulação fina e uniforme, cobrindo uma área de 3.480 km<sup>2</sup>, com espessura média avaliada em 100 m; o Grupo Bauru (Kb) constituído de arenitos, siltitos e argilas, predominando o primeiro. Ocupa uma área de 102.070 km<sup>2</sup> e sua espessura atinge 300 m. Pertencentes ao Cenozóico ocorre também os sedimentos terciários da Formação São Paulo, com espessura superior a 300 m, e da Formação Tremembé, com espessura máxima de 240 m, além dos depósitos litorâneos e aluviões de vales interiores. As condições hidrogeológicas e de captação d'água dessas formações podem ser resumidas no quadro seguinte:

<u>Aquífero</u>	<u>Nº de poços</u>	<u>Profundidade (m)</u>	<u>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</u>	<u>V.E (m<sup>3</sup>/h/m)</u>
Sedimentos litorâneos	12	-	5 a 100	-
Sedimentos terciários	523	50 a 300	5 a 200	10
Bauru	432	-	5 a 100	0,1 a 5
Bauru + Serra Geral	14	-	5 a 50	-
Serra Geral	176	-	5 a 100	0,7 a 55
Botucatu	194	-	20 a 300	20
Tubarão	307	-	5 a 100	-
Embasamento cristalino.	741	100 a 300	5 a 100	-

O comportamento hidrogeológico das rochas dos grupos Estrada Nova e Paraná ainda é desconhecido. Os poços localizados em suas áreas de afloramento não refletem suas características hidrogeológicas. O autor apresenta quatro alternativas para

resolver o problema do abastecimento das cidades \* interioranas: são elas: solução de calamidade pública, construção de poços com estudos preliminares, abastecimento pela SABESP e solução global técnica. Estas alternativas foram analisadas, apresentado exemplo de custos de duas cidades modelos, com 20 e 50 mil habitantes, sendo abastecidas por água superficial ou por água subterrânea, considerando a mesma taxa de consumo para os dois casos. Faz ver a necessidade de implantação de serviços hidrogeológicos e de construção de poços em municípios de alta demanda d'água. Cita o exemplo de Sorocaba e São Bernardo do Campo.

Contém: - 1 mapa de distribuição litológica  
1 mapa geológico  
1 quadro de estimativa de recarga  
1 quadro de vazões dos poços  
1 quadro de coluna lito-estratigráfica

2.2 - Índice bibliográfico alfabético

2.2 - Índice bibliográfico alfabético

Pág.

1. AGUIAR, Guanahyro Antunes de - Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. Petrobrás. Relatório Inédito, 371, |s. 1.|, 1969. 6
2. ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 15 Jaguaribe-SE. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1970. 187 p. il. (Brasil. SUDENE Série Hidrogeologia, 32). 8
3. ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de & BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 21 Recife-NO. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 12
4. BAHIA. CONDER/CONTEGE - Diagnóstico preliminar dos recursos hídricos do recôncavo Bahiano: relatório final. Recife, 1973. 16
5. BELTRÃO, Antônio Esberard de A. - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 6 Fortaleza-SE. Recife, SUDENE/DIV.Doc., 1970. 141 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 28). 18

6. BRASIL. DNOCS/CERB - Levantamento hidrogeológico básico da Bacia de Tucano Vale do Itapicuru. Salvador, 1977. 59 p. 21
7. BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre, 1973. 3 v. il. 22
8. BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Brasília-SE. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 29
9. BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final da folha nº 32 Salvador-SO. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 34
10. BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Belo Horizonte-NE. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 35
11. BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Rio Doce-NO. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 37

12. BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Estudo Hidrológico da Bacia do Alto Paraguai: região do Pantanal Estado do Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1974. 4 v. il. (Rel. Téc. UNESCO/PNUDBRA- 66.521). 41
13. BRASIL. SUDENE/ASMIC - Estudo geral de base do Vale do Jaguaribe. Recife, 1967. v. 4; v. 5; v. 7; v. 8. 43
14. BRASIL. SUDENE/CONESP - Estudos de reconhecimento e estudos hidrogeológicos para aproveitamento integrado região Central da Bahia: estudos hidrogeológicos. Recife, 1976. v. 7. 45
15. BRASIL. SUDENE/GEOTÉCNICA - ACQUAPLAN - Projeto Itapecuru: estrato do relatório RS 4G -- PR-64/75. In: Projeto Itapecuru: recursos hídricos subterrâneos. Recife, 1976. 47
16. BRASIL. SUDENE/Missão Geológica Alemã - Inventário hidrogeológico do Nordeste folha nº 28. Bahia-NO. Recife, 1974. Escala do mapa 1:500.000. 49

17. BRASIL.SUDENE/Missão Geológica Alemã - Pesquisas hidrogeológicas, pedológicas e agroecônômicas para aproveitamento da região Centro-Leste do Piauí. Parte II; estudos regionais: recursos naturais. Recife, 1976. v. 1. 52
18. BRASIL.SUDENE/PROSPEC - Levantamentos básicos integrados dos recursos naturais na Bacia do Rio Mearim-MA: estudos de águas subterâneas monografia setorial. Rio de Janeiro, 1976. 2 v. il. 53
19. BRASIL.SUDENE/SERETE - Hidrogeologia da Bacia do Parnaíba. Relatório. Recife, 1975. 4 v. il. 55
20. BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico do Nordeste folha nº 24 Aracajú-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972, 284 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 26). 57
21. BRITO NEVES, Benjamin Bley de & ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 16 Paraíba-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 60

22. BRITO NEVES, Benjamin Bley de et alii - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 25 Aracajú-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., - 1968. Escala do mapa 1:500.000. 64
23. COUDERT, Pierre et alii - Reconhecimento hidrogeológico preliminar no Pantanal : Mato-grossense entre os rios Taquari e Negras . Porto Alegre, UFRS/IPH, 1973. 20 p. il. 67
24. CRUZ, Waldemir Barbosa da - Alguns aspectos de circulação e salinização de água subterrânea em rochas cristalinas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1967, 9p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 8) 69
25. CRUZ, Waldemir Barbosa da & MELO, F.A.F. de - Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife ; SUDENE/Div. Doc., 1973. 128 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 19). 72
26. CRUZ, Waldemir Barbosa da & FRANÇA, Hélio Paiva Macedo de - Inventário Hidrogeológico do Nordeste: folha nº 14 Jaguaribe-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 222 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 31). 76

27. CRUZ, Waldemir Barbosa da & PEIXOTO, Carlos -  
Recursos de água subterrânea da área de  
Floriano, Oeiras-Piauí: estudo hidrogeológico  
para o projeto de irrigação Lameiro. Re-  
cife, SUDENE/Div. Doc. 1972. 142 p. il. (Bra-  
sil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 36). 80
28. FERREIRA, Justo Camejo - Hidrogeologia das ba-  
cias sedimentares de Tucano e Jatobá. B.Tec.  
PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 8 (1): 57 - 75,  
jan./mar. 1965. 82
29. GOIÁS SANEAGO - Estudo de viabilidade global:  
minuta do relatório final. Goiânia, 1973.  
v. 2. 83
30. HAUSMAN, Abrão - Aspectos hidrogeológicos dos  
aquíferos fissurados no sul da Bacia do Pa-  
raná. Água Subterrânea, 1(4): 44-60, jan.  
1974. 84
31. HAUSMAN, Abrão - Comportamento do freático  
nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul.  
Boletim Paranaense de Geografia, 18/20;177-  
213, 1966. 88

32. KREYSING, Klaus et alii - Salinização das águas subterrâneas no Centro do Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro: estudos hidrogeológicos no Oeste de Pernambuco e Norte da Bahia. Recife, SUDENE/Div. Doc. 1970. v. 1, il. 91
33. LEAL, Antônio de Souza - Considerações sobre circulação de água em rochas cristalinas e salinização em região árida - área piloto de Juazeiro-Curaçá-BA. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1969. 28 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 24). 92
34. LEAL, Antônio de Souza - Inventário hidrogeológico do nordeste: folha nº 19 Aracaju-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 242 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 33). 95
35. LEAL, José de Menezes - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 20 Aracaju-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 150 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 34). 98
36. LEAL, José de Menezes - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 8 Teresina-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1975. Escala do mapa 1:500.000. 101

37. LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 9 Jaguaribe-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 178 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 29). 105
38. LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 4 São Luis-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc. 1973. Escala do mapa 1:500.000. 109
39. LISBOA, Álvaro Amoretti et alii - Recursos hídricos subterrâneos do Estado do Paraná: nota preliminar. Curitiba, Administração de Recursos Hídricos, 1978. 112
40. MAACH, Reinhard - Notas preliminares sobre as águas do subsolo da Bacia Paraná - Uruguai. Curitiba, Comossão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1970. 116
41. MAIOR FILHO, J.S. - Estudo hidrogeológico do baixo e médio Mamanguape-PB. SUDENE, B.Rec. Nat. Recife, 5(2/4): 175-198, abr/dez.1967. |inclui mapa na escala 1:250.000|. 118
42. MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 11 Paraíba-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1968. Escala do mapa 1:500.000. 120

43. MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 10 - Jaguaribe - NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 343 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 30). 124
44. NASCIMENTO, Paulo A.B. do - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 29 - Salvador - NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1971. 194 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 35). 127
45. NASCIMENTO, Paulo A.B. do - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 27 - Brasília - NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 129
46. PARÁ. IDESP - Estudos integrados da Ilha de Marajó. Belém, 1974. 333 p. il. 133
47. PARANÁ. ARH - Construção de poços tubulares (profundos no Estado do Paraná - Especificações gerais). Curitiba, 1978. 134
48. PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 13 - Teresina - SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1975. 250 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 57). 136

49. PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 18 São Francisco - NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1977, p.il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, ). 139
50. PIAUÍ. CIDAPI. Companhia de Desenvolvimento Agro-Pecuário do Piauí - Estudos preliminares de captação de água subterrânea no Estado do Piauí. Teresina, 1975. 143
51. REBOUÇAS, Aldo da Cunha & GASPARY, Jean - As águas subterrâneas do Nordeste: estimativas preliminares. 2ª ed. Recife, SUDENE/Div.Doc., 1971. 46 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 6). 145
52. REBOUÇAS, Aldo da Cunha & MARINHO, Maria Elizabeth - Hidrologia das secas nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972. 126 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 40). 147
53. RIO GRANDE DO SUL. CORSAN - Companhia de Saneamento do Rio Grande do Sul - Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos do Rio Grande do Sul: prognóstico sobre os mananciais. Porto Alegre, PLANAT, 1977. 47 p. il. 149

54. SANTA CATARINA. CASAN - Estudo de viabilidade do abastecimento por águas subterrâneas das comunidades catarinenses. Curitiba, s.d. n. p. il. 153
55. SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 6 - Ribeirão Preto. São Paulo, 1974. 4 v. il. 156
56. SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 1 Grande São Paulo. São Paulo, 1975, 3 v. il. 158
57. SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 7, 8, 9 Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba. São Paulo, 1976. v.1, il. 160
58. SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 3 e faixa litorânea São José dos Campos. São Paulo, 1977. v. 3 il. 162

59. SÃO PAULO. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Determinação das características e espessura da de - composição cárstica em regiões próximas a Irecê (Bahia). São Paulo, SUVALE, 1972. 7p. il. 6 map. (Relatório nº 6.291). 164
60. SÃO PAULO. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Estudos hidrogeológicos nas Bacias dos Rios Verde e Jacaré. São Paulo, SUVALE, 1972. 2 v. il. (Relatório nº 6.530). 165
61. SÃO PAULO. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas: avaliação preliminar. São Paulo, 1972. 2 v. 166
62. SILVA, Adelbani Braz da - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 23 - São Francisco-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. 176 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 50). 168
63. SILVA, Adelbani Braz da & SILVA, Francisco Aurelio Caetano da - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 5 - Fortaleza - SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 165 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 27). 173

64. SILVA, Leziro Marques - Água subterrânea: solução para o problema do abastecimento. São Paulo, Prominas, 1975. 45 p. il.

177

2.3 - Índice bibliográfico cronológico

### 2.3 - Índice bibliográfico cronológico

- |   | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| FERREIRA, Justo Camejo - Hidrogeologia das bacias sedimentares de Tucano e Jatobá. <u>B. Téc. PETROBRÁS</u> . Rio de Janeiro, 8 (1): 57-75, jan./mar. 1965.   | 82          |
| HAUSMAN, Abrão - Comportamento do freático nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul. <u>Boletim Paranaense de Geografia</u> , 18/20, 177.- 213, 1966.  | 88          |
| BRASIL. SUDENE/ASMIC - <u>Estudo geral de base do Vale do Jaguaribe</u> . Recife, 1967. v.4; v.5; v. 7; v. 8.   | 43          |
| CRUZ, Waldemir Barbosa - <u>Alguns aspectos de circulação e salinização de água subterrânea em rochas cristalinas do Nordeste do Brasil</u> . Recife, SUDENE/Div. Doc., 1967, 9 p. il. (Brasil.SUDENE. Série Hidrogeologia, 8). | 69          |
| MAIOR FILHO, J.S. - <u>Estudo hidrogeológico do baixo e médio Mamanguape-PB</u> . SUDENE, B. Rec. Nat. Recife, 5 (2/4): 175-198, abr./dez. 1967.  in- clui mapa na escala 1:250.000 .   | 118         |

- BRITO NEVES, Benjamin Bley de et alii - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 25 Aracaju-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1968. Escala do mapa 1:500.000. 64
- MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 11 - Paraíba-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1968. Escala do mapa 1:500.000. 120
- AGUIAR, Guanahyro Antunes de - Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. Petrobrás. Relatório Inédito, 371, |s.l.|, 1969. 6
- LEAL, Antônio de Souza - Considerações sobre circulação de água em rochas cristalinas e salinização em região árida - área piloto de Juazeiro-Curaçá-BA. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1969. 28p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 24). 92
- ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 15 Jaguaribe-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 187 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 32). 8
- BELTRÃO, Antônio Esberard de A. - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 6 Fortaleza-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 141 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 28). 18

CRUZ, Waldemir Barbosa da & FRANÇA, Hélio Paiva  
Macedo de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 14 - Jaguaribe-SO. Recife, SUDENE/  
Div. Doc., 1970. 222 p. il. (Brasil. SUDENE. Sé-  
rie Hidrogeologia, 31).

76

KREYSING, Klaus et alii - Salinização das águas  
subterrâneas no Centro do Polígono das Secas do  
Nordeste Brasileiro: estudos hidrogeológicos no  
Oeste de Pernambuco e Norte da Bahia. Recife,  
SUDENE/Div. Doc., 1970. v.1 il.

91

LEAL, Antônio de Souza - Inventário hidrogeológico  
do Nordeste: folha nº 19 - Aracaju-NO. Recife,  
SUDENE/Div. Doc., 1970. 242 p. il. (Brasil. SUDE-  
NE. Série Hidrogeologia, 33).

95

LEAL, José de Menezes - Inventário hidrogeológico  
do Nordeste: folha nº 20 - Aracaju-NE. Recife,  
SUDENE/Div. Doc., 1970. 150 p. il. (Brasil.  
SUDENE. Série Hidrogeologia, 34).

98

LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico do Nor-  
deste: folha nº 9 Jaguaribe-NO. Recife, SUDENE/  
Div. Doc., 1970. 178 p. il. (Brasil. SUDENE. Sé-  
rie Hidrogeologia, 29).

105

MAACH, Reinhard - Notas preliminares sobre as águas do subsolo da Bacia Paraná-Uruguai. Curitiba, Comissão Interestadual da Bacia Paraná - Uruguai, 1970. 116

MANOEL FILHO, João - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 10 Jaguaribe-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 343 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 30). 124

SILVA, Adelbani Braz da & SILVA, Francisco Aurélio Caetano da - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 5 Fortaleza-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1970. 165 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 27). 173

NASCIMENTO, Paulo A.B. do - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 29 Salvador-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1971. 194 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 35). 127

REBOUÇAS, Aldo da Cunha & GASPARY, Jean - As águas subterrâneas do Nordeste: estimativas preliminares. 2ª ed. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1971. 46p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 6). 145

- BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 24 Aracaju - SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972. 284 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 26). 57
- CRUZ, Waldemir Barbosa da & PEIXOTO, Carlos - Recursos de água subterrânea da área de Floriano-Oeiras-Piauí: estudo hidrogeológico para o projeto de irrigação Lameiro. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972. 142 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 36). 80
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha & MARINHO, Maria Elizabeth - Hidrologia das secas nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1972. 126 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 40 ). 147
- SÃO PAULO. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Determinação das características e espessura da decomposição cárstica em regiões próximas a Irecê (Bahia). São Paulo, SUVALE, 1972. 7 p. il. 6 map. (Relatório nº 6.291). 164
- SÃO PAULO. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - Estudos hidrogeológicos nas Bacias dos Rios Verde e Jacaré. São Paulo, SUVALE, 1972. 2 v. il. (Relatório nº 6.530). 165
- 199

- SÃO PAULO. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas: avaliação preliminar. São Paulo, 1972. 2 v. 166
- ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de & BRITO NEVES, Benjamin Bley de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 21 Recife-NO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa - 1:500.000. 12
- BAHIA. CONDER/CONTEGE - Diagnóstico preliminar dos recursos hídricos do recôncavo Bahiano: relatório final. Recife, 1973. 16
- BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre, 1973. 3 v. il. 22
- BRITO NEVES, Benjamin Bley de & ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz de - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 16 Paraíba-SO. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 60
- COUDERT, Pierre et alii - Reconhecimento hidrogeológico preliminar no Pantanal Matogrossense entre os rios Taquari e Negras. Porto Alegre. UFRS/IPH, 1973. 20 p. il. 67

- CRUZ, Waldemir Barbosa da & MELO, F.A.F. de - Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. 128 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 19). 72
- GOIÁS SANEAGO - Estudo de viabilidade global: minuta do relatório final. Goiânia, 1973. v. 2. 83
- LEAL, Onofre - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 4 São Luis-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 109
- NASCIMENTO, Paulo A.B. do - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 27 Brasília-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. Escala do mapa 1:500.000. 129
- SILVA, Adelbani Braz da - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 23 - São Francisco-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1973. 176 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 50). 168
- BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras de Saneamento - Estudo hidrológico da Bacia do Alto Paraguai: região do Pantanal Estado do Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1974. 4 v. il. (Rel. Téc. UNESCO/PNUDBRA-66.521). 41

- BRASIL. SUDENE/Missão Geológica Alemã - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 28 Bahia - NO. Recife, 1974. Escala do mapa 1:500.000. 49
- HAUSMAN, Abrão - Aspectos hidrogeológicos dos aquíferos fissurados no sul da Bacia do Paraná. Água Subterrânea. 1(4): 44-60, jan. 1974. 84
- PARÁ. IDESP - Estudos integrados da Ilha de Marajó. Belém, 1974. 333 p. il. 133
- SÃO PAULO. DAEE - Estudo de águas subterrâneas - região administrativa 6 - Ribeirão Preto. São Paulo, 1974. 4 v. il. 156
- BRASIL. SUDENE/SERETE - Hidrogeologia da Bacia do Parnaíba. Relatório. Recife, 1975. 4 v. il. 55
- LEAL, José de Menezes - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 8 Teresina-NE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1975. Escala do mapa 1:500.000. 101
- PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 13 Teresina-SE. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1975. 250 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 57). 136

- PIAUI. CIDAPI. Companhia de Desenvolvimento Agro-Pecuário do Piauí - Estudos preliminares de captação de água subterrânea no Estado do Piauí. Teresina, 1975. 143
- SÃO PAULO. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas região administrativa 1 Grande São Paulo. São Paulo, 1975, 3 v. il. 158
- SILVA, Leziro Marques - Água subterrânea: solução para o problema do abastecimento. São Paulo, Pro minas, 1975. 45 p. il. 177
- BRASIL. SUDENE/CONESP - Estudos de reconhecimento e estudos hidrogeológicos para aproveitamento integrado região Central da Bahia: estudos hidrogeológicos. Recife, 1976. v. 7. 45
- BRASIL. SUDENE/GEOTÉCNICA - ACQUAPLAN - Projeto Itapecuru: estrato do relatório RS 4G-PR - 64/75. In: Projeto Itapecuru: recursos hídricos subterrâneos. Recife, 1976. 47
- BRASIL. SUDENE/Missão Geológica Alemã - Pesquisas hidrogeológicas, pedológicas e agro-econômicas para aproveitamento da região Centro-Leste do Piauí. Parte II; estudos regionais: recursos naturais. Recife, 1976. v. 1. 52

BRASIL.- SUDENE/PROSPEC - Levantamentos básicos integrados dos recursos naturais na Bacia do Rio Mearim-MA: estudos de águas subterrâneas monografia setorial. Rio de Janeiro, 1976. 2 v. il. 53

SÃO PAULO. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Estudo de águas subterrâneas região administrativa 7, 8, 9 Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba. São Paulo, 1976. v.1. il. 160

BRASIL. DNOCS/CERB - Levantamento hidrogeológico básico da Bacia de Tucano Vale do Itapicuru. Salvador, 1977. 59 p. 21

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e sul da Bahia: relatório final folha Brasília-SE. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 29

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final da folha nº 32 Salvador-SO. Belo Horizonte 1977. 3 v. il. 34

BRASIL. DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório final folha Belo Horizonte-NE. Belo Horizonte, 1977. 3 v. il. 35

BRASIL. - DNPM/CPRM - Projeto hidrogeologia do Nor-  
te de Minas Gerais e Sul da Bahia: relatório fi-  
nal folha Rio Doce-NO. Belo Horizonte, 1977.  
3 v. il.

37

PESSOA, Mário Dias - Inventário hidrogeológico do  
Nordeste: folha nº 18 - São Francisco-NE. Recife,  
SUDENE/Div. Doc., 1977. p. il. (Brasil. SUDENE,  
Série Hidrogeologia, ).

139

RIO GRANDE DO SUL. CORSAN - Caracterização dos  
recursos hídricos subterrâneos do Rio Grande do  
Sul: prognóstico sobre os mananciais. Porto Ale  
gre, PLANAT, 1977. 47 p. il.

149

SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia  
Elétrica - Estudo de águas subterrâneas - região  
administrativa 3 e faixa litorânea São José dos  
Campos. São Paulo, 1977. v. 3 il.

162

LISBOA, Alvaro Amoretti et alii - Recursos hídr-  
cos subterrâneos do Estado do Paraná: nota pre-  
liminar. Curitiba, Administração de Recursos Hí  
dricos, 1978.

112

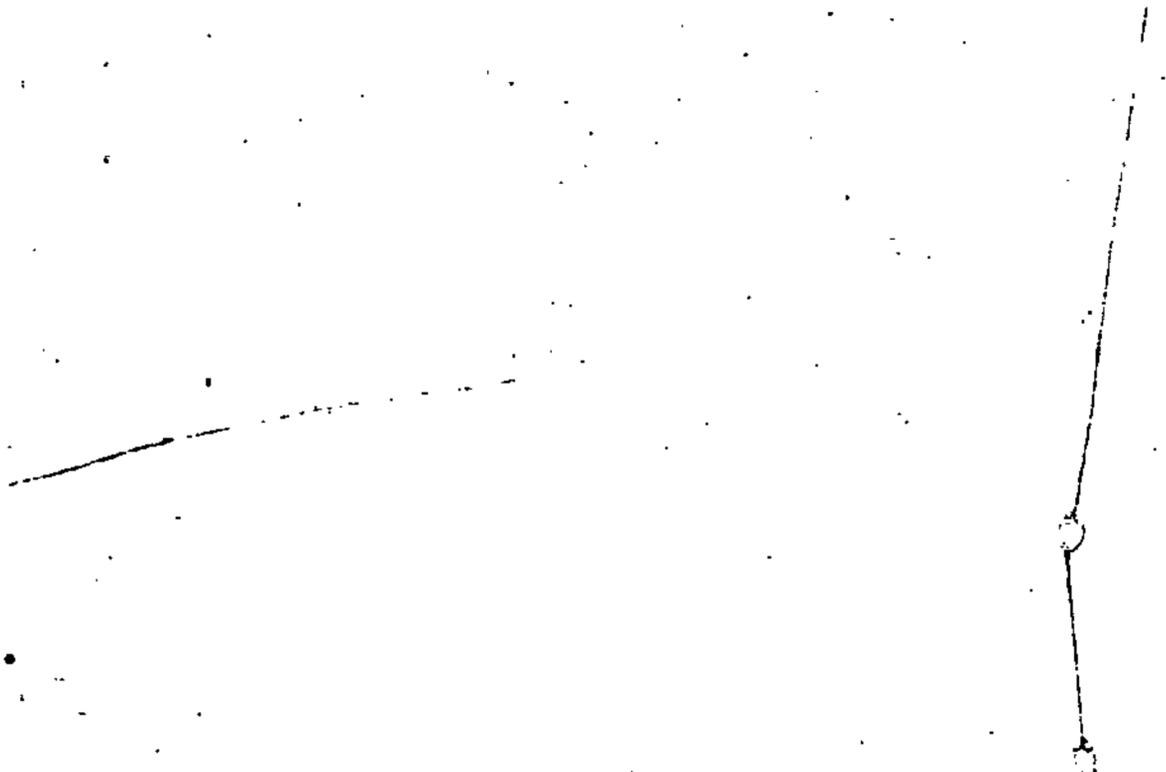
PARANÁ. ARH - Construção de poços tubulares (pro-  
fundos no Estado do Paraná - especificações ge-  
rais). Curitiba, 1978.

134

205

SANTA CATARINA. CASAN - Estudo de viabilidade do  
abastecimento por águas subterrâneas das comu-  
nidades catarinenses. Curitiba, s.d. n.p. il.

153



2.4 - índice remissivo temático

## 2.4 - Índice remissivo temático

	<u>Páginas</u>
ÁGUA(s) SUBTERRÂNEA(s)	
Circulação de	
Terrenos cristalinos	69
Basaltos	86,89
Conteúdo salino das	50
Mineralização das	
Cristalino do Nordeste	94
Poluição das	20
Possibilidades de exploração de	
Pantanal (MT)	167
Piauí	143
Províncias de	91
Qualidade química das	
Nordeste	70,72
Goiás	83
Freático (aquífero)	17
Bambuí (aquífero)	59
Reservas das	
Bacia do Itapecuru (MA)	47
Bacia do Mearim (MA)	54
Bacia do Parnaíba (MA/PI)	56
Bacias de Tucano e Jatobá (BA)	99
Nordeste	145
	208

	<u>Páginas</u>
Recôncavo Bahiano	17
Grupo Barreiras	19
Salinização das	
Fontes de	73
Processos de	71,72
Zoneamento climático das	73
AQUÍFERO(s)	
Açu	9,122,125
Aluvião	
Vale do Jaguaribe (CE)	44
Antenor Navarro	9
Bauru	157,160,167
Bambuí	32,35,45,51,59,97, 132,172
Beberibe-Itamaracá	63
Botucatu	
Litologia	26,156
Espessura	85,151,156,166
Profundidade média dos poços	156
Barreiras	34,40,63,119
Caatinga	97

Páginas

Cabeças	
Litologia	77,80,137,140
Espessura	80
Características hidrodinâmicas	77,103,137,141
Reservas hídricas	56,107
Caravelas	40
Chapada Diamantina	45,50,59
Corda	48,53,141
Cárstico	
Bacias dos rios Verde e Jacaré (BA)	165
Irecê - Iraquara (BA)	45, 164
Dunas	47, 97
Feira Nova	43, 78
Fissurado	
Água Quente (BA)	46
Juazeiro - Curaçá (BA)	92
Paraná	113
Paulistana (PI)	70
Rio Grande do Sul	84,89,150
Furnas	154
Ilhas	82
Jandaíra	122, 125
Mauriti	43
Missão Velha	43

	<u>Páginas</u>
Motuca/Pastos Bons	47
Poti	
Litologia	81
Espessura	81
Características hidrodinâmicas	137,141
Poti-Piauí	141
Regionais	
Bacia do Parnaíba (MA/PI)	55
São Paulo	166
Regionais com extensão restrita	
Bacia do Parnaíba (MA/PI)	55
São Paulo	166
Rosário do Sul	
Litologia	26
Características hidrodinâmicas	26
Qualidade das águas	28
São Sebastião	82,127
Sergi	9,51
Serra Geral	27,89,113,157,160
Serra Grande	
Litologia	77,140
Espessura	140
Características hidrodinâmicas	77,107,141
Reservas hídricas	56,107

	<u>Páginas</u>
Tacaratu .	9,99
Três Marias	35
Urucuia	32,35,132
 <b>BALANÇO HIDROLÓGICO</b>	
Bacia do Itapecuru (MA)	47
Bacia do Mearim (MA)	53
Nordeste	147
 <b>CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS</b>	
<b>Aquífero</b>	
Açu	126
Bambuí	35,59
Beberibe-Itamaracá	63
Botucatu	26,114
Cabeças	77,103,137,141
Corda	53
Estrada Nova.	114
Feira Nova	43
Longá	103
Missão Velha	43,79
Pastos Bons - Motuca	103
Pedra de Fogo	103
Piauí	103,141
Pimenteiras	177
Poti	103,110,137,141
Serra Grande	77,107,141

DEMANDA D'ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Floriano-Oeiras (PI) 82

ESCOAMENTO NATURAL

Bacia do Parnaíba 56

Barreiras (aquífero) 63

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Bacia do Itapecuru (MA) 53

Bacia Potiguar (RN) 124

Bom Jesus (PI) 139

Juazeiro (BA) 95

FENDAS E FRATURAS

Reservatórios de

Juazeiro-Curaçá (BA) 93

Paulistana (PI) 70

Rio Grande do Sul 86,89

INFILTRAÇÃO

Alto Jaguaribe (CE) 145

Aquíferos

Cabeças 55

Serra Grande 55

INSOLAÇÃO

Nordeste 147

LENÇOL FREÁTICO

Bacia Paraná - Uruguai	116
Pantanal (MT)	42,67

POÇOS TUBULARES

Métodos de perfuração	
Paraná	112

Profundidade dos	
Basalto (RS)	117
Paraná	113
São Paulo	178
Terrenos cristalinos	94

Vazão dos	
Paraná	113,134
R. G. do Sul	150
São Paulo	178

PROVÍNCIA(S) HIDROGEOLÓGICA(S)

Goiás	83
Paraná	115
R. G. do Sul	149
Santa Catarina	153

RIACHOS FENDA	14
---------------	----

TEMPERATURAS MÉDIAS

Nordeste	147
Planalto Gaúcho	84

VEGETAÇÃO

Caatinga	18,57
Cerrado	106,109
Litorânea	18,109

ZONAS FISSURADAS

Rio Grande do Sul	149
-------------------	-----

2.5 - Índice remissivo toponímico

## 2.5 - Índice remissivo toponímico

	<u>Páginas</u>
ALCOBAÇA (BA)	
Caravelas (aquífero)	40
BACIA DO ARARIPE (CE)	
Aqüíferos principais	78
Características hidrodinâmicas	78
BACIA DO IGUATU (CE)	
Aqüíferos principais	79
BACIA DO ITAPECURU (MA)	
Aqüífero Corda	48
Balanço hidrológico	47
Unidades hidrogeológicas	47
BACIA DO MEARIM (MA)	
Aqüífero Corda	54
Características hidrodinâmicas	53
Possibilidades de captação	54
Reservas subterrâneas	54
BACIA DO PARNAÍBA (MA/PI)	
Reservas subterrâneas	56
Sistemas aquíferos	55
Taxas de infiltração	55

BACIA DE TUCANO-JATOBÁ (PE/BA)

Reservas subterrâneas	99
Sistemas aquíferos	99

BACIA POTIGUAR (RN)

Características hidrodinâmicas	126
Evapotranspiração	124
Sistemas aquíferos	125

PARANÁ

Aquíferos

Botucatu	114, 134
Itararé	114
Rio Bonito	114
Serra Geral	113, 134

Poços tubulares

Metodologia de locação dos	112
Método de perfuração dos	112
Profundidade média dos	113
Províncias hidrogeológicas	115

PIAUI

Aproveitamento de águas subterrâneas	52
--------------------------------------	----

RECÔNCAVO BAHIANO (BA)

Águas subterrâneas

Reservas das	17
Qualidade das	17
Sistemas aquíferos	16

RIO GRANDE DO SUL

Aquíferos

Botucatu

26

Rosário do Sul

26

Rio Bonito

26

Províncias hidrogeológicas

149

SANTA CATARINA

Aquíferos

Botucatu

155

Serra Geral

155

Províncias hidrogeológicas

153

SÃO PAULO

Aquíferos principais

166

Poços tubulares

156, 167

VALE DO JAGUARIBE (CE)

Aquíferos

44

Reservas subterrâneas

45

2.6 - Índice dos trabalhos não consultados

## 2.6 - Índices dos trabalhos não consultados

BLANKENNAGEL, Richard K. - Geological summary and ground water potential of the eastern margin of the Maranhão Basin - Covering the State of Piauí and a small portion of the State of Ceará. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1962. (Report n. 1602).

BRASIL. FSESP - Fundação Serviços de Saúde Pública - Relatório Técnico preliminar de geologia e possibilidades de abastecimento público de água ao longo da BR-364. Centro Oeste. Rondonia, 1976.

BRASIL. SUDENE - Inventário dos recursos hídricos da Bacia do Rio Espinharas - PB/RN. Recife, 1973. 60 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 43).

KEGEL, Wilhelm - Pesquisa sistemática da água subterrânea na Bacia do Parnaíba (Piauí, Maranhão e Bacia do Apodi). Recife, SUDENE, 1961. 12 p.

KEGEL, Wilhelm - Problemas da água subterrânea no nordeste. Rio de Janeiro, DNPM, 1962.

LEITE, Dirceu César - A colaboração da Petrobrás no problema de águas subterrâneas para o nordeste. Salvador, PETROBRÁS, 1963. 17 p. il.

MANOEL FILHO, João et alii - Bacia Potiguar: estudo por analogia elétrica das condições de exploração das águas subterrâneas do arenito Açú na região de Mossoró-RN. Recife, SUDENE/Div. Doc., 1969, 78 p. il. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 23).

REBOUÇAS, Aldo da Cunha - Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná: análise de pré-viabilidade. São Paulo, Inst. Geoc/USP, 1976.

SUSZCZYNSKI, Edison Franco - Relatório hidrogeológico entre Pindaré - Mirim e Triaçú - Maranhão. Recife, CONESP, 1966. (Relatório, 11).

TANCREDI, Antonio Carlos F.N.S. & SILVA, Alberto Rogério B. da - Reconhecimento hidrogeológico das fontes termais de Monte Alegre. Belém, SEPLAN/IDESP, 1977. 43 p. il.

ANEXOS I e II - Mapas índices das referências  
bibliográficas

LEGENDA TOPOGRÁFICA

● CAPITAL  
 — LIMITE INTERESTADUAL

LEGENDA DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  
 TRABALHOS TÉCNICOS COM MAPAS HIDROGEOLÓGICOS  
 ESCALAS ENTRE 1:800.000 E MENORES

-  CRUZ, W. B. de et alii (1972) Pág. 80
-  SÃO PAULO, DAEE (1972) Pág. 166
-  GOIÁS SANEAGO (1973) Pág. 83
- ESCALA 1:500.000
-  BRITO NEVES, B. B. de et alii (1968) Pág. 64
-  MANOEL FILHO, JOÃO (1968) Pág. 120
-  ALBUQUERQUE, J. do P.T. de (1970) Pág. 8
-  BELTRÃO, A. E. de A. (1970) Pág. 18
-  CRUZ, W. B. de et alii (1970) Pág. 76
-  LEAL, J. M. (1970) Pág. 98
-  LEAL, O. (1970) Pág. 105
-  MANOEL FILHO, JOÃO (1970) Pág. 124
-  SILVA, A. B. et alii (1970) Pág. 173
-  LEAL, A. de S. (1971) Pág. 95
-  NASCIMENTO, P. A. B. do (1971) Pág. 127
-  BRITO NEVES, B. B. de (1972) Pág. 57
-  ALBUQUERQUE, J. do P.T. et alii (1973) Pág. 12
-  BRASIL. DNPM/CPRM (1973) Pág. 22
-  BRITO NEVES, B. B. de et alii (1973) Pág. 60
-  LEAL O. (1973) Pág. 109
-  NASCIMENTO, P. A. B. do (1973) Pág. 129
-  SILVA, A. B. do (1973) Pág. 168
-  BRASIL SUDENE / MGA (1974) Pág. 49
-  BRASIL SUDENE / SERETE (1975) Pág. 55
-  LEAL, J. M. (1975) Pág. 101
-  BRASIL SUDENE / GEOTÉCNICA (1976) Pág. 47
-  BRASIL SUDENE / PROSPEC (1976) Pág. 53
-  BRASIL DNPM/CPRM (1977) Pág. 34
-  BRASIL DNPM/CPRM (1977) Pág. 29
-  BRASIL DNPM/CPRM (1977) Pág. 35
-  BRASIL DNPM/CPRM (1977) Pág. 37
-  PESSOA, M. D. (1977) Pág. 139
-  PESSOA, M. D. (1977) Pág. 136

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
 DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



- ESCALA 1:250.000
-  MAIOR FILHO, J. S. (1967) Pág. 118
-  SÃO PAULO IPT (1972) Pág. 165



PROJETO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL  
 ESCALA 1:2.500.000  
 MAPA ÍNDICE DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EQUIPE EXECUTORA  
 ALBERT MENTE  
 MÁRIA DIAS PESSOA  
 ODFRE LEAL  
 ESCALA 1:5.000.000  
 ESCALA GRÁFICA

1978

LEGENDA TOPOGRÁFICA

● CAPITAL  
 --- LIMITE INTERESTADUAL

LEGENDA DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  
 TRABALHOS TÉCNICOS COM MAPAS HIDROGEOLÓGICOS  
 ESCALAS ENTRE 1:250.000 E 1:500.000

-  BRASIL SUDENE / ASMIC (1967) Pág. 43
-  BAHIA CONDER / CONTEGE (1973) Pág. 16
-  BRASIL SUDENE / CONESP (1976) Pág. 45
-  BRASIL SUDENE / MGA (1976) Pág. 52
-  SÃO PAULO. DAE (1977) Pág. 162

TRABALHOS TÉCNICOS SEM MAPAS HIDROGEOLÓGICOS  
 LOCAÇÃO ESQUEMÁTICA

-  FERREIRA, J. C. (1965) Pág. 82
-  HAUSMAN, A. (1966) Pág. 88
-  CRUZ, W. B. da (1967) Pág. 69
-  AGUIAR, G. A. de (1969) Pág. 6
-  LEAL, A. de S. (1969) Pág. 92
-  KREYSING, K. et alii (1970) Pág. 91
-  MAACH, R. (1970) Pág. 116
-  REBOUÇAS, A. da C. et alii (1971) Pág. 145
-  REBOUÇAS, A. da C. et alii (1972) Pág. 147
-  SÃO PAULO. IPT (1972) Pág. 164
-  COUDERT, P. et alii (1973) Pág. 67
-  CRUZ, W. B. da et alii (1973) Pág. 72
-  BRASIL. DNOS (1974) Pág. 41
-  HAUSMAN, A. (1974) Pág. 84
-  PARÁ. IDESP (1974) Pág. 133
-  SÃO PAULO. DAE (1974) Pág. 156
-  PIAUÍ. CIDAPI (1975) Pág. 143
-  SÃO PAULO. DAE (1975) Pág. 158
-  SILVA, L. M. (1975) Pág. 177
-  SÃO PAULO. DAE (1976) Pág. 160
-  RIO GRANDE DO SUL. CORSAN (1977) Pág. 149
-  BRASIL. DNOCs / CERB (1977) Pág. 21
-  LISBOA, A. A. et alii (1978) Pág. 112
-  PARANÁ. ARH (1978) Pág. 134
-  SANTA CATARINA. CASAN (S.D.) Pág. 153

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
 DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



PROJETO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL  
 ESCALA 1:250.000  
 MAPA ÍNDICE DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EQUIPE EXECUTORA:  
 ALBERT WENTE  
 MÁRIO DIAS PESSOA  
 GIMFRE LEAL

ESCALA 1:500.000



1978