

RI
29

Tambo 001623

C P R M
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

(Resumo de relatórios de Projetos
Específicos)



DEPEM/DIPROE

MARÇO/1979



I/99

I/2004

A P R E S E N T A Ç Ã O

Por solicitação do Sr. Chefe da DIPROE foi elaborado o presente trabalho que pretende resumir, de forma sucinta, o que tem sido a atividade da CPRM, nos setores da Hidrogeologia e de sondagens para água subterrânea.

Antecipadamente, sabemos que não são referidos todos os trabalhos realizados, no setor de sondagens para água subterrânea, por não terem sido encontrados no SEDOTE os relatórios respectivos.

Na primeira parte referem-se os projetos de sondagens para água subterrânea, cujos relatórios foi possível consultar.

Na segunda parte resumem-se todos os projetos de Hidrogeologia, já executados, ou em execução, pela CPRM.

J.M. da MOTTA MARQUES

MARÇO/79

S U M Á R I O

I.1 - Projeto Sondagens para Água Subterrânea no Piauí 1

I.2 - Projeto Perfuração e Complementação de Poços para a Água Subterrânea em Mossoró-RN 2

I.3 - Projeto Sondagem para Água Subterrânea no Rio Grande do Norte .. 3

I.4 - Projeto Irecê-I - Central-Bahia 4

I.5 - Projeto Irecê-II - Jussara-Bahia 6

I.6 - Projeto Perfuração, Complementação e Desenvolvimento de Poço na Chapada do Araripe 7

I.7 - Projeto Baependi 8

I.8 - Projeto AGESPISA Sondagem Rotary 9

I.9 - Projeto Sondagens para o Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS 11

I.10 - Projeto Sondagens para Maísa-Mossoró Agro-Industrial S/A..... 12

I.11 - Projeto Sondagens para a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão - CAEMA 13

I.12 - Projeto Sondagens para a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN 14

II.1 - Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul 15

II.2 - Projeto Inventário Hidrogeológico - Folha 18 - São Francisco-NE . 20

II.3 - Projeto Hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia .	24
II.4 - Projeto Hidrogeologia do Centro de Minas Gerais e Norte do Espírito Santo	31
II.5 - Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil, na escala 1:2.500.000 ..	37
II.6 - Projeto Diagnóstico Preliminar das Condições de Exploração de Água Subterrânea do Aquífero Beberibe. Área Olinda - Paulista - Itamaracá	41
II.7 - Projeto Estudo Hidrogeológico da Região de Caldas Novas	47
II.8 - Projeto Estudos Hidrogeológicos Preliminares em Área Contígua ao Projeto Estudo Hidrogeológico da Região de Caldas Novas ...	51
II.9 - Projeto Investigação dos Recursos de Energia Geotermal no Brasil	53
II.10 - Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba	55

I.1 - PROJETO SONDAGENS PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO PIAUÍ

Constou este projeto da perfuração de poços tubulares para captação de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento de diversos municípios do Piauí, em atendimento ao Convênio DNPM/AGESPISA. Foram perfurados 90 poços, dos quais 6 se revelaram negativos.

A perfuração totalizou 114.624 metros, tendo-se obtido uma vazão global de 1.600 m³/h, sendo o tempo de duração dos testes de bombeamento de 24 horas.

Os aspectos hidrogeológicos das formações atravessadas pelas sondagens, são apresentadas na tabela 1.

Os resultados obtidos, em cada uma das sondagens constam da tabela 2.

Os trabalhos de campo tiveram início em 09/10/71 e ficaram concluídos em 15/10/72.

Os Relatórios Finais foram elaborados em 1973.

I-2 - PROJETO PERFURAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO DE POÇOS PARA

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM MOSSORÓ - RN

Através do convênio formado entre o DNPM e CAERN foi programada a execução de um poço tubular para captação de água subterrânea na cidade de Mossoró - RN, cabendo à CPRM a perfuração, desenvolvimento e complementação do referido poço, objetivando ampliar o abastecimento de água da referida cidade.

Os trabalhos foram iniciados em 18/10/71 e concluídos em 19/12/71. Os dados gerais do poço (1MO-01-RM) são os seguintes:

PROFUNDIDADE			REVESTIMENTO	
METROS	DIÂMETRO	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETRO
906,40	12 1/4"	0,00-107,00	0,00-107,00	9 5/8"
	8 5/8"	107,00-776,00	107,00-776,00	5 1/2"
			776,00-906,00	telas de 6"

A vazão surgente foi de 20.000 l/h e a vazão bombeada de 60.000 l/h para o nível dinâmico de 26,00 metros.

A temperatura da água é de 42°C. A formação aquífera é o Arenito Açu inferior e a base do Arenito Açu superior.

I-3 - PROJETO SONDAEM PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA
NO RIO GRANDE DO NORTE

Através de convênio firmado entre o DNPM e CAERN foi programada a execução de seis poços, sendo quatro na cidade de Mossoró, um na cidade de Grossos e um na cidade de Dix-Sept Rosado, visando o abastecimento destas cidades.

Foram executados 5.661,55 metros de perfuração, tendo os quatro poços construídos em Mossoró apresentado uma vazão bombeada global de 328 m³/h e o poço perfurado em Grossos uma vazão de 138 m³/h. O poço executado em Dix-Sept Rosado não foi completado e submetido a teste de vazão por a água ser salgada.

Os trabalhos de campo foram iniciados em 28/12/71 e concluídos em 02/03/73.

Os resultados obtidos estão sumarizados na tabela 3.

I-4 - PROJETO IRECÊ - I

CENTRAL - BAHIA

Através de convênio firmado entre o DNPM e a SUVALE foi programada a execução de um poço para pesquisa estratificada, visando ao estabelecimento de um programa de captação de águas subterrâneas, a ser executado na cidade de Central, na Bacia do Irecê, estado da Bahia, devendo o mesmo atravessar as camadas sedimentares do Grupo Bambuí-Tombador, na chapada Diamantina.

Contudo, devido a melhores condições geológicas encontradas a 7,2 km da cidade de Central, o furo foi localizado em Floresta (na Rodovia Central-Hidrolândia).

Previa-se que a sondagem atravessaria a seqüência sedimentar seguinte: Calcário Bambuí-Conglomerado Lajes - Formação Morro do Chapéu - Formação Caboclo - Arenito Tombador. Porém, devido possivelmente a falhas (?) apenas foram atravessados 1.000 metros de calcários do Bambuí.

Os dados gerais do poço são os seguintes:

POÇO	PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO	
	METROS	DIÂMETROS	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETRO
01-CL-1-3A	1.000,00	12 1/4"	0,00-29,10	0,00-28,30	9 5/8"
		8 5/8"	29,00-301,50		
		8 1/2"	301,50-999,30		
		5 3/4"	999,30-1.000		

A vazão obtida foi de 950 l/h, para um nível dinâmico de 88,00 metros, sendo o nível estático 50 metros.

Os trabalhos de campo tiveram início em 25/11/71 e foram concluídos em 18/03/72.

I-5 - PROJETO IRECÊ - IIJUSSARA - BAHIA

Dado que o projeto Irecê não atingiu os objetivos primordiais previstos, que eram atravessar todas as camadas sedimentares do Grupo Bambuí-Tombador na Chapada Diamantina e alcançar o embasamento, foi solicitado pelo DNPM a execução de novo furo que ficou locado a noroeste da cidade de Jussara, distante cerca de 4 km da sede do município e a 1 km a sudoeste de elevação conhecida como Morro da Fome, sobre calcários pretos da Série Bambuí.

Os dados gerais do poço são os seguintes:

POÇO	PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO	
	METROS	DIÂMETROS	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETROS
1JR-01-BA	712,50	12 1/4"	0,00-91,00	0,00-91,00	9 5/8"
		8 1/2"	91,00-391,00		
		6 5/8"	391,00-712,50		

Foram apenas atravessados calcários do Bambuí, tendo-se obtido uma vazão de 1.500 l/h para um nível dinâmico de 57,00 metros, sendo o nível estático 45,00 metros.

Os trabalhos tiveram início em 25/04/72 e foram concluídos em 06/07/72.

I-6 - PROJETO PERFURAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

DE POÇO NA CHAPADA DO ARARIPE

Ateendendo Solicitação de Serviço do DNPM, a CPRM executou o Projeto Perfuração, Complementação e Desenvolvimento de Poço na Chapada do Araripe, com a finalidade de estudar as características hidrogeológicas da Formação Feira Nova, localizado em Dom Leme, município de Santana do Cariri, no estado do Ceará.

Os trabalhos tiveram início em 19/03/73 e foram concluídos em 03/05/73.

Os dados gerais do poço são os seguintes:

POÇO	PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO	
	METROS	DIÂMETRO	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETRO
1SC-01-CE	314,10	12 1/4"	0,00-53,77	0,00-53,77	9 5/8"
		8 5/8"	63,77-281,40	58,90-119,80	5 1/2"
		5 3/4"	281,40-314,10	138,25-177,75	5 1/2"

Ficaram telados os intervalos 119,80 a 138,25 metros e 177,75 a 240,00 metros.

A sondagem atravessou os arenitos da Formação Feira Nova até 280,00 metros e penetrou ainda 30 metros na Formação Santana.

Os testes de bombeamento apresentaram resultados negativos.

I-7 - PROJETO BAEPENDI

Atendendo Solicitação de Serviço do DNPM, executou a CPPM a perfuração de um poço tubular, para reforçar o abastecimento de água da cidade Baependi, estado de Minas Gerais.

Os trabalhos foram iniciados em 08/01/73 e concluídos em 28/02/73.

Os dados gerais do poço são os seguintes:

POÇO	PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO	
	METROS	DIÂMETRO	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETRO
IBP-01-MG	100,00	10"	0,00-22,80	0,00-23,00	6"
		8"	22,80-32,30		
		6"	32,30-100,00		

Foi telado o intervalo de 23,00 a 31,00 metros.

A rocha aquífero é uma aluvião areno-argilosa assente sobre gnaisse milonítico da facies anfibólica (Grupo Andrelândia).

As características da captação são as seguintes:

Nível dinâmico: 50,00 m
 Vazão bombeada: 7,0 m³/h
 Nível estático: 0,50 m
 Vazão específica: 0,14 m³/h

I-8 - PROJETO AGESPISA SONDAÇÃO ROTARY

O Projeto Agespisa Sondagem Rotary resultou de contrato de serviço firmado entre a Agespisa - Águas e Esgotos do Piauí S/A e a CPRM e visou a perfuração, complementação e desenvolvimento de um poço profundo construído pelo processo Rotary, objetivando a avaliação dos potenciais hídricos, principalmente dos aquíferos Cabeças e Serra Grande, fornecendo subsídios para estruturar e dimensionar um projeto racional de aproveitamento das águas subterrâneas da região de Teresina, estado do Piauí.

Os aspectos hidrogeológicos das formações, na área do projeto, (Pedra de Fogo, Piauí, Poti, Longá e Cabeças) encontram-se sumarizados na tabela 1.

Os dados gerais do poço são os seguintes:

POÇO	PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO	
	METROS	DIÂMETRO	INTERVALO (m)	INTERVALO (m)	DIÂMETRO
ITE-12-PI	809,00	0,00-58,55	17 1/2"	0,00-6,50	15"
		58,55-227,00	12 1/4"	6,50-58,55	12"
		227,00-701,00	8 5/8"	58,55-227,00	9 5/8"
		701,00-807,00	7 7/8"		
		807,00-809,00	5 3/4"		

O furo atravessou as seguintes formações: Areias (9,10 m), Formação Piauí (206,9 m), Formação Poti (186,0 m), Formação Longá (178 m), Formação Cabeças (229 m).

O poço apresenta as seguintes características:

Formação Poti: Vazão: $50 \text{ m}^3/\text{h}$
Nível dinâmico: 58,90 m
Nível estático: 30 m

Formação Cabeças: Vazão surgente: $600 \text{ m}^3/\text{h}$

Os trabalhos foram iniciados em 17/11/73 e terminaram em
20/01/74.

I-9 - PROJETO SONDAJENS PARA O DEPARTAMENTO NACIONAL
DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS

Execução de sondagens para estudo e captação de águas subter-
râneas na região do vale do Gurguéia, Estado do Piauí.

Foram realizados 2.385 metros de sondagens, perfurados e com-
pletados cinco poços. As operações desenvolveram-se de maio a outubro de
1973.

No SEDOTE não existe cópia do Relatório dos trabalhos.

I-10 - PROJETO SONDAgens PARA MAISA - MOSSORÓ

AGRO-INDUSTRIAL S/A

Ao abrigo do contrato de serviços firmados entre a Mossoró Agro Industrial S/A e a CPRM, foi executada a perfuração, complementação e desenvolvimento de quatro poços profundos, objetivando o aproveitamento do aquífero Açu-inferior, com vista a estruturar e dimensionar um projeto racional de abastecimento e irrigação a ser desenvolvido nos terrenos da Fazenda MAISA.

Os trabalhos de campo foram iniciados em 23/08/73 e terminaram em 13/01/74.

A situação dos poços consta na figura anexa e os resultados obtidos estão sumarizados na tabela 4.

I-11 - PROJETO SONDAGENS PARA A COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS

DO MARANHÃO - CAEMA

Através do contrato nº 196/DA/74 firmado entre a CPRM e a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão - CAEMA, foi programado, sob regime de empreitada, a execução da perfuração, complementação e desenvolvimento de 8 poços para captação de água subterrânea, em municípios do Estado do Maranhão.

Os resultados obtidos constam na tabela 5.

Na Figura estão localizados os poços.

Os trabalhos de campo tiveram início em 07/05/74 e foram concluídos em 20/10/74.

I-12 - PROJETO SONDAJENS PARA A COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS

DO RIO GRANDE DO NORTE - CAERN

O projeto constou da perfuração e recuperação de poços para captação de água subterrânea, visando o abastecimento das cidades de Mossoró, Pendência e Macau. Foram recuperados 2 poços em Mossoró e executada a perfuração de um poço em Pendência e de outro em Macau.

Os trabalhos foram iniciados em Jan/74 e concluídos em Agosto/74.

No SEDOTE não existe relatório de trabalhos.

II.1 - PROJETO HIDROGEOLOGIA DA FRONTEIRA SUDOESTE
DO RIO GRANDE DO SUL

II.1.1 - Área e Localização: Área definida pelas coordenadas geográficas 29°00'S e 54°00'W, pelos limites internacionais Brasil-Argentina e Brasil-Uruguai, com uma superfície de 67.000 km².

II.1.2 - Objetivos: Obter informações sobre a geologia da área, características hidrogeológicas das unidades de rochas, níveis e superfície das águas subterrâneas; propriedades hidrodinâmicas e dimensões dos aquíferos; qualidade das águas; distribuição e dados dos poços existentes, visando a confecção de uma carta hidrogeológica com o fim de estimar preliminarmente as reservas hídricas da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul.

II.1.3 - Metodologia:

II.1.3.1 - Obtenção da documentação e material básico existente sobre a geologia, hidrogeologia e hidrologia da área;

II.1.3.2 - Análise e uniformização dos dados coletados;

II.1.3.3 - Levantamento hidrogeológico, visando essencialmente o levantamento geológico, inventário dos pontos de água, medidas de níveis, amostragens de águas, determinação das características dos aquíferos e obtenção de testes de aquífero junto aos órgãos que atuam no setor da hidrogeologia;

II.1.3.4 - Processamento e interpretação dos dados obtidos no campo, laboratório e escritório;

II.1.3.5 - Confecção do atlas hidrogeológico, contendo as bases planimétricas, bases geológicas, localização e características dos poços tubulares, curvas isopiezas, limites das áreas com águas sob pressão, curvas de igual resíduo seco, mapas de localização das estações hidrometeorológicas e mapas geológico e hidrogeológico.

II.1.4 - Término do Projeto: Julho/73.

II.1.5 - Conclusões e Recomendações:

II.1.5.1 - Na área, existem três unidades hidrogeológicas: Embasamento Cristalino, Formação Serra Geral e os Terrenos Sedimentares, este último constituindo os melhores aquíferos;

II.1.5.2 - Dentro dos terrenos sedimentares, os principais aquíferos são representados pelas Formações Botucatu e Rosário do Sul.

II.1.5.3 - É medíocre a atividade exploratória do aquífero Botucatu.

II.1.5.4 - Os aquíferos Botucatu e Rosário do Sul, quando confinados apresentam artesianismo da ordem de 80 metros, tendo condições para fornecer água para irrigação.

II.1.5.5 - O aquífero Sedimentar Rio Bonito, apesar de pouco explorado, constitui, teoricamente um bom reservatório de água subterrânea;

II.1.5.6 - O Embasamento Cristalino constitui um aquífero modesto;

II.1.5.7 - O aquífero Serra Geral, somente assume maior importância em virtude de sua grande área de ocorrência;

II.1.5.8 - As vazões dos derrames basálticos são da ordem de 5-10 m³/h, sendo que vazões superiores devem ser atribuídas a contribuições do aquífero Botucatu sotoposto;

II.1.5.9 - Na porção NE da área apenas a Formação Serra Geral pode ser considerada como aquífero, em termos econômicos, sendo que Formação Tupanciretá constitui aquífero auxiliar, nesta área;

II.1.5.10 - Na área limitada a norte pelo rio Ibicuí e a leste pela Cuesta de Haedo, o aquífero Botucatu, sotoposto aos derrames basálticos, poderá fornecer vazões da ordem de 50-70 m³/m ou superiores;

II.1.5.11 - Os arenitos intertrâpicos, quando aflorantes, constituem boas áreas de recarga do aquífero Serra Geral e podem considerar-se aquíferos auxiliares;

II.1.5.12 - Não há restrições quanto à qualidade química das águas subterrâneas para consumo humano e animal; apresentam baixo resíduo seco e a maioria são bicarbonatadas, principalmente dos aquíferos Botucatu e Serra Geral;

II.1.5.13 - As características principais dos aquíferos são as seguintes:

II.1.5.13.1 - Botucatu:

Capacidade Específica	<table> <tbody> <tr> <td> aquífero livre:</td> <td>0,117-5,85 m³/h/m</td> </tr> <tr> <td> aquífero confinado:</td> <td>0,06-77 m³/h/m</td> </tr> </tbody> </table>	aquífero livre:	0,117-5,85 m ³ /h/m	aquífero confinado:	0,06-77 m ³ /h/m
aquífero livre:	0,117-5,85 m ³ /h/m				
aquífero confinado:	0,06-77 m ³ /h/m				
Hidrodinâmicas	T (médio): 1,83 . 10 ⁻³ m ² /s				
	K (médio): 7,66 . 10 ⁻⁵ m/s				
	S (médio): 2,22 . 10 ⁻³				
Reservas permanentes:	1,94 . 10 ¹¹ m ³				

Reservas exploráveis: $1,63 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$

II.1.5.13.2 - Posário do Sul:

Capacidade específica: $0,026-28,4 \text{ m}^3/\text{h/m}$

Hidrodinâmicas $\left\{ \begin{array}{l} T \text{ (médio): } 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \\ K \text{ (médio): } 1,97 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \end{array} \right.$

Reservas permanentes: $1,95 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$

Reservas exploráveis: $1,56 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$

II.1.5.13.3 - Rio Bonito:

Capacidade específica: $0,104 \text{ m}^3/\text{h/m}$

II.1.5.14 - Recomenda-se:

II.1.5.14.1 - Estudar e detalhar as informações hidrogeológicas visando a um melhor conhecimento dos aquíferos Botucatu, Posário do Sul e Serra Geral, nas diversas situações geológico-estruturais, isto é, como aquífero livre ou confinado (Botucatu) e definir melhor as características hidrodinâmicas do aquífero Posário do Sul.

II.1.5.14.2 - Elaborar mapa de isópacas da Formação Serra Geral e de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu, visando a exploração deste aquífero em grande escala;

II.1.5.14.3 - Melhorar a rede de estações pluviométricas, fluviométricas e meteorológicas bem como efetuar medições periódicas do nível estático, visando uma me-

lhor definição dos balanços hídricos;

II.1.5.14.4 - Implantação de uma sucessão de barragens nos afluentes do rio Ibirapinita, evitando as suas frequentes cheias nefastas às lavouras e às populações ribeirinhas e que funcionaria como dispositivos de recarga do aquífero Serra Geral.

Anexo: Mapa Hidrogeológico reduzido 50%.

II.2 - PROJETO INVENTÁRIO HIDROGEOLOGICO - FOLHA 18

SÃO FRANCISCO - NE

Projeto executado para a SUDENE, como parte de um Projeto desenvolvido para aquela Superintendência.

Não existe no SEDOTE cópia do relatório.

O resumo que se segue foi extraído do Relatório de Progresso do Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala 1:2.500.000.

A folha 18 - São Francisco - NE está situada entre os paralelos 8° 00' e 10° 00' sul e os meridianos 42° 00' e 45° 00' oeste, cobrindo uma área aproximada de 72.600 km² e abrangendo parte do extremo sul do Estado do Piauí e uma parte da região noroeste da Bahia.

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: formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo e Corda.

As rochas que compõem a porção cristalina da área fazem parte dos grupos: Caraíba, Cabrobó, Colômi Salgueiro, Santo Onofre, Chapada Diamantina e Bambuí.

Os aquíferos mais importantes correspondem às formações Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí.

As formações Pimenteiras e Longá destacam-se como aquíferos e confinantes dos sistemas sotopostos.

As formações Pedra de Fogo e Corda não apresentam interesse hidrogeológico.

Os valores médios das características hidrodinâmicas dos aquíferos são apresentados no quadro seguinte:

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

Na tabela seguinte apresenta-se uma estimativa dos recursos hídricos subterrâneos totais exploráveis dos aquíferos, na área da folha:

TABELA 6

AQUÍFEROS	ESCOAMENTO NATURAL		RESERVAS PERMANENTES EXPLORÁVEIS		RECURSOS TOTAIS EXPLORÁVEIS
	(1) VAZÃO (x 10 ⁶ m ³ /ano)	% DO VOLUME PRECIPITADO	VOLUME DE EXPLORAÇÃO (x 10 ⁶ m ³)		(3) = (1) + (2) esc.nat. + res. perm. (x 10 ⁶ m ³ /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	-	-	130,00
TOTAIS	566,3	-	205,2	10.263,9	771,5

As águas das rochas sedimentares são de baixo grau de salinização, com um resíduo seco médio de 200 mg/l, enquanto que, nos terrenos cristalinos, o resíduo seco médio é de 1.220 mg/l.

Predominantemente, as águas são carbonatadas, em todos os aquíferos; as águas que provêm dos poços manuais e fontes são cloretadas, principalmente do aquífero Poti-Piauí; as águas mistas são as de mais baixa salinidade (resíduo seco médio de 115 mg/l).

II.3 - PROJETO HIDROGEOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS

E SUL DA BAHIA

II.3.1 - Área e Localização: compreende uma área aproximada de 285.000 km², envolvendo 04 (quatro) folhas, na escala 1:500.000 com os limites seguintes:

Salvador-SO	14°00'S	38°50'W
(SD-24-Y)	16°00'S	42°00'W
Belo Horizonte-NE	16°00'S	42°00'W
(SE-23-Y)	18°00'S	54°00'W
Rio Doce-NO	15°00'S	38°50'W
(SE-24-V)	18°00'S	42°00'W
Brasília-SE	14°00'S	42°00'W
(SD-23-Z)	16°00'S	45°00'W

II.3.2 - Objetivos: a realização de um inventário sistemático geral das possibilidades em águas subterrâneas, na região localizada no extremo sul do polígono das secas, visando dotá-la de elementos hidrogeológicos básicos, indispensáveis como suporte a qualquer programa integrado de desenvolvimento, assim como assegurar uma cooperação técnica entre o DNPM e a SUDENE.

II.3.3 - Metodologia:

II.3.3.1 - Documentação: coleta bibliográfica e obtenção da docu-

mentação arquivada nos organismos que se ocupam da água, na área a ser estudada;

II.3.3.2 - Hidrologia e Climatologia: catalogação de todos os dados hidrológicos e climatológicos.

II.3.3.3 - Geologia: base geológica obtida a partir das informações dos projetos do DNPM seguintes:

- 1) Projetos Bahia, Bahia II e Sul da Bahia;
- 2) Projeto Leste de Tocantins/Oeste do Rio São Francisco, executado pela PROSPEC;
- 3) Projeto Três Marias;
- 4) Projeto Jequitinhonha; complementado por observações durante os trabalhos de campo.

II.3.3.4 - Hidrogeologia: catalogação dos pontos de água (localização, nível estático, nível dinâmico, profundidade), ensaios de bombeamento para determinação das características hidrodinâmicas; análises químicas das águas.

II.3.3.5 - Mapas: Confecção dos mapas seguintes:

- 1) Mapas Geológicos;
- 2) Base hidrológica, com indicação de fontes e poços tubulares, linhas divisórias de águas, estações pluviométricas, fluviométricas, pluvio-fluviométricas, climatológicas e infiltrométricas;
- 3) Base de poços (tabulares e manuais) com indicação da vazão específica e resíduo seco;
- 4) Base piezométrica, com curva isopiezas e sentido de escoamento das águas subterrâneas;
- 5) Base do potencial explorável.

II.3.4 - Início do Projeto:

II.3.5 - Término do Projeto:

II.3.6 - Conclusões:

II.3.6.1 - Folha Salvador-SO

(SO-24-Y)

II.3.6.1.1 - Predominam as rochas cristalinas e metamórficas, restringindo, do ponto de vista global, as potencialidades hídricas subterrâneas.

II.3.6.2 - Nas zonas de ocorrência das rochas cristalinas e metassedimentares, o meio aquífero está representado pela trama de fraturas e diaclases resultantes dos esforços tectônicos.

II.3.6.3 - A alimentação mais efetiva ocorre nas zonas de coincidência fratura-drenagem; as melhores condições de fluxo subterrâneo dependem da extensão, abertura, densidade e conexão entre as fraturas.

II.3.6.4 - As zonas de fraturamento mais intenso concentram-se em profundidades inferiores a 40 metros; 70% das entradas de água situam-se a profundidades de até 30 metros.

II.3.6.5 - As vazões variam em média, de $0,02 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ até $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

II.3.6.6 - As rochas do embasamento tem potencial hidrogeológico fraco a muito fraco.

II.3.6.1.7 - As rochas sedimentares e depósitos aluviais mais espessos ocupam apenas 4.000 km^2 , destacando-se os sedimentos do Grupo Barreiras que constituem um aquífero livre.

II.3.6.1.8 - No único teste de aquífero realizado, determinou-se uma transmissibilidade de $1,19 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para o Grupo Barreiras; estima-se a transmissibilidade das coberturas detrítico-lateríticas em $2,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, com vazões entre $15 - 20 \text{ m}^3/\text{h}$ com rebaixamentos de 30 metros.

II.3.6.1.9 - O resíduo seco médio é de 557 mg/l , sendo as águas predominantemente bicarbonatadas sódicas, no embasamento, cloretadas sódicas, nas coberturas detrítico-lateríticas e de grande variabilidade geoquímica no Grupo Barreiras.

II.3.6.2 - Folha Belo Horizonte-NE

(SE-23-Y)

II.3.6.2.1 - Os sistemas Pré-Espinhaço, Super Grupo Espinhaço, Grupo Macaúbas, bem como o Cretáceo e as coberturas do Terciário-Quaternário apresentam potencial fraco a muito fraco.

II.3.6.2.2 - No sistema Pré-Espinhaço, as fraturas estão regeladas, a profundidades maiores que 80 metros.

II.3.6.2.3 - Nos gnaisses, a capacidade específica varia entre $5,8 \times 10^{-5}$ e $1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s/m}$, enquanto que nos xistos se situa entre $2,8 \times 10^{-6}$ e $1,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s/m}$.

II.3.6.2.4 - No Super Grupo Espinhaço, a capacidade específica é estimada em $8,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s/m}$.

II.3.6.2.5 - O sistema cárstico (formação Paraopeba do Grupo Bambuí) tem potencial médio a fraco; a transmissibilidade varia entre $2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e $3,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e o coeficiente de armazenamento médio é de $2,3 \times 10^{-2}$.

II.3.6.2.6 - As reservas permanentes calculadas do sistema cárstico são da ordem de $6,8 \times 10^{10} \text{ m}^3$.

II.3.6.2.7 - O aquífero Três Marias comporta-se como livre e tem potencial elevado a médio.

II.3.6.2.8 - Predominam as águas bicarbonatadas mistas, no Pré-Espinhaço e bicarbonatadas cálcicas, no cárstico.

II.3.6.2.9 - Os valores do resíduo seco variam de 22 a 1.180 mg/l, no Pré-Espinhaço e de 0 a 1.500 mg/l, no cárstico.

II.3.6.3 - Folha Rio Doce-NO

(SE-24-V)

II.3.6.3.1 - Na área das rochas cristalinas (Associação Paraíba do Sul e Associação Barbacena) a capacidade específica média dos poços tubulares é de $1,13 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

II.3.6.3.2 - O potencial hídrico subterrâneo é fraco a muito fraco.

II.3.6.3.3 - Na área das rochas sedimentares (Grupo Barreiras, Formação Caravelas, coberturas detríticas terciário-quaternário e depósitos fluviomarinhos e fluviais do Quaternário), as melhores possibilidades hidrogeológicas estão restritas aos sedimentos da Formação Caravelas e do Grupo Barreiras.

II.3.6.3.4 - Na Formação Caravelas a capacidade específica média é de $1,70 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

II.3.6.3.5 - As reservas permanentes e exploráveis do aquífero Barreiras é de $20 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ e $200 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, respectivamente.

II.3.6.3.6 - O resíduo seco médio é de 487 mg/l , nas rochas cristalinas.

II.3.6.4 - Folha Brasília-SE

(SD-23-Z)

II.3.6.4.1 - Nas áreas que abrangem os sistemas Pré-Espinhaços, Super Grupo Espinhaço, Grupo Macaúbas, Cretáceo da Formação Urucuiá e coberturas do Terciário-Quaternário, as possibilidades hidrogeológicas são fracas a muito fracas.

II.3.6.4.2 - A transmissibilidade média dos quartzitos do Grupo Espinhaço é de $9,69 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

II.3.6.4.3 - A profundidades maiores que 80 metros, as fendas do Sistema Pré-Espinhaço apresentam-se regeladas.

II.3.6.4.4 - A vazão específica média, na área de ocorrência de granitos, gnaisses e xistos, é de 1.074 l/h/m.

II.3.6.4.5 - Nas áreas sedimentares, as zonas produtoras de água encontram-se na Formação Paraopeba e aluviões do Rio São Francisco.

II.3.6.4.6 - A vazão específica média, na Formação Paraopeba é de 2.421 l/h/m.

II.3.6.4.7 - No Grupo Macaúbas a vazão específica média é de 2.756 l/h/m.

II.3.6.4.8 - Nas margens do Rio São Francisco, as aluviões quaternárias apresentam potencial alto a muito alto, e apresentando valores de transmissibilidade da ordem de $1,15 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

II.3.6.4.9 - Os valores de resíduo seco médios são 743,9 mg/l, nos granitos, gnaisses e xistos, 472 mg/l nos calcários da Formação Paraopeba, e varia de 17 a 332 mg/l, nas aluviões quaternárias.

II.3.6.4.10 - As águas são predominantemente bicarbonatadas cálcicas, na Formação Paraopeba e bicarbonatadas, cloretadas, sulfo-bicarbonatadas e cloro-sulfatadas, nas aluviões quaternárias.

Anexos: mapas reduzidos a 50% das folhas Salvador-SO, Belo Horizonte-NE, Rio Doce-NO e Brasília-SE.

II.4 - PROJETO HIDROGEOLOGIA DO CENTRO DE MINAS GERAIS

E NORTE DO ESPÍRITO SANTO

II.4.1 - Área e Localização: compreende uma área de aproximadamente 280.000 km², envolvendo 04 (quatro) folhas na escala 1:500.000 com as coordenadas seguintes:

Belo Horizonte (SE-23) NO - 16°00'S - 45°00'W
 18°00'S - 48°00'W

Belo Horizonte (SE-23) SO - 18°00'S - 45°00'W
 20°00'S - 48°00'W

Belo Horizonte (SE-23) SE - 18°00'S - 42°00'W
 20°00'S - 45°00'W

Rio Doce (SE-24) SO - 18°00'S - 39°00'W
 20°00'S - 42°00'W

II.4.2 - Objetivos: A realização de um inventário sistemático geral das possibilidades em águas subterrâneas na área centro-oeste de Minas Gerais e norte do Espírito Santo, visando dotá-la de elementos hidrogeológicos básicos, indispensáveis como suporte a qualquer programa integrado de desenvolvimento.

II.4.3 - Metodologia:

II.4.3.1 - Documentação: pesquisa bibliográfica e obtenção da documentação arquivada nos diferentes organismos que se ocupam da problemática da água na área a ser estudada; elaboração de um resumo

bibliográfico.

II.4.3.2 - Hidrologia e Climatologia: catalogação de todos os dados hidrológicos e climatológicos, estes últimos agrupados por estações.

II.4.3.3 - Geologia: base geológica obtida a partir das informações provenientes dos projetos do DNPM, seguintes: (1) Projeto Três Marias; (2) Projeto Jequitinhonha; (3) Projeto Sudeste de Goiás; (4) Projeto Espírito Santo; (5) Projeto Rio Doce. Sintetização desta documentação em mapas na escala 1:500.000.

II.4.3.4 - Hidrogeologia: catalogação dos pontos de água (localização, nível estático e nível dinâmico e profundidade), ensaios de bombeamento para determinação das características hidrodinâmicas; análises químicas das águas.

II.4.3.5 - Mapas: confecção dos mapas seguintes: (1) de profundidade das águas subterrâneas; (2) de qualidade das águas de irrigação (condutividade elétrica/SAR); (3) hidroquímico (tipo de água); (4) de isópacas, isóbatas ou isoietas; (5) de profundidade de amsamento; (6) de vegetação; (7) de zoneamento árido; (8) climatológico e (9) hidrogeológico.

O mapa hidrogeológico é composto das bases seguintes: planimétrica, geológica, de poços, piezométrica, hidroquímica, hidrológica e de potencial explorável.

II.4.4 - Início do Projeto: 01.01.78

II.4.5 - Prazo: 24 meses (Jan/78 a Dez/79)

II.4.6 - Conclusões (do relatório preliminar)

II.4.6.1 - Folha Belo Horizonte-NO

II.4.6.1.1 - Aqüíferos fraturados: Associação Barbacena e Grupo Bambuí (exceto calcários e dolomitos).

Potencialidade: fraca a muito fraca.

Nível estático médio: 12,30 metros.

Vazão específica: 0,01 a 1,97 l/s/m

Transmissibilidade: $1,88 \times 10^{-4}$ a $1,51 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

Entradas de água: até 80 metros de profundidade.

Resíduo seco (águas): até 1.500 mg/l.

II.4.6.1.2 - Aqüíferos cársticos: Calcários e dolomitos do Grupo Bambuí.

Vazão específica: 0,7 a 5,5 l/s/m.

Transmissibilidade: $1,01 \times 10^{-3}$ a $9,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Entradas de água: até 100 metros de profundidade.

Tipo geoquímico das águas: predominantemente bicarbonata das cálcicas ou magnesianas.

SAR: de 0,01 a 8,74.

Condutividade (das águas): de 3 a 791 micromhos/m a 25°C

pH (das águas): 7

II.4.6.1.3 - Aqüíferos granulares: Formações do Cretáceo, coberturas terciário-quadernárias indiferenciadas e coberturas detriticas do Quaternário.

Potencialidade: fraca a muito fraca (f. do Cretáceo) média e elevada (aluviões).

Nível estático médio: 4,25 a 21,07 metros.

Condutividade (das águas): 3,6 a 116,3 micromhos/cm a 25°C (f. do Cretáceo);

2,79 a 118,4 micromhos/cm a 25°C (aluviões).

pH (das águas): 6,3 a 7,8 (f. do Cretáceo).

Resíduo seco médio: 58,25 mg/l (aluviões).

Dureza: 0,3 a 41 mg/l (f. do Cretáceo).

22 a 130 mg/l (aluviões).

II.4.6.2 - Folha Belo Horizonte-SO

II.4.6.2.1 - Aquífero fraturados: Associação Barbacena e Grupo Bambuí (exceto calcários e dolomitos).

Vazão específica: 0,2 l/s/m.

II.4.6.2.2 - Aquíferos granulares: Bacia Sanfranciscana (sedimentos arenosos) e Bacia do Paraná (formações Botucatu e Bauru).

Transmissibilidade: $2,1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (Bacia São Francisca na).

II.4.6.3 - Folha Belo Horizonte-SE

II.4.6.3.1 - Aquíferos fraturados: Associação Barbacena, associação Paraíba do Sul, Super Grupo Rio das Velhas, Super Grupo Espinhaço, Super Grupo Minas, intrusivas e

Grupo Bambuí (exceto dolomitos e calcários).

Nível estático médio: 5,80 metros.

Vazão específica: $7,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ a $5,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$

Resíduo seco: 64,7 a 296 mg/l.

Dureza: 20 a 146 mg/l de CaCO_3

pH: 6,74 a 8,30.

Condutividade (das águas): 100 a 750 micromhos/cm a 25°C .

II.4.6.3.2 - Acúferos cársticos: calcários e dolomitos do Bambuí.

Nível estático médio: 8,7 metros.

Vazão específica: $5,7 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ a $6,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$.

II.4.6.3.3 - Acúferos granulares: coberturas indiferenciadas. (TQi e Qphi)

Potencialidade: fraca a muito fraca (TQi)

média a fraca (Qphi)

média a elevada (aluviões)

II.4.6.4 - Folha Rio Doce-SO

II.4.6.4.1 - Acúferos fraturados: Associação Barbacena e Associação Paraíba.

Potencialidade: fraca e muito fraca.

Nível estático médio: 3,4 metros.

Entradas de água: 22,5 a 66 metros.

Vazão específica: 22 a 5,560 l/h/m.

Tipo Geoquímico das águas: predominantemente bicarbonatada, havendo mistas cloretadas-bicarbonatadas.

Resíduo seco: 95 a 654 mg/l.

II.4.6.4.2 - Aqüíferos granulares: rochas detríticas do Grupo Barreiras e sedimentos recentes.

- A ausência de uma rede de observações piezométricas, bem como poços com penetração até a base dos sedimentos do Grupo Barreiras impede que sejam determinadas as suas características hidrodinâmicas.

Anexos: 4 mapas reduzidos a 50% das folhas Belo Horizonte-NO, Belo Horizonte-SO, Belo Horizonte-SE e Rio Doce-SO.

II.5 - PROJETO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BRASIL

NA ESCALA DE 1:2.500.000

II.5.1 - Área e Localização: Todo o território nacional (8.500.000 km²).

II.5.2 - Objetivos: Dotar o Brasil de um mapa-síntese de hidrogeologia, no qual estejam representados os atuais conhecimentos das condições hídricas subterrâneas, em âmbito nacional. O projeto deverá integrar o "Mapa Hidrogeológico da América do Sul", sob os auspícios da UNESCO, e deverá oferecer uma visão global dos recursos hídricos do subsolo brasileiro, e de seu comportamento e potencialidade, isto é:

II.5.2.1 - Caracterizar, definir, delimitar e classificar as grandes unidades hidrogeológicas;

II.5.2.2 - Sintetizar e interpretar os dados relativos aos grandes grupos aquíferos;

II.5.2.3 - Apresentar uma caracterização hidrológica regional em relação à geologia;

II.5.2.4 - Oferecer subsídios que permitam visualizar, em escala regional, as relações entre os dados referentes a águas subterrâneas e os parâmetros climáticos;

II.5.2.5 - Fornecer informações provisórias de regiões desprovidas de estudos hidrogeológicos em escalas maiores.

II.5.3 - Metodologia:

II.5.3.1 - Cadastramento de entidades públicas e privadas relacionadas ao assunto de águas subterrâneas no Brasil;

II.5.3.2 - Coleta e Catalogação de documentação bibliográfica (relatórios, mapas, etc.);

II.5.3.3 - Elaboração do arquivo de documentação bibliográfica (relações, fichas, índices, etc.);

II.5.3.4 - Elaboração de mapas índices da cobertura cartográfica disponível;

II.5.3.5 - Implantação de sistema de computação e processamento eletrônico;

II.5.3.6 - Elaboração das especificações da legenda;

II.5.3.7 - Elaboração de modelos de mapa hidrogeológico;

II.5.3.8 - Simplificação e uniformização da documentação cartográfica;

II.5.3.9 - Sumarização das informações;

II.5.3.10 - Integração, e interpretação de dados, correlação hidrogeológica e inferência;

II.5.3.11 - Elaboração final do mapa.

II.5.4 - Início do Projeto: Janeiro/78.

II.5.5 - Prazo: 36 meses (Janeiro/78 a Dezembro/78).

II.5.6 - Resultados obtidos (do relatório de progresso - Dez/78):

II.5.6.1 - 64 resumos de trabalhos técnicos disponíveis;

II.5.6.2 - 5 índices bibliográficos: alfabético, cronológico, remissivo temático, remissivo toponímico e índice dos trabalhos não consultados;

II.5.6.3 - 2 mapas índices das referências bibliográficas;

II.5.6.4 - Tabela da documentação hidrogeológica selecionada e indicação quantitativa de poços, perfis geológicos, análises químicas e características hidrodinâmicas;

II.5.6.5 - Tabela das características geológicas e principais aquíferos das províncias hidrogeológicas do Brasil;

II.5.6.6 - Mapa índice dos trabalhos hidrogeológicos e geológicos em diversas escalas;

II.5.6.7 - Mapa de concentração dos poços tubulares disponíveis, por estado, até Dez/78;

II.5.6.8 - Mapas índices (02) das bases geológicas disponíveis;

II.5.6.9 - Mapa de localização das estações fluviométricas representativas;

II.5.6.10 - Mapa da localização das estações pluviométricas representativas;

II.5.6.11 - Modelo de legenda do mapa hidrogeológico do Brasil, escala 1:2.500.000;

II.5.6.12 - Protótipo do mapa hidrogeológico do Brasil, escala
1:2.500.000 - folha Curitiba SB.22;

II.5.6.13 - Protótipo do mapa hidrogeológico do Brasil, escala
1:2.500.000 - folha Rio São Francisco SC.23;

II.5.6.14 - Relatório preliminar sobre o desenvolvimento do sistema
de computação de informações hidrogeológicas.

II.6 - PROJETO DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUIFERO ABERIPE. ÁREA OLINDA - PAULISTA - ITAMARACÁ (realizado para COMPESA).

II.6.1 - Área e Localização: Área dominada pelos municípios de Olinda, Paulista, Igarassu e Itamaracá, limitada a leste pelo meridiano $34^{\circ}57'30''$, a norte pelo paralelo $7^{\circ}42'30''S$, a sul pelo paralelo $8^{\circ}1'36''$ sul, e a oeste pelo Oceano Atlântico.

II.6.2 - Objetivos: Definição do quadro geológico e das suas relações com a ocorrência de águas subterrâneas; caracterização estrutural da bacia; definição dos parâmetros hidráulicos do aquífero e do aquífero; estudo das condições de recarga e escoamento subterrâneo; estudo da evolução piezométrica e correlação com a evolução e distribuição das descargas na área; estabelecimento do balanço oferta-demanda atual e previsão da evolução futura; estimativa por métodos analíticos da evolução futura dos níveis piezométricos; estabelecimento de diretrizes para orientação da exploração futura.

II.6.3 - Metodologia:

II.6.3.1 - Mapeamento Geológico: Obtenção de um mapa hidrogeológico, com base na cartografia geológica na escala 1:100.000 e interpretação de ortofotocartas na escala 1:10.000.

II.6.3.2 - Inventário Hidrogeológico: Coleta de todas as informações existentes sobre os poços perfurados na região, envolvendo a obtenção de perfis litológicos, perfis técnicos de perfuração, dados de ensaios de bombeamento, dados de análise químicas, etc.

II.6.3.3 - Mapas Estruturais: Elaboração de mapas de contorno estrutural e de isópacas das diferentes formações geológicas, a partir dos dados dos perfis litológicos.

II.6.3.4 - Medições Piezométricas: O procedimento consistiu na paralização diária por período de 8-10 horas, de apenas um dos poços mantendo-se os demais em funcionamento, a fim de obter em cada ponto, um nível piezométrico resultante das interferências dos demais poços em operação.

II.6.3.5 - Testes e Medições de Descarga: Medição sistemática das vazões dos poços pertencentes aos sistemas de abastecimento, visando a quantificação da atual oferta de água subterrânea; realização de testes com vazões escalonadas para a determinação de perdas de carga nos poços.

II.6.3.6 - Estimativa de Demanda Futura: Estimar a evolução da demanda na área, comparando-a com a oferta atual quantificada a fim de estabelecer um balanço oferta-demanda no período 1980-2000.

II.6.3.7 - Características Hidrodinâmicas: Estimar os parâmetros hidráulicos mediante interpretação dos ensaios de bombeamento disponíveis. Caracterização do coeficiente de armazenamento e da permeabilidade vertical do aquífero, a partir de valores determinados em estudos anteriores.

II.6.3.8 - Análise Hidrodinâmica: Utilização do programa de computador - Modelo SIMAQ - Simulação analítica da exploração de águas subterrâneas. O modelo utiliza as funções analíticas de rebaixamento (Theis, Hantush, etc.) para cálculo dos rebaixamentos e interferência de poços. Realização de previsões dos declínios futuros dos níveis de água para atendimento da demanda no período 1980

- 2000, a partir do balanço oferta-demanda.

II.6.4 - Início do Projeto: Julho/78.

II.6.5 - Término do Projeto: Dezembro/79.

II.6.6 - Conclusões e Recomendações:

II.6.6.1 - A formação Beberibe constitui o principal aquífero da região separada em dois subníveis aquíferos identificados como aquífero Beberibe inferior (mais siliciosos) e aquífero Beberibe superior (mais calcífero).

II.6.6.2 - Uma secção siltico-argilosa que funciona como aquífero separa os dois subníveis, ocorrendo transferência de água entre os subníveis por processos de filtração vertical.

II.6.6.3 - Ocorre estratificação química, com águas menos mineralizadas e mais agressivas na parte inferior e águas mais salinas e de maior dureza na secção superior do sistema Beberibe, o que tem restringido as captações nos arenitos inferiores.

II.6.6.4 - Dado os fracos gradientes piezométricos ainda existentes, o aquífero inferior comporta-se como transbordante, rejeitando, para o regime hidrológico dos rios a maior parte das águas pluviais infiltradas.

II.6.6.5 - Com o início e intensificação dos bombeamentos, o subnível superior funciona atualmente como fonte de recarga do aquífero inferior, por processos de filtração vertical descendente.

II.6.6.6 - Verifica-se estreita correlação entre a evolução e desenvolvimento dos cones de depressão e os centros de bombeamento.

II.6.6.7 - Estabeleceu-se uma transmissibilidade média para o aquífero inferior da ordem de $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; ao longo da faixa costeira, onde o aquífero apresenta as maiores espessuras, as transmissibilidades são mais elevadas especialmente na área de Olinda.

II.6.6.8 - A permeabilidade vertical do nível semi-confinado foi estimada entre 10^{-8} e 10^{-9} m/s , correspondendo a um fator de filtração vertical máximo de 4.500 m, para uma espessura média de 10 metros.

II.6.6.9 - A salinidade observada em alguns poços litorâneos perfurados no aquífero inferior parece decorrer da penetração vertical de águas superiores mais salinizadas, devido a cimentações de isolamento deficientes realizadas nestes poços.

II.6.6.10 - Os teores em cloretos e a relação $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ evidenciam que a interface água doce-água salgada, no aquífero inferior, se posiciona ainda a leste das captações existentes.

II.6.6.11 - O avanço de águas salinizadas parece limitado ainda às zonas mais superficiais influenciadas pelas marés.

II.6.6.12 - O atendimento de demanda em 1980, mediante a perfuração de 29 poços ($44.000 \text{ m}^3/\text{dia}$) provocará um incremento de declínio moderadamente acentuado, na superfície piezométrica.

II.6.6.13 - A simulação indica que:

II.6.6.13.1 - para o ano de 1990, as maiores profundidades de nível dinâmico ocorreriam nos sistemas localizados nas imediações do cone de depressão de Olinda (atingindo 125 m e, Nova Olinda), com a perfuração de 52 novos poços ($152.000 \text{ m}^3/\text{dia}$).

II.6.6.13.2 - para o ano 2000, os níveis dinâmicos médios nas baterias de exploração ultrapassaria os 150 metros de profundidade.

II.6.6.14 - A demanda futura nos sistemas de abastecimento envolve o posterior e progressivo aporte de águas de origem superficial.

II.6.6.15 - Recomenda-se:

II.6.6.15.1 - perfuração imediata de estações piezométricas ao longo do litoral de Olinda e Paulista, visando o controle e a vigilância da intrusão marinha nos aquíferos superior e inferior.

II.6.6.15.2 - iniciar um processo sistemático de medições periódicas dos níveis de água nos aquíferos com o objetivo de registrar a evolução dos níveis piezométricos e medição periódica das vazões dos poços existentes com vista ao estabelecimento da correlação com os declínios dos níveis piezométricos, tendo em vista a calibração e ajuste de um modelo matemático numérico.

II.6.6.15.3 - coleta sistemática de amostras de água visando o estudo da evolução geoquímica das águas do aquífero inferior, bem como detecção de possíveis sinais de contaminação.

II.6.6.15.4 - Elaboração de um modelo digital do aquífero que deverá ser progressivamente ajustado e calibrado, em função dos registros piezométricos e que poderá ser utilizado conjuntamente com o modelo analítico utilizado, tendo em vista a análise econômica de alternativas futuras de gestão de recursos subterrâneos.

II.6.6.15.5 - O modelo anterior preconizado poderá ser transformado em um modelo mais geral, envolvendo a gestão conjunta das águas superficiais e subterrâneas de forma a otimizar a exploração dos recursos hídricos.

II.6.6.15.6 - Os poços que exploram o aquífero inferior devem ser adequadamente isolados ao longo do aquífero superior e dos calcários, a fim de evitar a contaminação por águas superiores mais salinizadas.

II.6.6.15.7 - Evitar as captações no aquífero superior, nas proximidades do litoral, por facilitarem a penetração de águas salinas.

II.6.6.15.8 - A maior dureza das águas superiores poderá ser abrandada pelo aporte simultâneo de águas inferiores mais agressivas.

II.7 - PROJETO ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO

DE CALDAS NOVAS

- II.7.1 - Área e Localização: A área objeto de estudo situa-se na região sudeste do Estado de Goiás, ocupa cerca de 3.000 km² e é delimitada pelos paralelos 17°30' e 18°00' sul e pelos meridianos 48°30' e 49°00' oeste.
- II.7.2 - Objetivos: Obtenção de dados básicos necessários para a definição adequada do sistema hidrogeológico e hidrotermal, visando a determinação das suas características geométricas e hidráulicas, determinação de fluxo, estudo hidroquímico, balanço das águas subterrâneas e condições de utilização do sistema.
- II.7.3 - Metodologia:
- II.7.3.1 - Compilação e síntese dos dados geológicos, hidrogeológicos, climáticos e hidrológicos, existentes sobre a área do projeto;
- II.7.3.2 - Cadastramento dos pontos de água, com uma densidade de 1 ponto/20 km²;
- II.7.3.3 - Nivelamento barométrico de 30% dos pontos cadastrados;
- II.7.3.4 - Análise físico-química das águas subterrâneas (25% das ocorrências cadastradas);
- II.7.3.5 - Processamento e análise dos dados hidrogeológicos, meteorológicos etc. e elaboração de mapas hidrogeológicos e hidroquímicos, em escala 1:100.000;

II.7.3.6 - Seleção de áreas para estudos de detalhe;

II.7.3.7 - Mapeamento geológico de detalhe, com vista à elaboração de um mapa em escala 1:25.000;

II.7.3.8 - Levantamento geofísico, através de sondagens elétricas verticais, para apoio da locação dos poços de estudo;

II.7.3.9 - Execução de poços de estudo, com base nos levantamentos geofísicos e geológicos, visando verificar o modelo geológico-estrutural e o comportamento hidrológico subterrâneo;

II.7.3.10 - Perfilagens raios gama, SP, resistividade elétrica e caliper, além da medição do fluxo térmico e da temperatura;

II.7.3.11 - Testes de bombeamento;

II.7.3.12 - Testes com traçadores visando a comprovação da existência de conexões entre fontes de recarga e surgências;

II.7.3.13 - Análises de radiométricos visando a determinação da idade das águas termais, rastrear o percurso seguido por aquelas águas, fornecendo índices para a determinação da origem do termalismo;

II.7.3.14 - Processamento, integração e análise dos dados obtidos.

II.7.4 - Início do Projeto: Abril/78.

II.7.5 - Prazo de Execução: 28 meses. Abril/78 a Julho/80.

II.7.6 - Conclusões (do relatório preliminar):

II.7.6.1 - A ocorrência de águas com dois padrões geoquímicos dis-

tintos corresponde a águas armazenadas em fraturas de distensão e na zona de intemperismo e a águas termais oriundas de aquíferos mais profundos;

II.7.6.2 - O escoamento subterrâneo do aquífero subsuperficial processa-se para as bacias do rio Picacanjuba e ribeirão Pirapetinga;

II.7.6.3 - As águas subsuperficiais não são responsáveis pela recarga do aquífero termal, pelo menos em percentagem apreciável;

II.7.6.4 - Excluídas algumas áreas restritas, possivelmente influenciadas pelas ocorrências de águas termais, tanto o resíduo seco como a mineralização total das águas do aquífero subsuperficial aumentam de montante para jusante do escoamento;

II.7.6.5 - As águas termais estariam circulando na zona de cisalhamento relacionada com um plano de falha de cavalgamento entre duas unidades metamórficas;

II.7.6.6 - A distribuição de ocorrências hidrotermais numa área relativamente extensa, associada a uma falha de cavalgamento de características regionais, sugere que a área prospectiva para águas termais profundas seja mais extensa que a atualmente conhecida;

II.7.6.7 - Os teores de trítio nas águas termais sugerem, para estas, um percurso subterrâneo relativamente longo, indicando que a área de recarga não está nas proximidades das fontes hidrotermais;

II.7.6.8 - O resíduo seco e a relação $r Na/r K$, indicam a possibilidade de ocorrência de fluxo ascendente de águas termais em locais onde estas não afloram (ponto 103, por exemplo);

II.7.6.9 - As águas termais são, basicamente, bicarbonatadas cálcio-

cas ou bicarbonatadas magnesianas, havendo no entanto topos mistos;

II.7.6.10 - O bombeamento dos poços tubulares profundos na área urbana de Caldas Novas provoca rebaixamentos consideráveis, pelo que se recomenda a implantação, desde já, de um sistema de controle da perfuração de poços tubulares profundos, procurando evitar-se a generalização de casos de interferência inter-poços, já registrados.

II.8 - PROJETO ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PRELIMINARES EM ÁREA CONTÍGUA AO
PROJETO ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO DE CALDAS NOVAS

II.8.1 - Área e Localização: A área tem uma superfície de 2.000 km² e está compreendida entre os paralelos 17°30' e 18°00' sul e os meridianos 48°10' e 48°30', ocupando partes dos municípios de Marzagão, Urutaí, Santa Cruz de Goiás e Ipamerim.

II.8.2 - Objetivos: Trabalho realizado, por contrato com Furnas Centrais Elétricas S/A visando o levantamento preliminar dos dados básicos das características hidrogeológicas da região, para a compreensão dos seus parâmetros condicionantes.

II.8.3 - Metodologia:

II.8.3.1 - Cadastramento de pontos de água;

II.8.3.2 - Nivelamento barométrico dos pontos cadastrados;

II.8.3.3 - Análises físico-químicas de águas subterrâneas;

II.8.3.4 - Interpretação e integração dos dados disponíveis, com a elaboração de mapas hidrogeológico e hidroquímico, na escala 1:100.000.

II.8.4 - Início do Projeto: 30.08.78

II.8.5 - Prazo de Execução: 05 meses (Setembro/78 a Janeiro/79).

II.8.6 - Conclusões:

II.8.6.1 - As águas superficiais circulam através do manto de intemperismo, sendo que, em profundidade, esta circulação é limitada pela impermeabilidade das rochas metamórficas;

II.8.6.2 - O escoamento das águas do aquífero subsuperficial processa-se em direção às bacias dos rio Corumbá e Veríssimo;

II.8.6.3 - O reconhecimento geológico evidenciou a existência de estruturas geológicas, cuja complexidade e importância na caracterização do sistema hidrogeológico, exigem a efetivação de trabalhos de detalhamento;

II.8.6.4 - Com o eventual represamento das águas do rio Corumbá, na cota 640 metros, deve levar-se em consideração que o aquífero termal, circulando sob a bacia deste rio, poderia sofrer perturbações graves, particularmente pela recarga artificial forçada.

II.8.6.5 - Objetivando complementar as informações obtidas no que se refere a possíveis interferências no sistema hidrotermal de Caldas Novas, decorrentes do eventual represamento do rio Corumbá recomenda-se a execução de trabalhos de mapeamento detalhado na área de inundações e adjacências e a execução de levantamentos geofísicos com vista a localizar um poço tubular profundo, necessário à caracterização dos condicionamentos hidrogeológicos.

II.9 - PROJETO INVESTIGAÇÃO DOS RECURSOS DE ENERGIA

GEOTERMAL NO BRASIL

II.9.1 - Área e Localização: todo o território nacional.

II.9.2 - Objetivos:

- a) Obter, através de compilação bibliográfica nacional e estrangeira, dados sobre a energia geotermal e seu aproveitamento, cadastramento de fontes e poços termais no país, um apanhado dos trabalhos mais significativos sobre prospecção geotérmica no exterior, além da obtenção de todos os trabalhos realizados no país sobre o tema;
- b) Elaboração do mapa de gradientes geotérmicos, nas áreas com dados existentes;
- c) Elaboração do mapa de áreas selecionadas resultante da integração de todos os dados disponíveis;
- d) Sugestões de projetos geotérmicos avançados em áreas selecionadas.

Embora não tivesse havido Solicitação de Serviço do DNPM, para a execução deste projeto foi, contudo, desenvolvida atividade neste setor desde Maio/78 a Fev/79, particularmente, pesquisa e compilação bibliográfica e inventário das fontes e poços geotermiais, no Brasil.

No relatório respectivo constam os capítulos seguintes:

- Energia Geotermal e técnicas de prospecção;
- Tipos de sistemas geotermiais;
- Alguns exemplos de sistemas geotermiais em exploração;
- Inventário das fontes e poços geotermiais, no Brasil;
- Bibliografias (45 páginas).

As principais conclusões e recomendações são as seguintes:

- No Brasil são encontrados somente sistemas hidrogeotermiais de baixa entalpia, em consequência do gradiente geotérmico, dada a ausência de fenômenos geotectônicos mais jovens que o Terciário;
- Dentre as bacias sedimentares brasileiras é a Bacia do Paraná (formações Botucatu e Pirambóia) a mais favorável para a captação de água subterrânea utilizável para consumo, tanto pela sua potabilidade, como pela temperatura elevada;
- O aquífero Botucatu representa um reservatório de água potável, com enorme capacidade de produção;
- A enorme reserva de água subterrânea contida nas formações Botucatu e Pirambóia, da Bacia do Paraná, conduz a uma série de recomendações visando seu aproveitamento, inicialmente para o saneamento básico e, secundariamente, como fonte de calor;
- Substituição gradativa das águas superficiais, cada vez mais poluídas, no abastecimento dos grandes núcleos populacionais, por águas subterrâneas, através a execução de poços rasos e profundos. A utilização de águas subterrâneas apresenta vantagem sobre os mananciais de superfície, uma vez que independem das condições climáticas e dispensam tratamentos prévios para consumo;
- Estudo da viabilidade econômica visando o aproveitamento das águas

subterrâneas em sistemas de irrigação, especialmente em áreas onde se verificam períodos anuais de seca;

- Seleção de áreas prioritárias, cuja situação se enquadra nas condições acima, para as quais seriam elaborados projetos que englobariam o inventário hidrogeológico, locação, perfuração e completação dos poços médios (400 a 700 m) e profundos (acima de 1.000 m);
- Aproveitamento das águas quentes (advindas de poços acima de 1.200 m) para a produção de vapor em usinas termoelétricas ou instalações similares, com manifesta economia de combustíveis fósseis (sistemas mistos de geração de energia);
- Aproveitamento da energia térmica (até 65°C) em sistemas industriais de refrigeração;
- Construção de balneários em qualquer ponto englobado pela isoterma de 40°C, evitando-se grandes deslocamentos dos usuários para as tradicionais estâncias hidrotermais.

II.10 - PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS MINERAIS DA BACIA

SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUBPROJETO HIDROGEOLOGIA

II.10.1 - Área e Localização: Porção oeste do estado do Maranhão e pequenas porções do estado de Goiás, Piauí e Bahia, totalizando uma superfície de 443.500 km², envolvendo 06 folhas, na escala 1:500.000, com as coordenadas seguintes:

São Luiz NO:	45° - 48° W	e	0° - 2° S
São Luiz SO:	45° - 48° W	e	2° - 4° S
Teresina NO:	45° - 48° W	e	4° - 6° S
Teresina SO:	45° - 48° W	e	6° - 8° S
São Francisco NO:	45° - 48° W	e	8° - 10° S
São Francisco SO:	45° - 48° W	e	10° - 12° S

II.10.2 - Objetivos: preencher uma expressiva lacuna de dados acerca dos recursos hídricos subterrâneos dessa porção da Bacia do Parnaíba, procurando definir os seus parâmetros hidrogeológicos e fornecer orientação para o seu aproveitamento sócio-econômico.

II.10.3 - Metodologia:

II.10.3.1 - Documentação: coleta bibliográfica e obtenção da documentação arquivada nos organismos que se ocupam da água, na área a ser estudada;

II.10.3.2 - Hidrologia e climatologia: coleta e análise de todos os dados disponíveis e elaboração de gráficos, tabelas e diagramas daqueles considerados necessários à caracterização do quadro climático da região.

II.10.3.3 - Bases cartográficas: utilização das cartas do Brasil (IBGE), na escala 1:500.000 e das cartas planimétricas do RADAM (Sensores Remotos), na escala 1:250.000, servindo as cartas do IBGE como complemento às do RADAM; no aprimoramento de aspectos hidrogeológicos especiais serão utilizadas fotografias aéreas.

II.10.3.4 - Base Geológica: será adotada a resultante da integração a ser efetuada pelo Projeto Estudo Global; nas áreas adicionadas ao Subprojeto de Hidrogeologia será feita uma integração geológica a partir dos mapas da PETROBRÁS, RADAM e Projeto Gurupi e leste de Tocantins/oeste de São Francisco.

II.10.3.5 - Hidrogeologia: (1) Cadastramento dos pontos de água (poços tubulares, fontes, cacimbas, etc.) capazes de fornecer subsídios à interpretação do comportamento hidrogeológico da área; (2) descrição dos perfis de poços; (3) nivelamento barométrico dos pontos de água selecionados; (4) construção de piezômetros próximos a poços existentes e selecionados para execução de testes de bombeamento e de poços exploratórios para aprimoramento dos conhecimentos hidrogeológicos da região (2.000 metros); (5) testes de aquífero; (6) análises químicas de água.

II.10.3.6 - Atlas hidrogeológicos compostos de base planimétrica, base geológica, base de poços, base piezométrica, base hidroquímica e base de potencial explorável.

II.10.4 - Início do Projeto: Julho/76.

II.10.5 - Término do Projeto: Junho/79.

II.10.6 - Resultados Obtidos (Dez/78)

Foram cadastrados 483 pontos de água, coletadas 257 amostras

de água, nivelados 617 pontos, compilados 595 dados hidroquímicos e executados 350 metros de perfuração.

Atualmente, procede-se à elaboração dos relatórios finais.