

**APRESENTAÇÃO** - Com a celebração do Convênio entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e a Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA, foi implantado o PROJETO DE INFORMAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS - PIH, em maio de 1992, através do qual, em cooperação técnico-científica com os governos municipais do Estado do Pará, a CPRM e a COSANPA vêm desenvolvendo trabalhos de prospecção de águas subterrâneas, com vistas ao abastecimento público.

A CPRM, dentro do Programa de Apoio à Gestão Territorial - GATE, coordenado na Amazônia pelo Núcleo de Geologia e Engenharia do Meio Ambiente - NUGEMA/AM-CO, é o órgão encarregado de executar o planejamento técnico. A partir das informações hidrogeológicas levantadas, em acordo com a COSANPA, são desenvolvidos projetos de captação e distribuição de água potável para os diversos municípios. Assim, foram alcançados dois pontos fundamentais, incorporados à filosofia do trabalho, que dizem respeito à cooperação entre os governos federal, estadual e municipal e à maximização dos recursos individuais. Tanto que, hoje, está comprovada a viabilidade econômica e adequação ambiental (auto-sustentação) do abastecimento de pequenas comunidades (< 200.000 hab.), através de poços d'água subterrânea.

No período de 1992 ao primeiro semestre de 1994, foram coletadas informações hidrogeológicas em nove áreas, correspondentes aos núcleos urbanos dos municípios de Xinguara (Vila Sapucaia), Paragominas, Castanhal, Capanema, Novo Repartimento, Conceição do Araguaia, Rio Maria e Santa Isabel do Pará. Adicionalmente, o PIH propiciou a implantação do SIAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas no Estado do Pará, um banco de dados com informações hidrogeológicas de poços, hoje com mais de 2.000 registros atualizados.

Outrossim, tendo em vista que a exploração de água subterrânea não está dissociada do conhecimento de outros recursos naturais, necessita-se de uma composição com outras informações de caracteres distintos, em meio aos quais se podem citar, relativo ao uso e ocupação do território, a alocação de distritos industriais, áreas de disposição de rejeitos e cemitérios; estudos de impactos ambientais referentes à poluição por atividades agrícolas e garimpeiras e áreas sujeitas a inundações e outros desastres naturais, subsidiando, "pari passu", as administrações municipais para elaboração de seus Planos Diretores Municipais.

**METODOLOGIA** - Em face dos elevados riscos inerentes à alocação de poços, da multiplicidade de recursos envolvidos - etapa eminentemente onerosa - e procurando otimizar os investimentos, as atividades de pesquisa e desenvolvimento para exploração do aquífero consistem em:

- (1) - estudos geológico-hidrogeológicos, visando compartimentar os terrenos em termos de potencialidade hídrica e desenvolvimento de um modelo hidrogeológico. Duração 02-03 meses.
- (2) - estudos geofísicos, incluindo eletrorresistividade em arranjo dipólo-dipólo, no caso de terrenos cristalinos e sondagens elétricas verticais, em bacias sedimentares;
- (3) - perfuração de poços pioneiros de pesquisa para confirmação do modelo hidrogeológico e obtenção de parâmetros inerentes ao planejamento físico-financeiro, para a exploração do aquífero subterrâneo.

(4) - execução de uma bateria de poços, em número suficiente, para as demais obras requeridas para o abastecimento, segundo uma cronologia variável com a disponibilidade dos recursos financeiros gerais.

**RESULTADOS OBTIDOS** - O Estado do Pará, do ponto de vista geológico, levando-se em conta a potencialidade das rochas armazenadoras de água subterrânea e os seus parâmetros físico-químico, pode ser dividido, em três grandes domínios de terrenos, [(a), domínio das rochas sedimentares; (b) domínio das rochas metamórficas e (c) domínio das rochas ígneas, vulcânicas e plutônicas] (fig. 1).

As características de produtividade e profundidade dos poços e a qualidade das águas são, substancialmente, diferentes, gerando parâmetros econométricos e possibilidades bastante distintos. Embora seja tradição, em termos de hidrogeologia, considerar como abundantes fornecedores de água subterrânea apenas os reservatórios em rochas sedimentares, o sistema hidrodinâmico observado no Pará - região de clima predominantemente tropical, com grande pluviosidade em todo o ano, ou em quase todo - está demonstrando que os aquíferos fraturados podem representar uma excelente escolha para a obtenção de grandes volumes d'água potável a baixo custo. Por suas características morfológicas, a detecção e exploração desses corpos d'água exige a aplicação de sofisticados métodos geofísicos de prospecção, conforme anteriormente citado.

No domínio das rochas da Formação Barreiras, as interpretações dos diagramas geofísicos - obtidos através dos ensaios geofísicos SEV, nas bacias sedimentares Bragança-Vizeu e Parnaíba - associadas a trabalhos de mapeamento geológico e observações hidrogeológicas permitiram o alcance dos resultados seguintes:

#### **SEQÜÊNCIAS SEDIMENTARES TERCIÁRIAS (Castanhal)**

a) a seqüência deposicional apresenta acamamento horizontal a subhorizontal, não ocorrendo indícios de fenômenos tectônicos (fraturamentos) relevantes;

b) os sedimentos da Formação Barreiras, em geral, se constituem em um único aquífero, com possança média de 50 metros;

c) poços com profundidade superior a 110 metros atingem aquíferos posicionados na Formação Pirabas, rica em sedimentos carbonáticos, o que ocasiona um grande enriquecimento de cálcio no conteúdo de suas águas, que são, caracteristicamente, "duras".

A partir deste modelo, foram alocados dois poços tubulares perfurados, com 96 e 102 metros de profundidade, respectivamente, atingindo-se o topo da Formação Pirabas aos 101 metros. A vazão prevista, inicialmente, para os referidos poços era de 50.000 litros/hora. Contudo, a realização dos testes de vazão, objetivando dimensionar-se os equipamentos de exploração (bombas), apresentaram os seguintes resultados:

Poço com 102 m: vazão máxima = 154.000 litros/hora.

Poço com 96 m: vazão máxima = 310.000 litros/hora.

As análises físico-químicas de águas desses poços forneceram resultados satisfatórios, ao encontro dos exigidos pela tabela de padrões de potabilidade, estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

#### **SEQÜÊNCIAS SEDIMENTARES TERCIÁRIAS/CRETÁCEAS (Paragominas)**

a) a seqüência de estratos, identificados pelos métodos geofísicos, não apresenta indícios de fenômenos relevantes;

b) a área estudada, de modo geral, é portadora de um aquífero com espessura média de 70 metros (topo da Formação Itapecuru), o que indica a necessidade de perfuração de poços com profundidades em torno de 80 metros.

c) considera-se que toda a superfície superior do aquífero se constitui em zona de recarga, haja vista a não existência de confinamento superior.

d) o teste de bombeamento realizado em poço perfurado, segundo as características hidrogeológicas observadas "in loco", revelam vazão de 80.000 l/hora, a profundidade de 85m.

#### **SUITES PLUTÔNICAS (Redenção)**

a) a análise de perfis geofísicos forneceu resultados que permitiram a visualização de um modelo hidrogeológico, em que as águas de deflúvio se infiltram nas formações superficiais, atingindo as fraturas do maciço rochoso subjacente e impregnando os bolsões de rocha alterada, associados às fraturas (fig.02). Dentro deste peculiar modelo de recarga/armazenamento - que é o alvo dos projetos de exploração hídrica local, foram determinadas 25 alocações para poços d'água;

b) o método geofísico empregado - eletroresistividade em arranjo dipólo/dipólo - mostrou-se adequado à identificação de fraturas abertas no granito, apresentando padrão concêntrico;

c) os perfis litológicos, verificados nos dois poços já perfurados, mostraram que o corpo rochoso, de natureza granitóide, altera-se com predominância de fragmentação do tamanho de seixos, a uma profundidade entre 12 - 60 metros. Este nível superficial sub-horizontal constitui o aquífero raso, cujo nível freático se localiza próximo à superfície, principalmente na estação chuvosa. Os aquíferos fraturados "riachos fendas", situam-se em profundidade e associam-se aos bolsões de alteração intempórica;

d) os testes de bombeamento indicaram vazões de 31.700 litros/hora e 40.200 litros/hora para poços com 46,50 metros e 60 metros, respectivamente;

e) as análises químicas dessas águas subterrâneas acusaram resultados considerados excelentes para o consumo humano, segundo os padrões do Ministério da Saúde.

f) em decorrência desses produtos, a Companhia de Saneamento do Estado do Pará - COSANPA, apenas com o uso do poço de maior vazão, instalou bomba e rede de distribuição, servindo, até o momento, 2.500 pessoas.

**ANÁLISE FINANCEIRA DE PROJETOS DE ABASTECIMENTO HÍDRICO** - A região Amazônica tem como uma das suas características a abundância de chuvas (acima de 2.000 mm/ano), oriundas, normalmente, de águas superficiais. A devastação da cobertura vegetal, o inconseqüente desmatamento das cabeceiras de drenagem, o aumento da erosão e do assoreamento e a enorme poluição, proveniente das atividades de garimpagem e adubação irresponsáveis, conduziram a um quadro de extrema gravidade, caracterizado pela diminuição dos recursos hídricos com qualidade para o consumo humano.

O modelo clássico de abastecimento hídrico de núcleos urbanos, captação, adução, tratamento e distribuição, vem-se mostrando dispendioso e de difícil gestão ambiental, do ponto de vista econômico, para municípios de pequeno e médio porte, normalmente pobres de recursos financeiros.

O uso da água subterrânea, por outro lado, revela-se como uma opção atraente, pelas seguintes razões:

- a) possibilidade de realização de investimentos de forma modular, na medida das disponibilidades financeiras;
- b) obtenção de águas com qualidade para o consumo humano, sendo desnecessária a implantação de onerosas estações de tratamento;
- c) de igual maneira, dispensam os custos inerentes à captação, proteção dos mananciais superficiais e de adução que representam, a maior parte dos investimentos requeridos;
- d) por decorrência do supramencionado, redução dos custos globais em até 80%, comparados com a captação de mananciais superficiais.

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da experiência adquirida pelo convênio CPRM-COSAI/PA: Projeto Informações Hidrogeológicas do Estado do Pará - PIH, pôde-se concluir e recomendar:

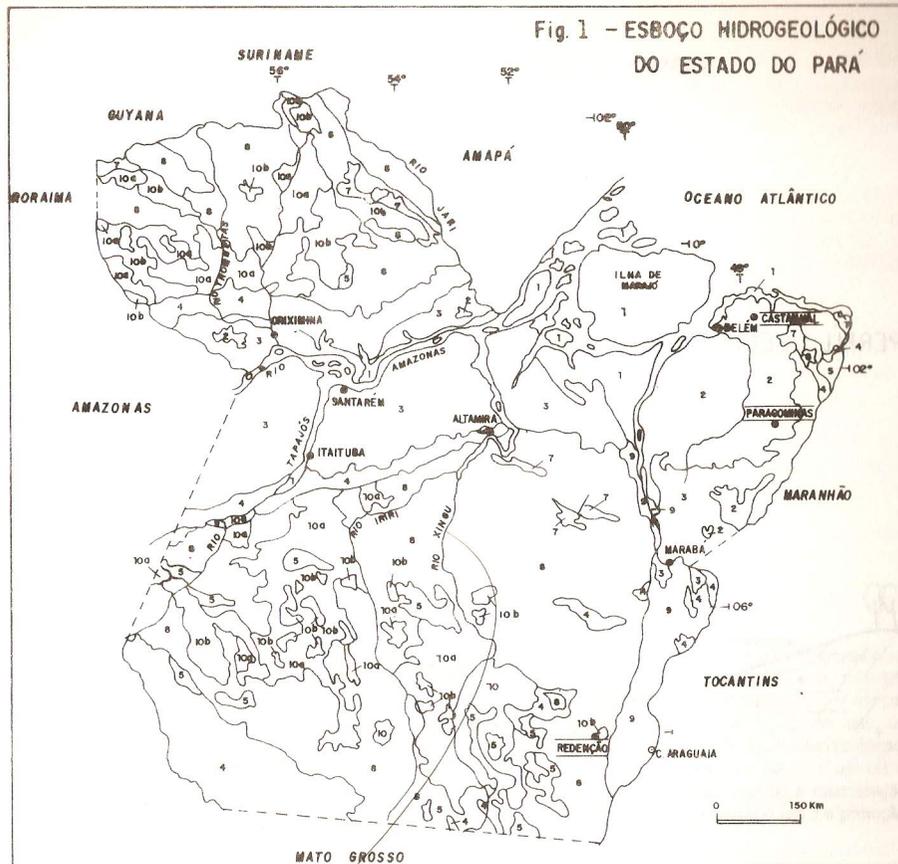
- a) a adoção do modelo de abastecimento hídrico para populações urbanas, a partir da exploração de aquíferos subterrâneos, como opção compatível com o sócio-economia de países em desenvolvimento;
- b) a consecução de estudos do meio físico e sócio-econômico, visando determinar parâmetros e ações de proteção aos mananciais hídricos subterrâneos;
- c) que a realização de projetos de abastecimento hídrico com os adequados e precedentes estudos geológicos, propiciando o entendimento dos modelos hidrogeológicos, indispensáveis à realização de uma exploração auto-sustentada;
- d) a manutenção, pelo poder público, das atividades de cadastramento e monitoramento dos pontos d'água (exemplo base SIAS), a fim de que haja atuação preventiva e corretiva, no que concerne à saúde pública e ao planejamento das obras de infra-estrutura sanitária e ambiental;
- e) a datação geocronológica dos diversos aquíferos (trítio), dado importante para a compreensão do ciclo hidrológico e, conseqüentemente, das inter-relações das águas subterrâneas com os demais componentes do meio ambiente (físico e biótico).

**AGRADECIMENTOS:** À geóloga Suely Serfaty, especialista em Meio Ambiente do Projeto PIH, CPRM-Superintendência Regional de Belém, pela supervisão do texto e aperfeiçoamento da mensagem transmitida.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SERFATY, S. - Planos Diretores de Abastecimento d'Água - Contribuição a Sua Implantação. Revista Água. CPRM. Rio de Janeiro, 1994. No prelo.

Fig. 1 - ESBOÇO HIDROGEOLOGICO DO ESTADO DO PARÁ



COMPARTIMENTOS		GEOLÓGICOS
SEDIMENTARES		UNIDADES ESTRATIGRÁFICA
1	SEDIMENTOS ALUVIONARES	ALUVIÃO
2	SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES TERCIÁRIAS	BARREIRAS / PIRABAS
3	SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES CRETÁCEAS	ITAPECURU / ALTER DO CHÃO
4	SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PALEOZOICAS	PEDRA DE FOGO / ITAITUBA, NOVA OLINDA, MONTE ALEGRE, MAECURU, SERRA GRANDE, ERERÉ, CURVÁ, TROMBETAS.
5	SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS	RIO FRESCO, GOROTIRE, CUBENCANCREM, TRIUNFO, PROSPERANÇA, BENEFICENTE / VIZEU, IG. DE AREIA.
METAMÓRFICAS		
7	GREENSTONE BELTS E SIMILARES	SALOBO, CARAJÁS, S. LESTE, S. FÉLIX, POJUCA, PARAUPEBAS, GURUPI, SAPUCAIA, INAJÁ, JACARECANGA.
8	GRANITÓIDES	XINGU, CUIÚ-CUIÚ / GUIANENSE.
9	SEQUÊNCIAS METASSEDIMENTARES	DOURO MALHÃES, TOCANDERAS, RIO FRESCO
ÍGNEAS		
10a	SUÍTES VULCÂNICAS PROTEROZOICA	IRIRI
10b	SUÍTES PLUTÔNICAS	BOM JARDIM, REDEÇÃO

(\*) Com base no trabalho: FARACO, M.T. I e CARVALHO, J.M. de A 1994. A metalogenia preliminar dos Estados do Pará e Amapá. In: Simpósio Geologia da Amazônia, 4. Belém, Anos... Belém, SBG, 83-87.

PERFÍL GEOLÓGICO – GEOMORFOLÓGICO E MODELO HIDROGEOLÓGICO  
ESQUEMÁTICO – Fig. 2

