

Mapa político do estado de Rondônia com a localização do distrito de Extrema

**EXTREMA**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO  
DA ÁREA URBANA DO DISTRITO DE EXTREMA  
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO RO**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

***Rodolfo Tourinho Neto***

**Ministro de Estado**

***José Luiz Péres Garrido***

**Secretário Executivo**

***Luciano de Freitas Borges***

**Secretário de Minas e Metalurgia**

**CPRM SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

***Geraldo Gonçalves Soares Quintas***

**Diretor Presidente**

***Umberto Raimundo Costa***

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

***Thales de Queiroz Sampaio***

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

***Paulo Antônio Carneiro Dias***

**Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

***José Sampaio Portela Nunes***

**Diretor de Administração e Finanças**

***Frederico Cláudio Peixinho***

**Chefe do Departamento de Hidrologia**

***Humberto J. T. R. de Albuquerque***

**Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração**

***Fernando Pereira de Carvalho***

**Superintendente Regional de Manaus**

***Rommel da Silva Sousa***

**Chefe da Residência de Porto Velho**

***Amílcar Adamy***

**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

**MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE**

***José Serra***  
**Ministro da Saúde**

***Mauro Ricardo Machado Costa***  
**Presidente da Fundação Nacional de Saúde**

***Sadi Coutinho Filho***  
**Chefe do Departamento de Saneamento**

***Josiclene Moura Leite***  
**Chefe da Coordenação Regional de Rondônia**

***Vera A. de Oliveira Figueiredo***  
**Chefe do Serviço de Saneamento**

***João Batista Zibetti***  
**Supervisor do Convênio CPRM/FNS**

## **EQUIPE EXECUTORA**

Residência de Porto Velho - REPO

Geólogo: José Cláudio Viégas Campos

Geólogo: Paulo Roberto Callegaro Morais

Geólogo: Rommel da Silva Sousa

Aux. De Campo: Raimundo Gomes

Aux. de Campo: Avelino Ramos

Técnico em Sondagem: Francisco Bianor

Superintendência Regional de Belo Horizonte - SUREG/BH

Geofísico: Michael Gustav Peter Drews

Prospector: Júlio de Freitas F. Vasques

Aux. Técnico: Maurício Vieira Rios

# **ESTUDO HIDROGEOLÓGICO NO DISTRITO DE EXTREMA MUNICÍPIO DE PORTO VELHO (RO)**

---

Autores:

José Cláudio Viégas Campos

Michael Gustav Peter Drews

Colaboradores:

Rommel da Silva Sousa

Paulo Roberto Callegaro Morais

Editoração:

Alclemar Lopes Noé

**JULHO  
1.999**

## SUMÁRIO

### APRESENTAÇÃO

RESUMO.....	01
1. INTRODUÇÃO.....	02
2. GEOLOGIA .....	04
3. HIDROGEOLOGIA.....	06
3.1. CADASTRAMENTO DE POÇOS.....	06
3.2. MAPA PIEZOMÉTRICO.....	08
3.3. HIDROGEOQUÍMICA.....	10
3.4. CARACTERIZAÇÃO BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA.....	11
4. GEOFÍSICA.....	13
4.1. OBJETIVOS.....	13
4.2. METODOLOGIA APLICADA.....	14
4.3. RESULTADOS OBTIDOS.....	14
4.4. CONCLUSÕES.....	17
5. SONDAGEM MECÂNICA.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
7. BIBLIOGRAFIA.....	23

---

# Apresentação

A obtenção de água potável para o abastecimento dos centros urbanos tem se tornado um grande desafio para as autoridades responsáveis. Com o desenvolvimento desordenado dos núcleos urbanos, tem aumentado a preocupação com a qualidade e a quantidade de água disponível para o abastecimento público. A degradação deste importante bem é um dos grandes desafios a ser enfrentado pela humanidade.

A CPRM - Serviço Geológico do Brasil tem procurado dar a sua contribuição com a aplicação de novas tecnologias na obtenção de água com qualidade e quantidade para o atendimento a uma demanda cada vez maior.

Este trabalho contém as atividades desenvolvidas pela CPRM na avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do distrito de Extrema, município de Porto Velho (RO), objeto de convênio celebrado com a Fundação Nacional de Saúde - FNS. Além do texto explicativo de cada atividade executada, são apresentados mapas, tabelas, fotografias e perfil construtivo do poço-teste executado.

---

## Resumo

A sede do distrito de Extrema, município de Porto Velho (RO), com uma população de aproximadamente 2.000 habitantes (estimativa), vem sofrendo com a falta de abastecimento de água potável. Extrema não possui um sistema de abastecimento e distribuição de água, dessa forma a população tenta suprir a sua demanda através de cacimbas (poços com grande diâmetro) que produzem pequenas vazões (ex.: 1000 l/dia).

A CPRM - Serviço Geológico do Brasil, juntamente com a Fundação Nacional de Saúde, desenvolveu o estudo de avaliação do potencial hidrogeológico da sede do distrito de Extrema, município de Porto Velho, com a finalidade de atender a demanda de abastecimento de água daquela localidade. A metodologia empregada utilizou os seguintes parâmetros: reconhecimento geológico, levantamento geofísico, cadastramento de poços utilizados pela população para caracterização bacteriológica e físico-química, bem como a definição da direção de fluxo da água subterrânea, além da perfuração de um poço tubular profundo.

O resultado da análise dos vários parâmetros utilizados indicou a ocorrência de uma espessa camada argilosa com mais de 100 metros. Sotoposto a esses sedimentos, ocorre, segundo a geofísica, uma camada geoeétrica com resistividades elétricas entre 100 e 1300 ohm-m relacionada possivelmente ao embasamento (confirmado pelo perfil geológico do poço posteriormente perfurado).

O poço perfurado pela Turbo Construções Ltda. apresentou um perfil desfavorável à captação de água subterrânea. A profundidade total de perfuração foi de 150 metros, sendo 148 metros constituídos de material argiloso e os 2 metros restantes de rocha alterada do embasamento.

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos analisados indicaram que a água que está sendo consumida pela população, captada nas cacimbas, está contaminada pelas fossas domésticas e/ou outras fontes poluentes locais, sendo necessário o tratamento por coloração ou fervura para o consumo.

# 1

---

## Introdução

O presente relatório é resultado do trabalho desenvolvido pela CPRM em convênio com a Fundação Nacional de Saúde no distrito de Extrema, município de Porto Velho (RO). Os trabalhos visavam avaliar o potencial hidrogeológico da sede distrital para a captação de água subterrânea através de poços tubulares profundos, de modo a atender a demanda ao abastecimento daquela população. A escolha da água subterrânea como fonte de abastecimento se deve ao fato de que, normalmente, os custos para sua captação são bem menores do que aqueles que envolvem a captação de água superficial.

O distrito de Extrema situa-se na porção extremo-oeste do Estado de Rondônia (Figura 1). O seu núcleo urbano está localizado a 328 km da cidade de Porto Velho. Para se ter acesso ao mesmo, partindo-se de Porto Velho, toma-se a BR364, sentido Rio Branco. A sede do distrito de Extrema está localizada às margens da BR364. A sua área urbana (Foto 1), com cerca de 3 Km<sup>2</sup>, possui uma população de aproximadamente 2.000 habitantes

(estimativa). Já conta com linhas telefônicas disponibilizadas para a comunidade, entretanto, não possui um sistema de esgotamento sanitário adequado, são utilizadas fossas domésticas, e o sistema de abastecimento de água potável é feito pelos próprios moradores através de cacimbas próprias com características construtivas bastante precárias. Durante os meses de junho a setembro, quando há a diminuição da intensidade pluviométrica, a população sofre consideravelmente com o abastecimento de água potável, pois, neste período, as cacimbas tendem a secar.



Foto 1 - Vista parcial da área urbana de Extrema.

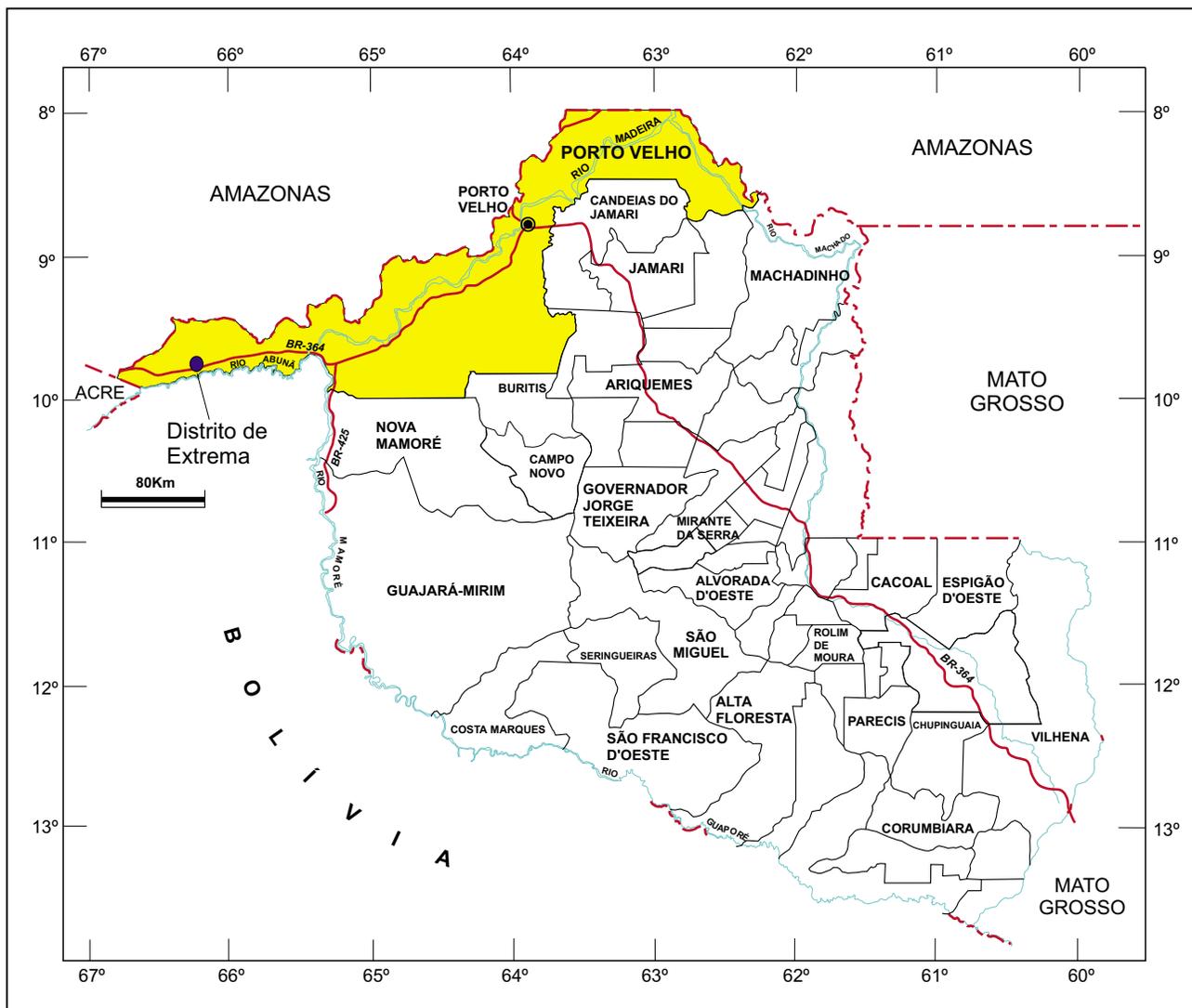


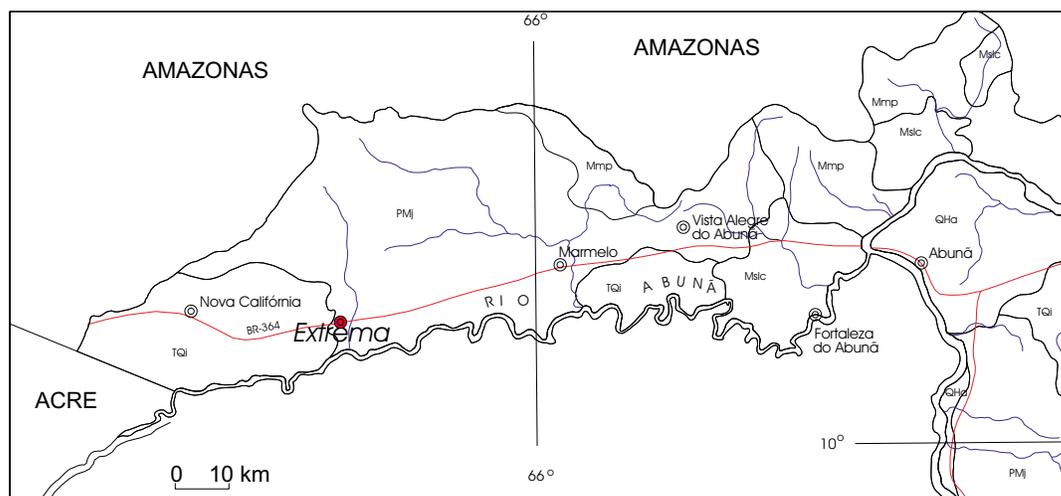
Figura 1 - Mapa político do Estado de Rondônia com a localização do distrito de Extrema.

## 2 Geologia

A região extremo-oeste de Rondônia, onde se localiza o distrito de Extrema (Figura 2), foi alvo de estudos pela CPRM, Projeto Alto Ituxi. Neste trabalho, Freitas et alli (1981) atribui os sedimentos aí presentes como pertencentes à Formação Solimões, constituída predominantemente por sedimentos pelíticos e psamíticos, representados por arenitos finos a médios, siltitos e argilitos.

Em Scandolara et alli (1998), os sedimentos são caracterizados como coberturas sedimentares indiferenciadas terció-quaternárias, que variam, em granulometria, de cascalho a argila, com laterização significativa.

Durante a fase de mapeamento geológico, foram descritos os afloramentos representativos dos sedimentos da área



Fonte: Scandolara et alli, 1998

**QHa** Cenozóico - Sedimentos aluvionares e coluvionares depositados nos canais fluviais e planícies de inundação dos sistemas de drenagem atuais.

**TQi** Cenozóico - Coberturas sedimentares indiferenciadas, associadas a ambientes de leques aluviais, canais fluviais, planícies de inundação e lagos.

**Msc** Mesoproterozóico - Suíte intrusiva São Lourenço-Caripunas - Constituída por granitos, sienogranitos, sienitos, riódacitos.

**Mmp** Mesoproterozóico - Formação Mutumpananá - Sequência epimetamórfica vulcanoclástica com grande variação vertical. Constituída por metarenitos feldspáticos, metarcóseos, metaconglomerados, filitos, mica-quartzitos, meta-chert, metatufos e mica-xistos de granulometria fina.

**PMj** Paleo-Mesoproterozóico - Complexo Gnaissico-Migmatítico Jaru. Constituído por ortogneisses graníticos, granodioríticos, gnaisses bandados.

Figura 2 - Mapa geológico da região extremo-este de Rondônia

(Foto 2 e 3), além de coletadas informações de dois poços perfurados, um no distrito de Extrema e outro no distrito de Nova Califórnia, localizado a 25 Km a oeste de Extrema. Ambas as perfurações indicaram a ocorrência de uma espessa camada de argilito, superior a 100 metros.



Foto 2 - Afloramento de argilito ao longo da BR 364. Trecho compreendido entre a área urbana de Extrema e Nova Califórnia.



Foto 3 - Afloramento de argilito, em detalhe, ao longo da BR 364. Trecho compreendido entre a área urbana de Extrema e Nova Califórnia.

# 3

---

## Hidrogeologia

A sede do distrito de Extrema está localizada sobre terrenos sedimentares terciário-quaternários, que em termos hidrogeológicos se comportam como aquíferos porosos, ou seja, o armazenamento e a transmissão de água da sua formação ocorre através dos poros. Entretanto, devido principalmente ao espesso pacote argiloso (mais de cem metros), a perfuração de poços tubulares profundos tem um custo elevado para a população, predominantemente de baixa renda, que vive na localidade. Dessa forma, a captação de água subterrânea é feita quase que exclusivamente através de cacimbas de pequena profundidade. Na sede do distrito de Extrema só foi encontrado um poço tubular profundo pertencente a Companhia de Águas e Esgoto de Rondônia (CAERD) e que, atualmente, se encontra desativado.

Apesar de Extrema não possuir um sistema de abastecimento de água potável, a demanda requerida é suprida pelos moradores através de cacimbas próprias. Até mesmo estabelecimentos que necessitam de grandes volumes de água diariamente, tais como:

hotéis, posto de saúde e restaurantes; são obrigados a utilizar o manancial subterrâneo dessa forma. O problema se agrava no "verão", período compreendido entre junho e setembro, quando o índice pluviométrico é bastante reduzido. Nesse período as cacimbas têm o nível freático rebaixado, chegando, até mesmo, algumas a secar.

### 3.1 - Cadastramento de Poços

De acordo com o levantamento feito na área urbana de Extrema, foram cadastradas 50 cacimbas para determinação do nível estático, profundidade, características construtivas, pH e condutividade elétrica, dentre outras informações (ver Figura 3 e Tabela 1). Com base no nível estático de 40 cacimbas, juntamente com o mapa planialtimétrico da área urbana, foi possível confeccionar o mapa piezométrico de Extrema, definindo-se a direção de fluxo da água subterrânea.

De um modo geral, as cacimbas apresentam características construtivas precárias, pois não possuem a boca bem

vedada para impedir o acesso de animais e insetos e nem o piso cimentado ao redor da mesma, de modo a impedir a entrada de água de enxurradas e/ou servidas por entre as paredes da cacimba e a manilha (revestimento). A grande maioria possui como tampa ripas de madeira, além de manilhas como revestimento apenas na parte superior da cacimba, em média, com 30 cm acima do nível do terreno. Essas cacimbas captam água subterrânea de pequena profundidade, que pode variar de 2 a 19 metros, com uma média de 10,5 metros. Foi cadastrado somente um poço tubular profundo pertencente a CAERD,

atualmente desativado. Segundo dados obtidos de antigos trabalhadores na época de construção, o poço possui uma profundidade de aproximadamente 130 metros e a vazão de bombeamento era superior a 30.000 l/h (?). Contudo, devido provavelmente a um mau dimensionamento da granulometria do pré-filtro, durante o bombeamento, havia o carreamento de grande quantidade de areia fina, proveniente do aquífero explotado, o que causou, com o tempo, o comprometimento da bomba submersa e o posterior recalque da superfície do terreno nas proximidades do poço.

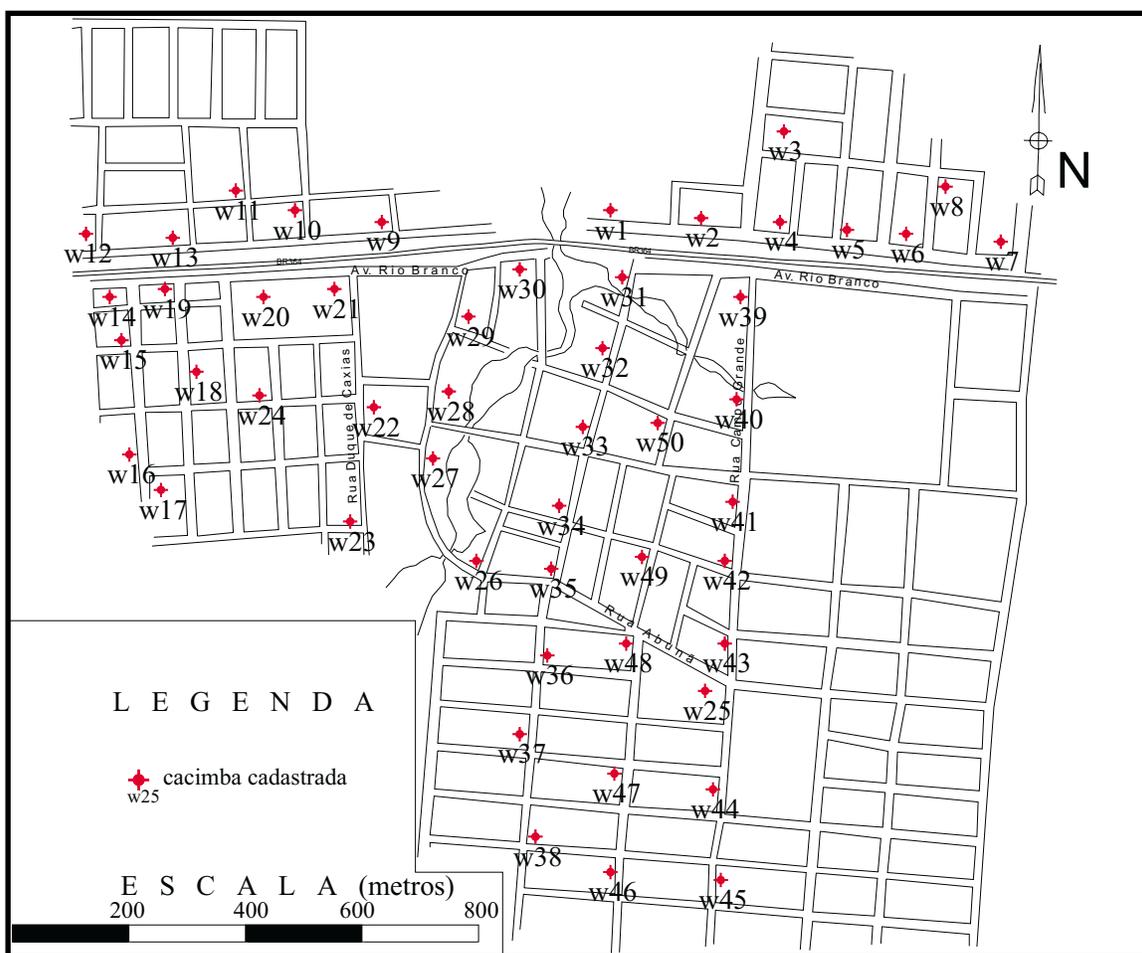


Figura 3 - Mapa da área urbana de Extrema com a localização das cacimbas cadastradas.

cacimba	prof.(m)	NE(m)	extração	pH	Cond. elétrica ( S/cm)	uso	cacimba	prof.(m)	NE(m)	extração	pH	Cond. elétrica ( S/cm)	uso
1	6	2,25	Bomba	4,93	67,5	Churr.	26	5	2,74	Bomba	3,9	115,6	-
2	10	1	-	4,4	47	Dom.	27	10	5,3	Bomba	3,8	39,6	Lavaj.
3	11	0,5	Bomba	3,75	22,1	-	28	11	5	-	4	32,6	-
4	8,5	0,5	-	3,85	23,1	-	29	10	1,4	-	5,4	88,6	-
5	9	1	Bomba	5,95	108	-	30	12	3,4	Bomba	4,48	44,4	Churr.
6	10	1	-	4,97	44,9	-	31	5	1,9	-	4,1	44,4	-
7	12	3,25	Bomba	4,66	27,5	-	32	9	2,5	Bomba	5,95	147	-
8	13	3,1	-	3,72	16,7	-	33	8	0,8	-	5,75	400	-
9	7,5	1	-	3,98	24,5	-	34	8	0,8	-	5,75	134,4	-
10	14	2,4	-	6,3	109,9	-	35	15	0,8	-	5,1	62	-
11	14	2,7	-	4,9	35,5	-	36	12	0,75	-	5,2	66,5	-
12	19	2,1	-	4,4	11,8	-	37		0,6	Bomba	4,5	56,4	-
13	13	2,7	Bomba	5,08	36,5	-	38	8	1,2	-	3,7	49,7	-
14	16	1,9	Bomba	6,8	64	Aspro.	39	9	0,7	-	6,5	118,5	-
15	13,5	2,4	Bomba	5,6	36,5	-	40	2	1,05	-	3,67	128,5	-
16	10	0,5	Bomba	5,25	20	-	41	4	0,75	-	3,9	36	-
17		1,45	Bomba	4,8	28,7	Pastor.	42	8	1,2	-	4,5	118,5	-
18	14	2	Bomba	4,55	24,5	Hotel	43	12	1,7	-	3,68	51	-
19	10	3,1	-	4,08	29,5	-	44	12	3,9	-	3,62	14,2	-
20	14	2,2	-	4,65	34	-	45	14	3,75	-	3,52	28	-
21	10	1	-	4,1	19	-	46	6	0,8	-	3,8	36	-
22	10	1	Bomba	4,53	46	-	47	12	2	-	4,3	33,3	-
23	10	1	Bomba	5,15	71,1	-	48	11	1	-	4,4	20,8	-
24	12	2,05	Bomba	6,45	115	-	49	9	2	-	4,2	61,5	-
25	18	2,9	Bomba	4,85	27,5	Escola	50	6	1,85	-	5,17	168,5	-

Churr. - Churrascaria Dom. - Doméstico Aspro. - Associação de Produtores Lavaj. - Lava à jato Pastor. - Pastoral da Saúde  
 Prof. - Profundidade NE - Nível Estático

Tabela 1 - Informações coletadas na fase de cadastramento das cacimbas.

### 3.2 - Mapa Piezométrico

Baseado nas informações de 40 cacimbas, foi confeccionado o mapa piezométrico da sede do distrito de Extrema (Figura 4). As linhas de isopiezas, como era de se esperar, seguem, aproximadamente, a topografia do terreno. As medições do nível estático foram realizadas em dezembro de 98, juntamente com a obtenção de outros parâmetros e informações.

Apesar do mapa ter sido produzido com a

medição dos níveis d'água em diferentes dias, o que não corresponde ao ideal, é preciso se levar em conta que o volume retirado pelos moradores na cidade é pouco significativo para promover um rebaixamento pronunciado nesse período, além disso, ao analisar os resultados obtidos, observa-se a pouca interferência desses fatores, uma vez que é possível ter uma boa definição da direção de fluxo subterrâneo na área urbana de Extrema.

Uma vez que a totalidade da população

utiliza-se de água subterrânea para suprir sua demanda, o mapa piezométrico é de bastante utilidade para definição de áreas de proteção desse manancial. Observa-se que na porção oeste, leste, sudeste e nordeste da cidade, acima da cota piezométrica 72 metros, que qualquer fonte poluidora com capacidade de dispersão (ex: hidrocarbonetos) tem condições de comprometer a qualidade da água subterrânea em boa parte da área urbana. Isto porque as direções de fluxo subterrâneo partem

desses pontos para a porção central da área, carreando consigo o poluente. Dessa forma, aconselha-se a proteção dessa área através da criação de mecanismos que desestimulem a instalação de postos de gasolina, matadouros, curtumes, lixão, ou outros tipos de estabelecimentos ou atividades que produzam carga poluidora que ao ser disposta no solo ou no subsolo possa vir a contaminar a água subterrânea.

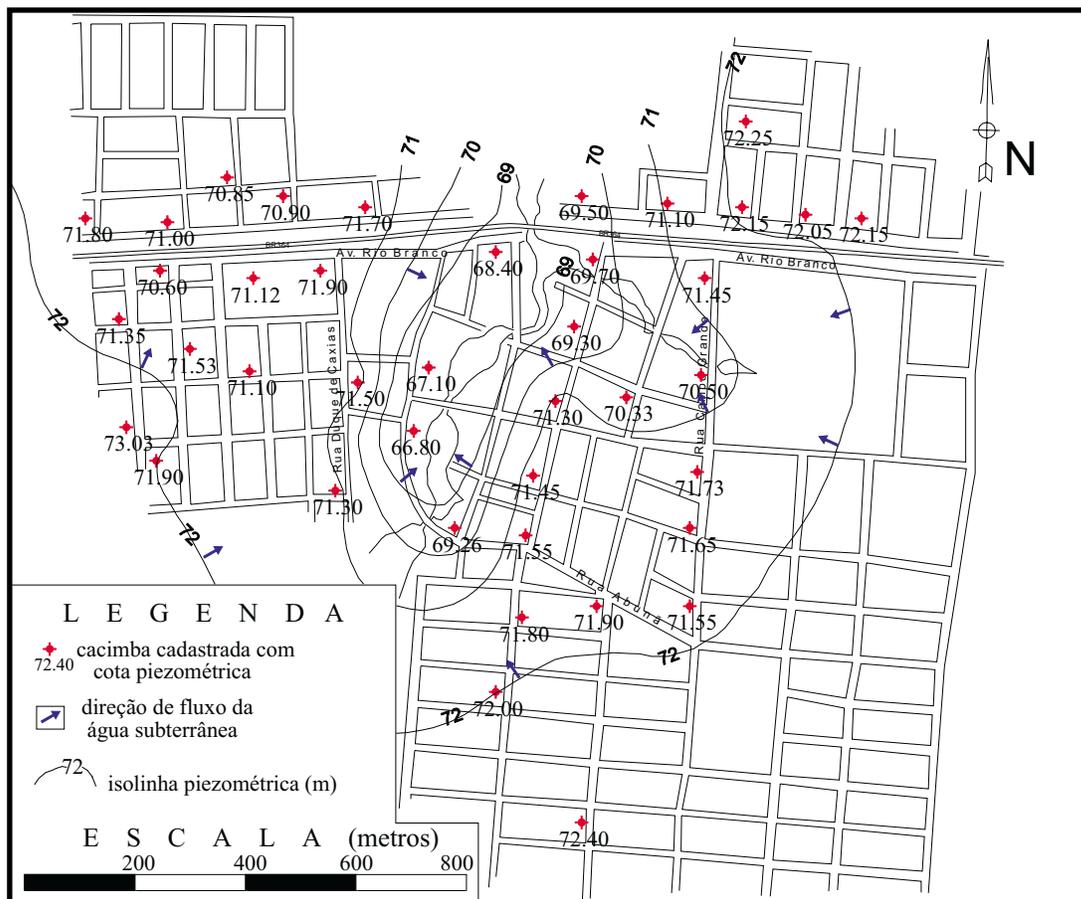


Figura 4 - Mapa piezométrico do nível freático da água subterrânea da área urbana de Extrema.

### 3.3 - Hidrogeoquímica

Alguns parâmetros físico-químicos da água subterrânea consumida pela população foram medidos no local através de dois aparelhos portáteis: o medidor de pH (pHmetro) e o de condutividade elétrica (condutivímetro). O pH é representado pela concentração do íon  $H^+$  na solução, enquanto a condutividade elétrica (CE) indica a capacidade da água conduzir eletricidade, e está intimamente associada ao teor de sais dissolvidos (íons) na mesma.

Foram feitas medições em 50 cacimbas. A condutividade elétrica variou de 11,8 a 400 microS/cm, com uma média de 64 microS/cm. O Gráfico 1 demonstra que 78% das amostras possuem valores de condutividade elétrica inferiores a 90 microS/cm. O pH variou de 3,52 a 6,8, com uma média de 4,7. Observa-se no Gráfico 2 que 68% das amostras contém pH entre 3 e 5.

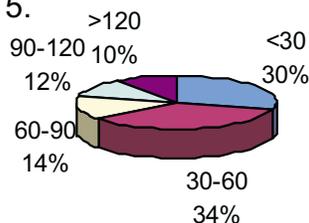


Gráfico 1 - Distribuição dos valores de condutividade elétrica (microS/cm) da água subterrânea das cacimbas em Extrema.

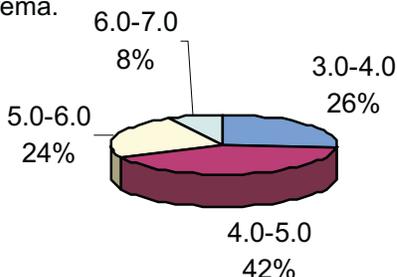


Gráfico 2 - Distribuição dos valores de pH da água subterrânea das cacimbas na área urbana de Extrema.

Como já foi dito anteriormente, a sede do distrito de Extrema não possui uma rede de esgotamento sanitário, sendo a disposição dos dejetos produzidos pelos domicílios feita em fossas domésticas. Na porção mais densamente povoada da área urbana, a produção de lixo e outros produtos contaminantes favorecem a uma maior chance de contaminação da água subterrânea. No mapa de condutividade elétrica (Figura 5) fica bem caracterizado que os maiores valores tendem a se concentrar na área de maior densidade populacional (porção central do núcleo urbano), o que pode indicar que está havendo incremento de elementos químicos (íons) na água subterrânea, através de fossas e/ou lixos diversos produzidos pela população. Enquanto que na periferia da área urbana, onde há uma menor densidade populacional, os valores de condutividade elétrica, geralmente, se encontram abaixo da média (64 microS/cm).

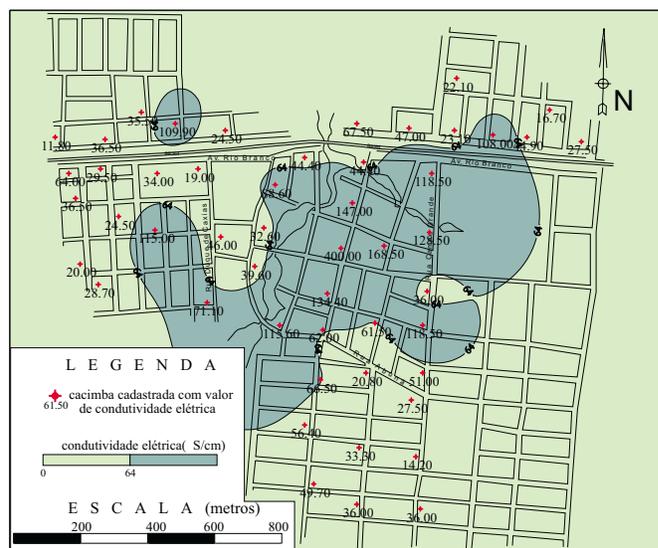


Figura 5 - Mapa indicando o zoneamento dos valores de condutividade elétrica acima da média (64 microS/cm) da água subterrânea da área urbana de Extrema.

### 3.4 - Caracterização Bacteriológica e Físico-Química

Além das medições de pH e condutividade elétrica na água subterrânea em 50 cacimbas na área urbana, foram selecionadas 10 cacimbas (Tabela 2), preferencialmente, em locais cujo o consumo de água fosse feito por um grande número de pessoas, tais como: hotéis, hospitais, escolas, restaurantes, rodoviária, etc...; para realização de análises bacteriológicas e físico-químicas.

As amostras coletadas foram remetidas para o laboratório Sanear Engenharia Ambiental, sediado em Belo Horizonte (MG), para processamento. Para cada análise físico-

química foram coletados 4 litros em quatro garrafas de um litro, sendo duas com água *in natura*, outra com 0,2 ml de ácido nítrico e outra com 0,2 ml de ácido sulfúrico para preservação de alguns elementos químicos. Para cada análise bacteriológica foram coletados 200 ml de água em recipiente esterilizado fornecido pelo laboratório. Durante o transporte todas as amostras foram mantidas sob refrigeração até entrega para análise. As amostragens foram realizadas em junho de 99. Nas amostras coletadas, foram analisados os elementos maiores ( $\text{HCO}_3$ , Cl,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Ca, Mg, K, e Na), bem com, Fe total, resíduo seco e dureza total. Todos os parâmetros encontram-se dentro dos

PARÂMETRO ANALISADO	P O N T O D E A M O S T R A G E M									
	Escola 13 de maio (cacimba 25)	Unidade Mista de Saúde	Escola Jaime Peixoto	Hotel Skala	Hotel Cascavel (cacimba 18)	Rodoviária	Hotel e Rest. Chacrinha	Churrascaria Mato Grossense (cacimba 30)	Lanches Vilhena (cacimba 7)	Panificadora Extrema
*Resíduo seco	42,7	67,90	40,2	20,7	51,8	12,5	85,7	40,90	33,3	71,5
**Dureza total	12	24	11	4	15,5	4	7,38	3,88	15	7
**Bicarbonato	14,49	23,55	13,89	4,83	19,93	4,83	9,06	2,41	18,12	3,62
*Cloreto	1,78	4,06	0,5	1,01	0,5	<0,25	1,78	3,55	<0,25	16,67
***Nitrato	0,22	0,75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	0,53	<0,01	<0,01
*Sulfato	0,71	2,06	1,27	0,67	1,4	1,06	0,85	1,17	0,85	2,3
*Cálcio	4,60	8,93	4,2	1,2	5,6	1	2,72	1,16	5,6	2
*Ferro Total	0,20	0,16	0,2	0,25	0,38	0,07	1,75	0,05	0,07	0,27
*Magnésio	0,12	0,23	0,12	0,24	0,36	0,36	0,14	0,23	0,24	0,49
*Potássio	0,36	0,83	0,33	0,31	0,48	0,22	0,35	0,39	<0,1	0,86
*Sódio	1,48	5,22	0,84	0,84	1,4	0,46	2,01	1,86	0,12	8,84

\*mg/l    \*\* mg CaCO<sub>3</sub>/l    \*\*\* mg N/l

Tabela 2 - Resultado das análises físico-químicas da água subterrânea das cacimbas da área urbana de Extrema.

limites de aceitabilidade (Portaria 36 do Ministério da Saúde de 19/01/96), exceção feita ao Fe total que apresentou valores acima do padrão na cacimba do Hotel Cascavel (0,38 mg/l) e do Hotel e Restaurante Chacrinha (1,75 mg/l), quando o máximo permitido é de 0,3 mg/l.

Os valores elevados de Fe total (acima de 0,3 mg/l) podem aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes e a sua presença propicia o desenvolvimento de ferro-bactérias, que conferem à água cores avermelhadas e odores fétidos. Além disso, a utilização desta água pode causar incrustações nas canalizações e manchas ferruginosas em louças e roupas. Segundo a Resolução nº 20 do CONAMA, as águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou simples desinfecção são denominadas de Classe Especial e não admitem a presença de coliformes totais ou fecais. Os resultados

(Tabela 3) das análises bacteriológicas (coliformes fecais) indicaram que a água subterrânea captada através das cacimbas encontra-se contaminada pelas fossas domésticas aí existentes, tornando-se necessário, pelo menos, a fervura ou cloração da água antes do consumo. Um outro problema na utilização da água subterrânea, está relacionado às condições construtivas das cacimbas, todas têm a presença de coliformes totais, o que indica as péssimas condições em que a água está armazenada. Para se evitar tal tipo de contaminação, é necessário que as mesmas sejam bem construídas. Devem ter uma tampa de cimento, sem frestas de forma a não permitir a entrada de insetos (ex.: baratas), revestimento da parede para evitar desmoronamentos e cimentação do piso ao redor da boca.

P O N T O A M O S T R A D O	R E S U L T A D O S	
	NMP de Coliformes Totais (em 100 ml)	NMP de Coliformes Fecais (em 100 ml)
Escola 13 de Maio – cacimba 25	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10$
Unidade Mista de Saúde	$1,6 \times 10^3$	$7 \times 10$
Escola Jaime Peixoto	$1,6 \times 10^3$	$3 \times 10$
Hotel Skala	$5 \times 10^3$	$8 \times 10$
Hotel Cascavel - cacimba 18	$3 \times 10^2$	2
Rodoviária	$5 \times 10^3$	$9 \times 10^2$
Hotel e Rest. Chacrinha	$5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$
Churrascaria Mato Grossense cacimba 30	$1,7 \times 10^2$	$1,1 \times 10$
Lanches Vilhena - cacimba 07	$5 \times 10$	2
Panificadora Extrema	$2,4 \times 10^4$	$2,8 \times 10^2$

Tabela 3 - Resultado das análises bacteriológicas da água subterrânea das cacimbas da área urbana de Extrema.

# 4

---

## Geofísica

A utilização do método elétrico (Eletrorresistividade) para a pesquisa de água subterrânea, justifica-se pelo fato de serem os minerais componentes das rochas, com poucas exceções, praticamente isolantes. Existindo água na formação geológica, haverá condução da corrente elétrica. Assim, a resistividade rochosa é função do tipo litológico (porosidade), da quantidade de água contida e da composição química da mesma, ou seja, dos eletrólitos nela dissolvidos.

Não é possível generalizar ou tabelar valores da resistividade de cada material, pois uma determinada rocha pode ter uma resistividade em uma região e outra completamente diferente em outra região, se a água contida tiver salinidades diferentes, apesar de conter a mesma quantidade de líquido nos seus interstícios.

Entretanto, numa mesma região, a composição da água contida nos solos e rochas varia muito pouco de um local para outro, podendo-se afirmar que um material que for mais condutor terá mais água em seu interior, por ter uma maior porosidade intergranular.

Neste método, efetua-se a medida da

resistividade do subsolo por meio de eletrodos fixados na superfície do terreno, conectados a um aparelho (resistivímetro), que faz passar uma corrente elétrica entre dois deles e mede o potencial produzido por esta corrente nos outros dois eletrodos.

Os eletrodos pelos quais passa a corrente elétrica se denominam eletrodos de corrente e são normalmente chamados de A e B. Os eletrodos nos quais se mede a diferença de potencial são conhecidos por eletrodos de potencial e se chamam M e N, podendo o quadripolo de eletrodos assumir vários arranjos geométricos, conforme os dados que se pretende obter.

### 4.1 - Objetivos

A área de estudo está situada sobre terrenos sedimentares terciário-quadernários, compostos de argilito e arenito, por vezes, laterizados. Neste ambiente geológico, optou-se pela aplicação de geofísica, através de Sondagens Elétricas Verticais (sev's), a fim de se detectar camadas arenosas: formação geológica potencial para o armazenamento de água subterrânea.

Os trabalhos de campo foram executados pela equipe de geofísica do Serviço de Geofísica Aplicada (SGA) - Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG/BH), contando com apoio técnico e operacional da Residência de Porto Velho (REPO), sendo as operações de campo realizadas no período de 02 a 14.12.98, com a execução de 13 sev's com AB de até 1800m e MN de 1 a 100m.

Dentro do contexto deste trabalho, coube à geofísica fornecer informações adicionais de subsuperfície com a finalidade de demarcar locais promissores para furos de sonda. Tais locais, desejou-se, de preferência, dentro o mais próximo possível do perímetro urbano, visando uma significativa diminuição nos custos de captação e distribuição de água.

Assim sendo, aplicou-se o método de eletrorresistividade (SEV's) com objetivo de delimitar as diferentes camadas do pacote sedimentar, marcando aquelas favoráveis à acumulação de água.

#### 4.2 - Metodologia Aplicada

Com a utilização das sev's, procurou-se determinar as camadas subsuperficiais com suas respectivas espessuras e profundidades sob os pontos onde foram executadas, de forma a se ter como resultado seções geolétricas que possibilitassem indicar as camadas sedimentares existentes. Procurou-se investigar até o topo do embasamento, tendo sido necessário expandir os eletrodos de corrente AB até 1800m em Arranjo Schlumberger. O número de sev's executadas foi limitado a 13 sondagens, por serem as

mesmas suficientes à elaboração de uma seção geolétrica representativa (Figura 6).

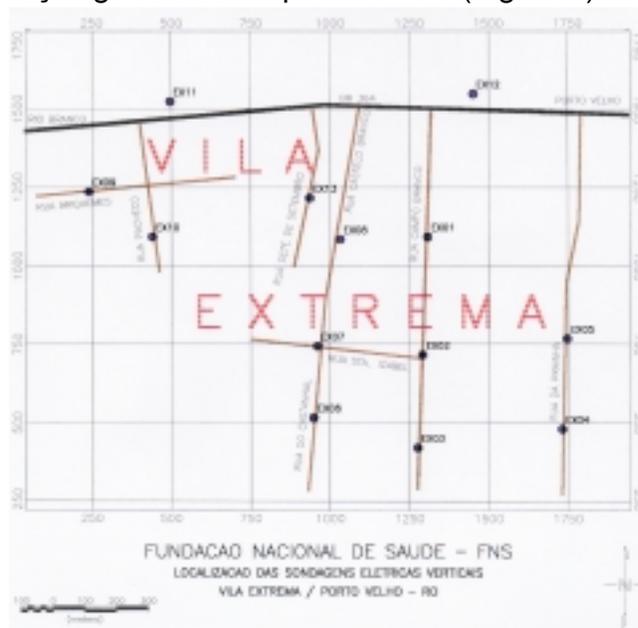


Figura 6 - Planta da área urbana de Extrema com localização das sondagens elétricas realizadas.

O software INTERPEX/RESIXIP forneceu, através de inversão matemática, um modelo geológico teórico com a distribuição das resistividades no subsolo e, portanto, noções da permeabilidade das rochas locais (Figuras 7 e 8).

#### 4.3 - Resultados Obtidos

Os dados adquiridos foram processados usando-se os softwares GEOSOFT e INTERPEX (RESIXIP) de Eletrorresistividade para a obtenção das curvas das sev's, a partir das quais foi elaborada a seção geolétrica e os mapas mostrando as espessuras e profundidades das camadas que permitiu a interpretação dos dados levantados, visando a indicação de alvos para sondagens mecânicas.

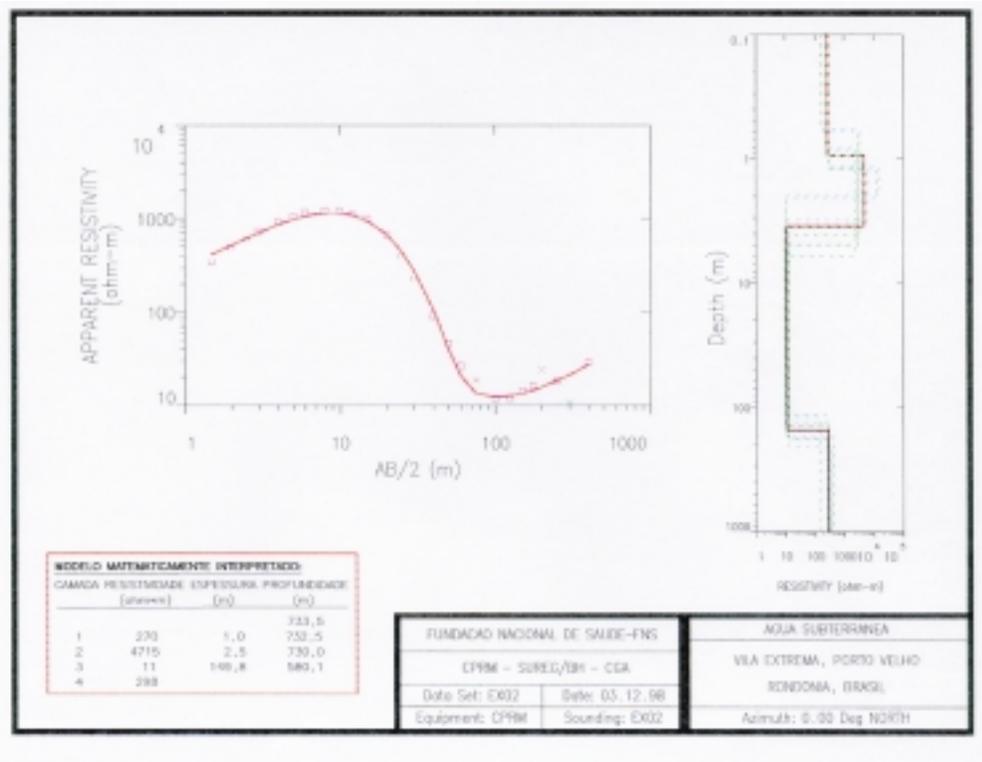


Figura 7 - Sondagem elétrica vertical 02

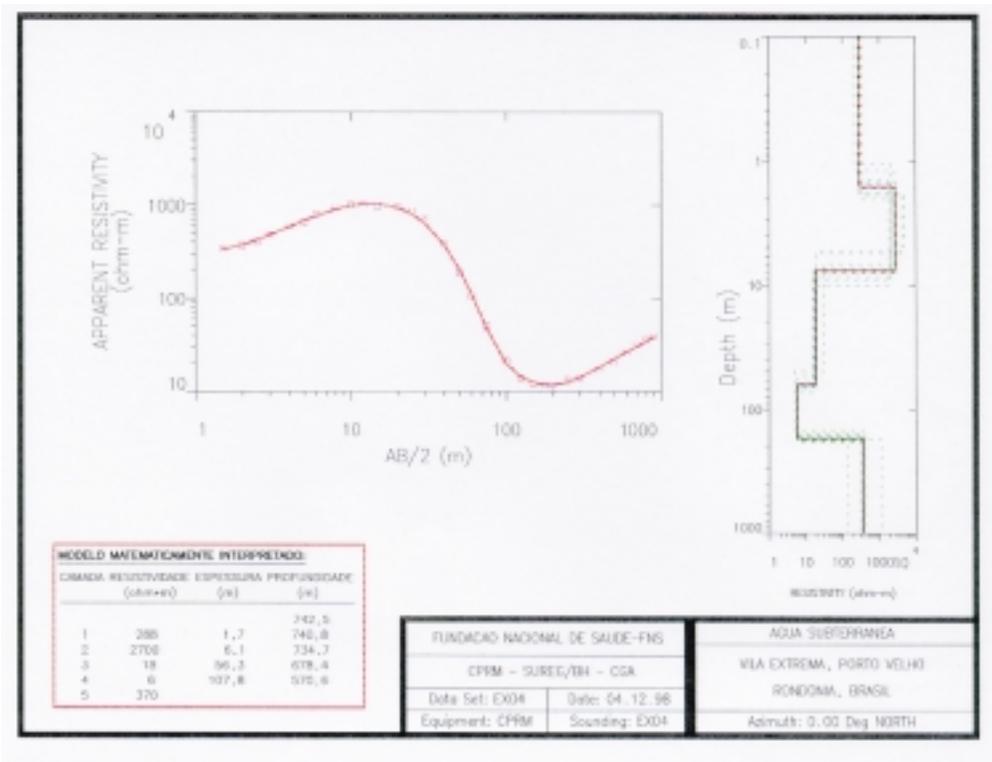


Figura 8 - Sondagem elétrica vertical 04

A análise destes dados permitiu tecer as seguintes considerações:

- as seções geoeletricas mostram praticamente

a existência de três camadas delimitadas por faixas de resistividades bem definidas (Figuras 9, 10 e 11);

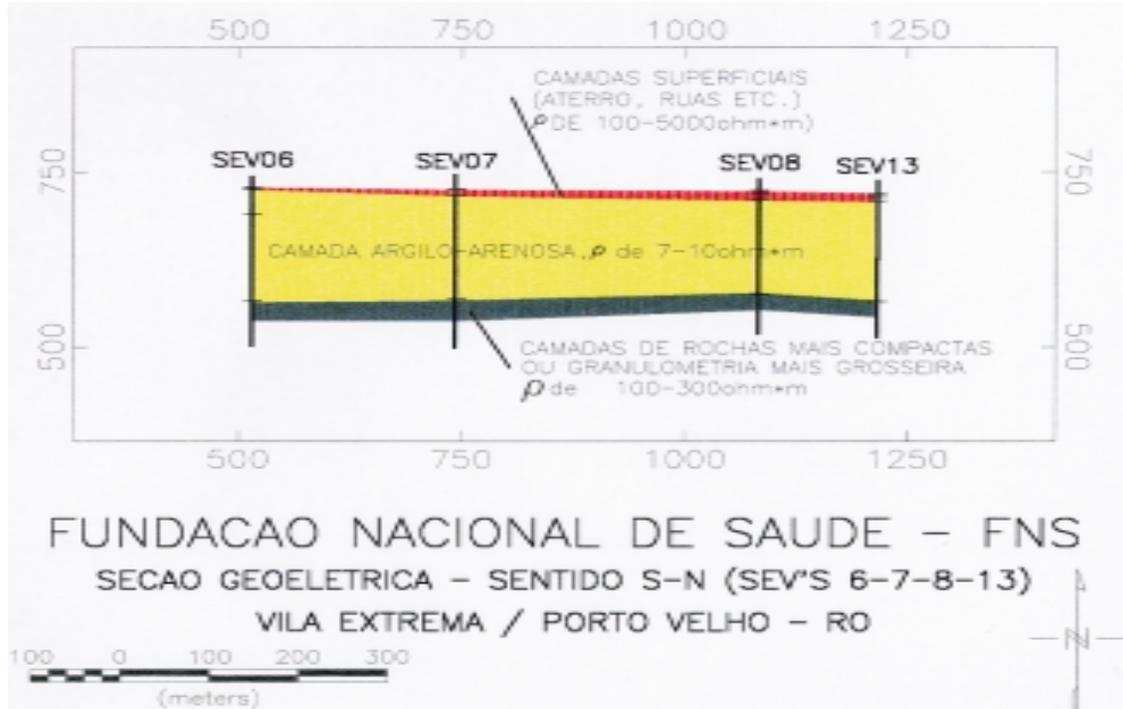


Figura 9

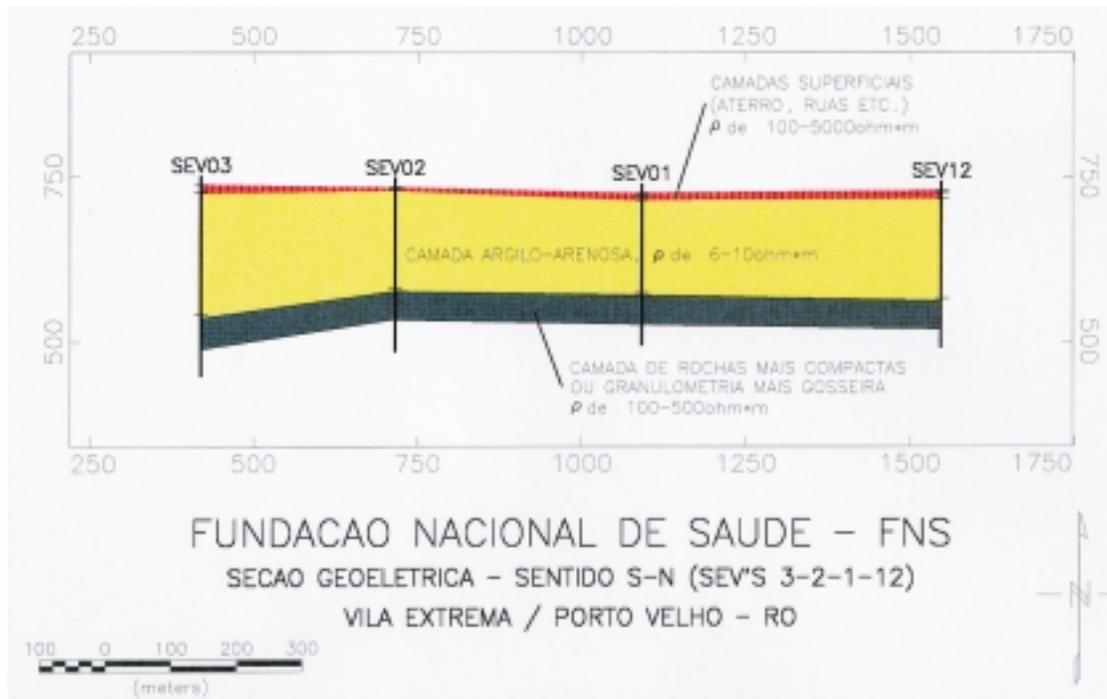


Figura 10

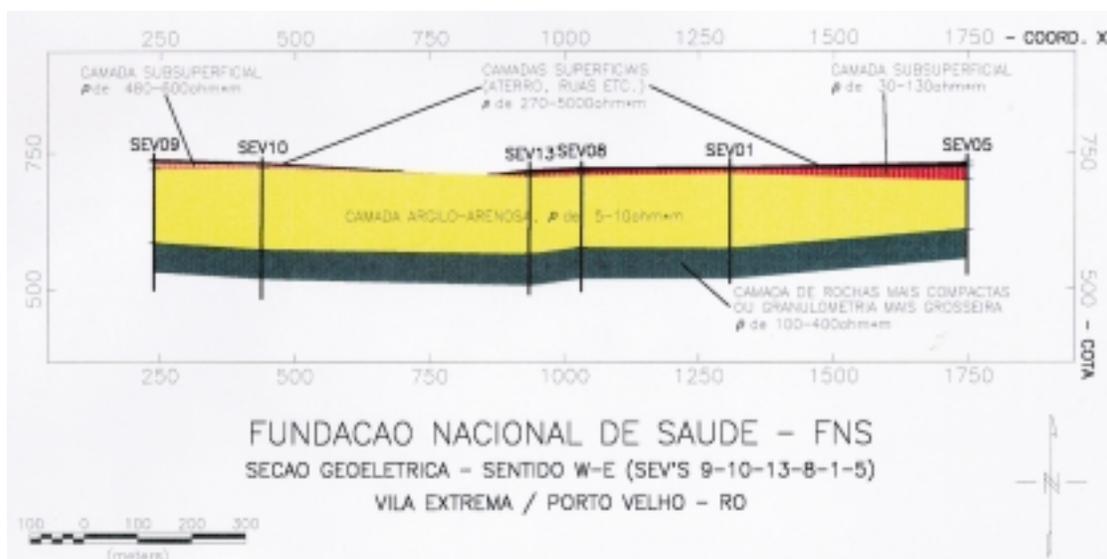


Figura 11

- uma camada superficial composta por 2 a 3 pequenas camadas com resistividades variando de 100 a 5000 ohm-m, com 10m de espessura média (exceto a SEV EX05 com 33,4m).
- uma segunda camada com resistividades de 5 a 10 ohm-m de material argilo-arenoso, chegando até 150m de espessura;
- uma última camada, simulando o embasamento (?), com resistividades entre 100 e 500 ohm-m, provavelmente representativa de uma formação mais compactada (embasamento) ou de material mais grosseiro (areia).

#### 4.4 - Conclusões

Os resultados obtidos com a geofísica acrescidos das informações verbais de um poço executado para a CAERD permitiram concluir o seguinte:

- o poço executado para a CAERD deve ter alcançado uma profundidade de

aproximadamente 130 metros, indicando uma espessa camada argilosa (superior a 100 metros) terminando em material areno - siltoso, confirmando os resultados desta pesquisa geofísica (camada geoeletrica com resistividades que variam de 5 a 10 ohm-m). Também segundo informações verbais, o poço chegou a produzir, aproximadamente, 30.000 l/h (?) carregando bastante areia fina e/ou silte o que provocou o abatimento do terreno e em consequência o fechamento do mesmo;

- sem informações mais concretas sobre a bacia aqui investigada, e levando em consideração as profundidades acentuadas com resistividades muito baixas, o que levou ao limite a operação do equipamento aqui empregado, as conclusões não podem ter caráter definitivo;

- assim, em vista das informações obtidas serem insuficientes para prover o devido conhecimento dos aspectos hidrogeológicos da área, sugeriu-se um furo estratigráfico com uma profundidade de 200m, no mínimo, para obter

informações mais detalhadas da área. Outrossim, este furo poderia ser executado em qualquer lugar onde foram feitas as sondagens, pois, conforme observado nos resultados, há

uma grande similaridade entre as curvas das sev's, o que indica uma certa continuidade das camadas geelétricas observadas.

## 5

# Sondagem Mecânica

Após a análise dos dados de geofísica, foi selecionada a área para perfuração do poço tubular pela empresa Turbo Construções Ltda, com sede em Manaus - AM (Figura 12). Os trabalhos de perfuração iniciaram no dia 22/06 sendo interrompidos no dia 23/06 devido a quebra do equipamento. Durante esta etapa inicial, a sondagem avançou rapidamente chegando a 108 metros de profundidade. A perfuração foi retomada em 17/07 e encerrada no dia 20/07, atingindo a profundidade de 150

metros. O perfil litológico (Figura 13) do poço consiste na ocorrência de uma espessa camada argilosa até a profundidade de 148 metros, seguida de material de alteração de rocha no intervalo entre 148 a 150 metros (com bandamento gnáissico visível), quando atingiu rocha sã.

O poço foi considerado improdutivo, sendo entupido com o material retirado durante a perfuração e cimentado em sua porção superior para evitar acidentes.

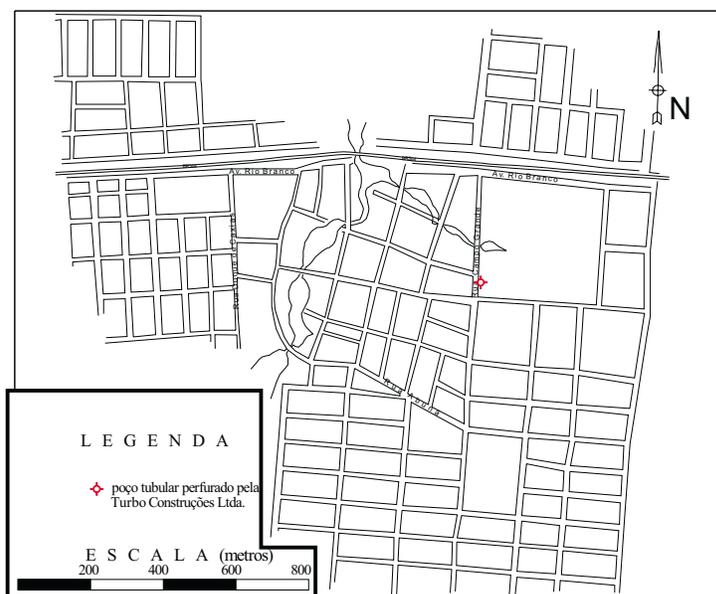
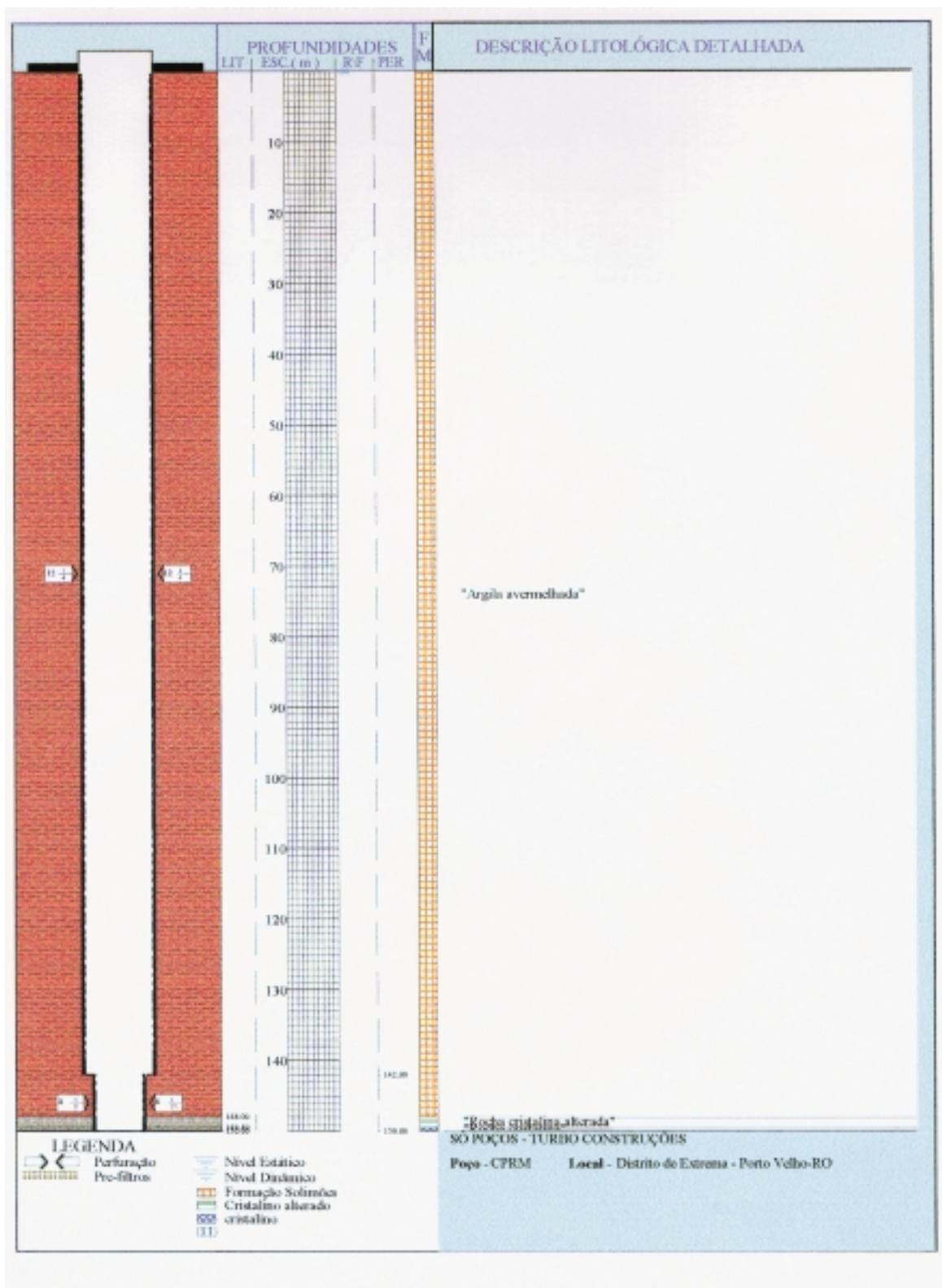


Figura 12 - Localização do poço tubular perfurado pela Turbo Construções Ltda.



Obs.: Descrição fornecida pela Tubo Construções Ltda.

Figura 13 - Perfil litológico do poço perfurado pela Tubo Construções Ltda.

## 6

---

# Considerações Finais

Em termos geológicos, o distrito de Extrema está situado sobre uma bacia sedimentar, o que leva a considerar a possibilidade de existência de aquíferos representados por camadas ou lentes arenosas no espesso pacote sedimentar, predominantemente argiloso, do terciário-quaternário. Os estudos geofísicos realizados através das 13 (treze) sev's na área urbana de Extrema, bem como as informações obtidas no mapeamento geológico e no poço perfurado pela Turbo Construções Ltda., conduz a criação do seguinte modelo geológico:

- há a ocorrência de uma espessa camada argilosa evidenciada pelas informações obtidas no poço perfurado pela Turbo Construções Ltda. na sede do distrito, bem como no poço da RECA no distrito de Nova Califórnia (25 Km a oeste de Extrema) e pelas baixas resistividades encontradas na segunda camada geoeletrica (5 a 10 ohm-m) das sev's.
- a ocorrência do embasamento a 148 metros de profundidade no poço de Extrema constata que a camada geoeletrica encontrada nas sev's com resistividades que variam de 100 a 500 ohm-m representa o embasamento.

As possibilidades de se obter água subterrânea através de poços tubulares são mínimas, uma vez que os dados indicam a existência de uma espessa camada argilosa, sem a ocorrência de camadas e/ou lentes arenosas (aquíferos) de modo a prover água para o abastecimento público.

Tal conclusão é corroborada por informações verbais de perfurações de poços em Rio Branco (AC), que se situa dentro do mesmo ambiente geológico de Extrema, e cujos perfis litológicos podem chegar a mais de 300 metros de argila. A região de Nova Califórnia e Extrema seria o início dessa grande bacia sedimentar constituída basicamente por sedimentos argilosos e com espessura de sedimentos que tendem a aumentar na direção de Rio Branco (AC).

Os valores de condutividade elétrica indicaram que está havendo a contaminação da água subterrânea na área mais densamente povoada, tal conclusão é corroborada pelos resultados das análises bacteriológicas (coliformes fecais) que demonstram a contaminação da água das cacimbas pelas fossas domésticas. Isto faz com que seja

necessário que a água seja clorada ou fervida antes de ser consumida. A presença de coliformes totais em todas as dez amostras analisadas já era de se esperar, uma vez que as cacimbas apresentam características construtivas precárias.

# 7

---

## Bibliografia

- CETESB. Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo: 1988. 150p. il.
- DREWS, M.G.P. GATE - Peixoto de Azevedo, MT; prospecção geofísica de aquíferos por eletrorresistividade. Belo Horizonte: CPRM, 1994. 5p. il.
- DREWS, M.G.P. Projeto Arraial do Cabo, RJ; eletrorresistividade para estudos de fundações e aquíferos. Belo Horizonte: CPRM, 1995. 5p. il.
- FREITAS, A.F.; ROMANINI, S.J.; THEODOROVICZ, A.; BATISTA, I.H. Projeto Alto Ituxi. Relatório final. Porto Velho: CPRM, 1981. 4v. il., V. 1.
- ORELLANA, E. Prospeccion geoeletrica em Corriente Continua. Madrid: Paraninfo, 1982. 578p. II.
- SCANDOLARA, J.E.; RIZZOTTO, G.J.; AMORIM, J.L. et al. Mapa geológico do Estado de Rondônia. Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 1998.
- TELFORD, W.M. et al. Applied geophysics. Cambridge: University Bess, 1978. 860p. il.