

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Raimundo Mendes de Brito

Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Giovanni Toniatti

Secretário de Minas e Metalurgia

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Carlos Oiti Berbet

Diretor Presidente

Idelmar da Cunha Barbosa

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe do Departamento de Hidrologia

Cassio Roberto da Silva

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Humberto J. T. R. de Albuquerque

Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Valter José Marques

Chefe da Divisão de Gestão Territorial da Amazônia

Fernando Pereira de Carvalho

Superintendente Regional de Manaus

Ramiro Fernandes Maia Neto

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

AUTORES

José Moura Villas Bôas

Michael Gustav Peter Drews

COLABORADORES

Daniel Borges Nava

Patrícia Correia Leal

Rommel da Silva Souza

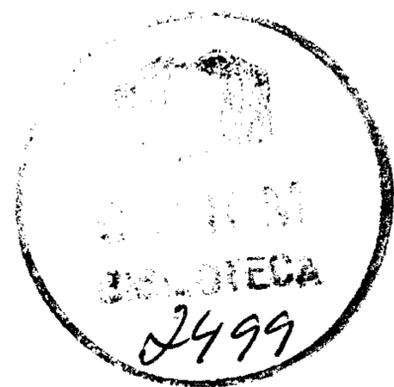
Paulo Roberto Callegano de Moraes

EDITORACÃO

Cristiano Câmara Júnior

ILUSTRAÇÃO DA CAPA:

**Corpo representado por seções
geométricas indicando prováveis
aqüíferos.**



1/2000

PHI 012080

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Geólogo José Moura Villas Bôas
(Coordenação Geral, Sensoriamento Remoto, Geologia e Recursos Hídricos)

Geólogo Daniel Borges Nava e Patrícia Correia Leal
(Coordenação do Trabalho de Campo)

Geofísico Michael Gustav Peter Drews
(Prospecção Geofísica)

Geólogo Rommel da Silva Souza, Paulo Roberto Callegano de Moraes
e Ubiraci Fernandes de Moura
(Sondagem Mecânica)

EXECUÇÃO

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS

SUPERINTENDENTE

Fernando Pereira de Carvalho

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Ramiro Fernandes Maia Neto

GERENTE DE RECURSOS MINERAIS

Miguel Martins de Souza

GERENTE DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO

Ubiraci Fernandes de Moura

GERENTE DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Severino Ramos de Araújo

EQUIPE EXECUTORA

SUREG/MA Geólogo: José Moura Villas Bôas

Geólogo: Daniel Borges Nava

Geóloga: Patrícia Correia Leal

REPO Geólogo: Rommel da Silva Souza

Geólogo: Paulo Roberto Callegano de Moraes

Encarregado de Sondagem: Francisco Bianor de Brito

SUREG/BH Geofísico: Michael Gustav Peter Drews

Prospector: Júlio de Freitas F. Vasques

Aux. Técnico: Maurício Vieira Rios

Sondador: Arineu Alexandre Nascimento

Sondador: Luiz Antônio Costa



**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL
HIDROGEOLÓGICO E PERFURAÇÃO
DE POÇOS PARA ABASTECIMENTO
DE ÁGUA POTÁVEL DA CIDADE DE
APUÍ**

**Autores: José Moura Villas Bôas
Michael Gustav Peter Drews**

Maio - 1997

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

RESUMO

1. 1. SENSORIAMENTO REMOTO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Sistemas de Fraturamentos	1
2. 2. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	1
2.1. Objetivos	1
2.2. Histórico	2
2.3. Localização e Acesso	2
2.4. Geologia Regional	2
2.4.1. Geologia Local	5
2.4.1.1. Grupo Beneficente	5
2.4.1.2. Suíte Básica Crepori	5
2.4.1.3. Formação Ipixuna	6
2.4.1.4. Coberturas Lateríticas	6
2.4.1. 5. Aluviões Modernos	7
2.5. Geologia Econômica	7
2.5.1. Calcário	7
2.5.2. Manganês	8
2.5.3. Ouro	8
2.5.4. Fosfato	8
2.5.5. Cobre e Outros	8
2.5.6. Argilas, Areias, Seixos e Concreções Lateríticas	8
2.6. Hidrologia	9
2.6.1. Águas Superficiais	9
2.6.2. Águas Subterrâneas	12
3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA	12
3.1. Objetivos	12
3.2. Metodologia Aplicada	12
3.3. Resultados Obtidos	14
3.3.1. Caminhamento Elétrico	14
3.3.2. Sondagens Elétricas Verticais	14
3.3.3. Conclusões	17
4. SONDAGEM MECÂNICA	17
5. CONCLUSÕES FINAIS	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

APRESENTAÇÃO

O Município de Apuí localiza-se a sudeste do Estado do Amazonas, com uma área de 57.620 Km² conta com aproximadamente 20.000 habitantes. A sede do Município, situa-se na rodovia transamazônica BR-230, a altura do Km 640 às proximidade do Rio Juma, concentra uma população por volta de 5.000 habitantes. A Região apresenta clima equatorial, diversas espécies de madeira de lei, drenagens encachoeiradas, recursos minerais e vários tipos de solo. Possui riquezas naturais importantes para o desenvolvimento das atividades agropecuárias e turísticas da região. Apuí pela qualidade de suas terras é considerado o mais importante pólo produtor de grãos do Estado do Amazonas.

A Cidade de Apuí apesar de contar com uma razoável infra-estrutura de serviços, como: agência bancária, repetidora de televisões, hospital, correios, posto de gasolina, telefone, delegacia de polícia, creche, casas comerciais, transportes, entre outros, a cidade não possui sistema de abastecimento de água. A água utilizada pela população provém unicamente de poços do tipo Amazonas, que na sua maioria apresenta água de péssima qualidade, além de alguns secarem no período de estiagem. Observou-se no levantamento dos pontos d'água, que os poços encontram-se em locais inadequados, geralmente próximo a latrinas, sem proteção adequada e sujeitos a todo tipo de contaminação, seja por enxurrada ou pelas águas que se infiltram nos sedimentos recentes atingindo o lençol freático. A prova deste fato está nos índices de doenças relacionadas a veiculação hídrica como verminose, amebíase, entre outras.

Os trabalhos de avaliação do potencial hidrogeológico na sede do Município de Apuí desenvolveram-se através de cooperação técnica-científica entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Governo do Estado e a Prefeitura Municipal de Apuí, com o propósito de mudar tal situação, e oferecer à população água de boa qualidade.

RESUMO

Em 1993, através do INCRA, a CPRM realizou três (3) furos visando o abastecimento público, sem nenhum estudo sistemático prévio. A prefeitura determinou os locais para a perfuração dos poços, visando o abastecimento do hospital, centro administrativo e escolas.

Infelizmente os três poços com profundidade em torno de 70 metros apresentaram baixíssimas vazões, tornando-se assim inviáveis; foram abandonados.

No final de 1995 a cidade de Apuí não possuindo ainda um sistema de abastecimento de água foram então desenvolvidos, através de cooperação técnico-científica entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM- Serviço Geológico do Brasil, Governo do Estado do Amazonas e Prefeitura Municipal de Apuí, trabalhos na sede do Município e periferia, para a avaliação do potencial hidrogeológico, onde foram realizadas as seguintes atividades: *sensoriamento remoto; mapeamento geológico-estrutural; levantamento geofísico; avaliação do potencial hídrico superficial e subterrâneo; levantamento de pontos d'água e como alternativa para o abastecimento hídrico a perfuração de poços com sondagem mecânica.*

Durante os serviços foram estudados os aspectos geológico-estruturais e hidrogeológicos obtendo-se as seguintes informações: zonas de fraturas e falhas; cadastro de 142 pontos d'água; 18 perfis geofísicos, totalizando 21.600 m de caminhamento elétrico, 17 sondagens elétricas vertical - SEV, 901,68 metros de sondagem mecânica em dez poços perfurados, os quais forneceram aproximadamente 100.000 litros por hora de água de boa qualidade a partir de zonas fraturadas ou falhadas.

1. SENSORIAMENTO REMOTO

1.1. Introdução

Nos estudos de Sensoriamento remoto, foram utilizadas, imagens convencional de radar semi-controlada na escala 1:100.000, produzida pela LASA S/A em 1972, e de satélite, colorida, produzida pelo INPE-SP em 1995, na mesma escala, bem como, fotografias aéreas na escala 1:70.000 produzida pela LASA em 1970. A região investigada abrange parte da folha SB-21-Y-C-I e limita-se entre os meridianos 59°47'32" e 60°00'00" de longitude oeste e os paralelos 7°07'18" e 7°20'00" de latitude sul.

A natureza e o tamanho da área exigiu que inicialmente fossem usadas fotografias aéreas que pelas suas características são produtos que habitualmente mostram informações mais seguras, sendo indispensável na identificação das pequenas drenagens e contatos litológicos. As imagens de radar e satélite mostraram as feições regionais, como falhas, fraturas, contraste de relevo e demais aspectos foto-geológicos.

A área exibe padrão de drenagens dendrítico, com vales em forma de V aberto, geralmente controlados por fraturamento tectônico.

Morfologicamente, a área mostra superfície, suavemente ondulada onde as diferenças de cota entre o ponto mais elevado e o mais baixo não ultrapassa a 200 metros; a cota mais elevada encontra-se na porção sudoeste na bacia do rio Acari e a de menor cota na parte noroeste na bacia do rio Juruá.

As drenagens menores com maior declividade encontram-se nas partes mais elevadas. A região encontra-se coberta por floresta densa, entretanto, apresenta grandes desmatamento devido a ação

antrópica provocado pelos grandes assentamentos de colonos.

1.2. Sistemas de Fraturamentos

A área analisada mostra através dos diferentes tipos de imagens, 3 (três) "Trends" principais de lineamentos (abrangendo fraturas, falhas e lineações), sendo:

- a) - Lineamento de direção N(40 a 60°)W
- b) - Lineamento de direção N(40 a 50°)E
- c) - Lineamento de direção N(0° a 10°)E

Estatisticamente, os lineamentos N(40° a 60°)W e N(40° a 50°)E, são os predominantes, conforme indicado no mapa geológico estrutural na (Figura 2.3.1) e na roseta de freqüência de direção de fraturas. (Figura 1.2.1)

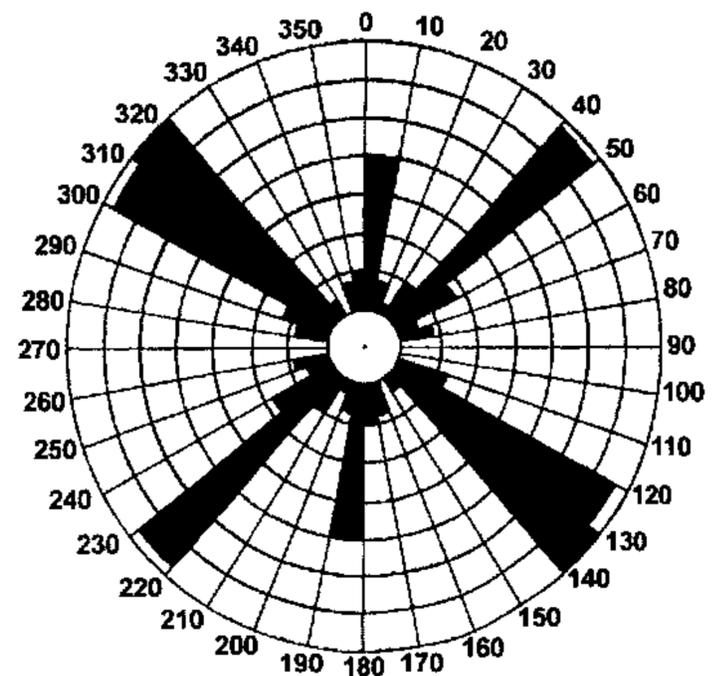


Figura 1.2.1 - Freqüência de direção de fraturas tomadas nos afloramentos visitados.

2. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

2.1. Objetivos

Os trabalhos desenvolvidos na sede do município e periferia de Apuí - AM teve

como objetivo avaliar o potencial hidrogeológico através de estudos sistemáticos integrados de geologia estrutural, hidrogeologia e geofísica no sentido de encontrar água potável em quantidade e qualidade para abastecer a população da cidade de Apuí.

2.2. Histórico

Em 1993 a prefeitura municipal de Apuí - AM, preocupada com o crescimento da cidade e a constante falta de água durante o período de estiagem (agosto a dezembro), e com a visão de oferecer à população água de boa qualidade, através do INCRA, procurou a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - "Serviço Geológico do Brasil", para realizar 3 (três) furos de sondagem mecânica. Entretanto, na ocasião não foram realizados estudos sistemáticos de avaliação prévia do potencial hidrogeológico. Tendo a Prefeitura de Apuí, indicado os locais para a perfuração dos poços, com o propósito de atender a falta de água nas áreas prioritárias, como hospital, centro administrativo e escolas. Infelizmente os 03 (três) poços com profundidade de 70, 64 e 84 metros, ofereceram vazões respectivas de 0,70, 0,54 e 0,30 m³/hora. Não atendendo as necessidades foram inviabilizados sendo abandonados como improdutivos.

No final de 1995 a CPRM em cooperação técnico-científica com a Prefeitura, seguindo metodologia mais avançada, realizou estudos sistemáticos envolvendo trabalhos de geologia, hidrogeologia, planialtimetria, levantamento dos pontos d'água e geofísica. De posse dos parâmetros obtidos, foi possível selecionar alvos mais promissores, onde foram perfurados 7 (sete) poços com profundidade média em torno de 100 metros. O que resultou uma vazão em torno de 100.000 litros por hora.

2.3. Localização e Acesso

A área do município de Apuí - AM, objeto do presente trabalho, localiza-se na porção noroeste do folha SB-21-Y-C-I e limita-se entre os meridianos 59°47'32" e 60°00'00" de longitude oeste e os paralelos 7°07'18" e 7°20'00" de latitude sul.

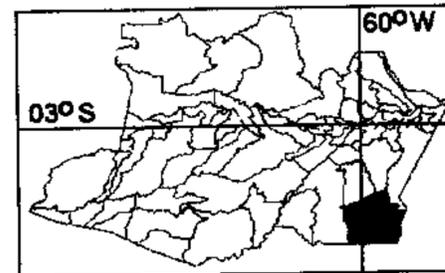
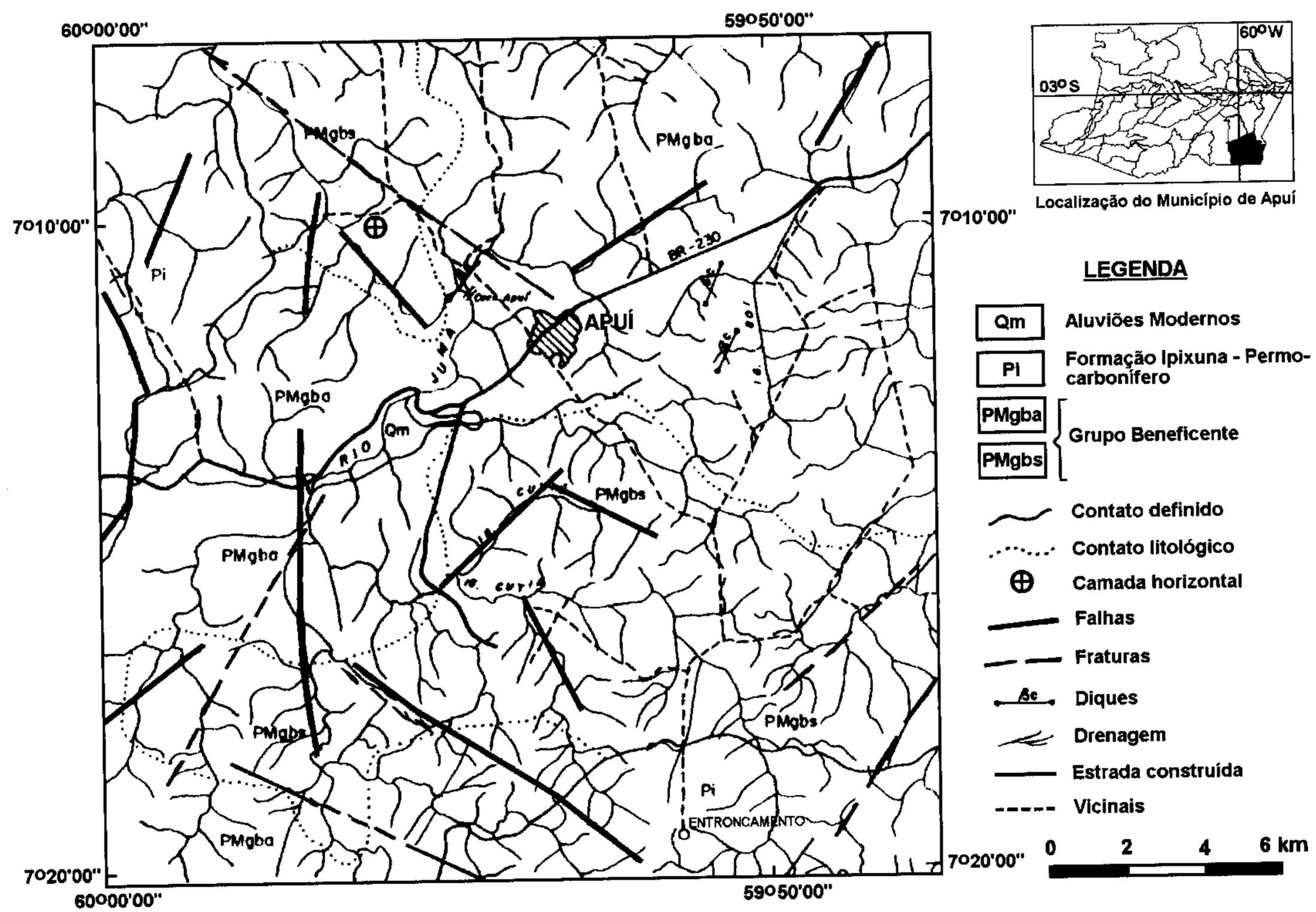
A sede do município (Foto 2.3.1) com aproximadamente 6 Km², onde foram realizados serviços de detalhe, situa-se a sudeste do estado do Amazonas, na rodovia transamazônica - BR-230 (Figura 2.3.1), a altura do Km-640, às proximidades do rio Juma. O acesso pode ser feito por via aérea em avião mono ou bimotor, a partir de Manaus com duração em torno de 80 minutos ou por via terrestre em ônibus a partir de Porto Velho - RO, pela BR-230, onde são percorridos aproximadamente 600 Km, e por via fluvial partindo de Manaus, utilizando-se barcos através do Rio Madeira, e daí subindo os Rios Aripuanã e Sucunduri até a Transamazônica.



Foto 2.3.1 - Vista parcial da sede do município de Apuí - AM.

2.4. Geologia Regional

A CPRM em convênio com o DNPM, no período de 1968 a 1972, através do Projeto Aripuanã-Sucunduri, realizou na região, amplos trabalhos de reconhecimento geológico, levantando 2.176 Km ao longo dos rios: Aripuanã, Sucunduri, Urucu, Roosevelt, Guariba, Juma e Camaru, que



Localização do Município de Apuí

LEGENDA

- Qm Aluviões Modernos
- Pi Formação Ipixuna - Permocarbonífero
- PMgba } Grupo Beneficente
- PMgbs }
- Contato definido
- Contato litológico
- Camada horizontal
- Falhas
- Fraturas
- Diques
- Drenagem
- Estrada construída
- Vicinais

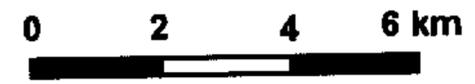


Figura 2.3.1 - Mapa Geológico-estrutural

aliados aos dados de foto-interpretação foram mapeados na escala 1:500.000 cerca de 60.000 km².

No sentido de homogeneizar os diferentes trabalhos realizados, na região centro sul da plataforma Amazônica em várias escalas e por diferentes pesquisadores e entidades, o DNPM, solicitou à CPRM, a execução do projeto Tapajós-Sucunduri, sendo concluída a primeira fase em outubro de 1977. A partir daí, os resultados obtidos da integração geológica da primeira fase, foram selecionadas 10 (dez) folhas na

escala 1:100.000, entre as quais a folha SB-21-Y-C-I, onde na sua porção noroeste, situa-se o atual Projeto "Avaliação do Potencial Hidrogeológico e perfuração de poços para abastecimento de água potável da cidade de Apuí".

De acordo, com Almeida e Nogueira Filho (1959) e com as conclusões obtidas no relatório final do projeto Tapajós-Sucundurui (1980), neste trabalho foram adotados e observados as mesmas características litológicas e posicionamento estratigráfico (Figura 2.4.1).

	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	SIMB.	LITOLOGIA
FANEROZÓICO	CENOZOICA	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	ALUVIÕES MODERNOS	Qm	Argilas, areias e cascalhos inconsolidados.
			PLEISTOCENO	ALUVIÕES SUB RECENTES	Qm	Areias e cascalhos sub-consolidados.
				COBERTURAS LATERÍTICAS		Lateritas.
	PALEOZOICA	PERMO CARBONÍFERO		FORMAÇÃO IPIXUNA	Pi	Quartzo-arenito finos bem selecionados, brancos cinzentos, às vezes avermelhados, com estratificação cruzada e raras marcas de ondas.
PROTEROZOICA		MÉDIO	1800 - 1200 m.a.	SUÍTE BÁSICA CREPORI	βc	Diabásio, gabros, basaltos, andesitos; monzonitos, nord-markitos e granitóides.
				GRUPO BENEFICENTE	Pmgba	Quartzo-arenitos predominantes siltitos e argilitos intercalados.
					Pmgbs	Siltitos e argilitos predominantes.

Adaptado de:

MELO, A. F. F. DE, et Alii - Projeto Tapajós - Sucunduri; relatório final. Manaus, DNPM/CPRM, 1980.

Figura 2.4.1 - Coluna estratigráfica

No Grupo Beneficente, duas áreas foram destacadas:

- a) - Predominantemente constituída por Quartzo-Arenito e Siltitos e Argilitos intercalados - "Pmgba".
- b) - Constitui-se com predominância de Siltitos e Argilitos - Pmgbs, cobrem cerca de 80% da área.

Foram ainda identificadas litologias da "Suíte Básica Crepori", constituída por rochas básicas (gabros); formação Ipixuna, constituída por Quartzo-Arenito, fino a médio bem selecionados de cor branca às vezes avermelhado, cobertura laterítica e sedimentos aluvionares.

2.4.1. Geologia Local

A área estudada com aproximadamente 6 Km², teve como objetivo a realização de serviços sistemáticos de geologia, hidrogeologia e geofísica, para localizar em subsuperfície zonas fraturadas favoráveis a conter água, visando o abastecimento da cidade de Apuí. Neste sentido foram utilizados todas as informações constantes de trabalhos anteriores desenvolvidos através do DNPM - CPRM e outras entidades.

2.4.1.1. Grupo Beneficente

O Grupo Beneficente de idade proterozóica média cobre mais de 80% da área detalhada, onde exhibe arenitos, epimetamórficos, siltito e ardósias. Atribui-se que localmente o baixo grau de metamorfismo ocorrido sobre os sedimentos, deva-se às intrusões de diques ou soleiras de rochas básicas (gabros), pertencente a Suíte Básica Crepori.

Os afloramentos estudados do Grupo Beneficente exibem sedimentos, ora com aspecto diagenéticos, ora com aparência de baixo grau metamórfico. Apresentam-se compactos duros, impermeáveis e bastante

fraturados. As fraturas predominantes tem direção N45⁰E e N45⁰W (Fotos 2.4.1.1.1 A e B), e com menos incidência N5⁰E. A estratificação é plano-paralela alternada entre camadas de ardósia, arenitos e siltitos "epimetamorfisados", ocorre em quase toda a área, tendo boa exposição nas cachoeiras do Paredão, Morena e Apuí (Fotos: 2.6.1.1; 2.6.1.2 e 2.6.1.3).



Foto 2.4.1.1.1 (A e B) - Sedimentos com baixo grau metamórfico bastante fraturados pertencentes ao Grupo Beneficente.

2.4.1.2. Suíte Básica Crepori

A Suíte Básica Crepori, de idade proterozóica média ocorre de modo restrito, em forma de diques ou soleiras. Aflorando, ocorre alterada, como saprólito ou solo, apresenta cor marrom. Sua presença foi confirmada durante a perfuração dos poços, após os estudos geofísicos onde foram atravessados 23 metros de solo marrom escuro e cortados 34 metros de (gabros), passando em seguida a sedimentos do Grupo Beneficente. Não foram localizados

afloramentos com rocha fresca, entretanto ao norte da área são observadas manchas de solo cor marrom, (Foto 2.4.1.2.1) onde provavelmente em subsuperfície deva



Foto 2.4.1.2.1 - Solo de cor marrom, provavelmente alteração de rocha básica - da Suite Básica Crepori

ocorrer rocha inalterada. Amostra deste solo foi analisada granulometricamente via úmida e feita a separação dos minerais magnéticos pelo geólogo Miguel Martins de Souza, onde apresentou em peso o seguinte resultado:

<i>Fração Argila</i>	92,55%
<i>Minerais Magnéticos</i>	4,75%
<i>Hidróxidos de (Fe e Al)</i>	2,30%
<i>Ilmenita</i>	0,26%
<i>Quartzo</i>	0,13%
<i>Rejeitos Vegetais</i>	0,10%
	<hr/> 100,00%

2.4.1.3. Formação Ipixuna

A Formação Ipixuna de idade permocarbonífera, ocorre na parte sudeste da área, e está predominantemente representada por arenitos quartzosos, finos a médios bem selecionados, de coloração branca, às vezes avermelhada com estruturas plano-paralelas e cruzadas. Ocorrem ao norte e ao sul da área estudada, afloramentos apresentando a mesma litologia, algumas vezes formam depósitos friáveis, constituído por areias, que sugerem retrabalhamento pela ação eólica. No afloramento ao norte da vicinal Pimenta Bueno, apresenta além de

estruturas plano-paralelas, estratificação cruzada e marcas de onda, indicando ambiente de águas rasas. (Fotos 2.4.1.3.1 e 2.4.1.3.2).



Foto 2.4.1.3.1 - Afloramento constituído por arenito branco médio, bem selecionado, com estruturas plano-paralela, algo friável, pertencente à Formação Ipixuna.



Foto 2.4.1.3.2 - Afloramento de arenito, cor branca, médio, apresentando marca de onda, onde sugere ambiente de água rasa.

2.4.1.4. Coberturas Lateríticas

São coberturas de idade terciária-quartenária que tiveram sua origem a partir da ação do intemperismo nas diversas litologias que ocorrem na área. São formadas devido principalmente ao clima quente e úmido reinante na região amazônica. O processo de laterização é função da hidratação e oxidação dos elementos minerais, sendo o ferro liberado sob a forma de hidróxido férrico. O silício e o óxido de magnésio, são quase

completamente eliminados, restando um resíduo insolúvel na superfície de ferro e alumínio, titânio e manganês que são os principais constituintes dos lateritos. A formação das lateritas geralmente ocorre em área com topografia plana e com cobertura vegetal.

As ocorrências observadas são pequenas não sendo mapeadas na escala do presente trabalho. Afloram ao longo da Transamazônica e nas vicinais. Algumas vezes são utilizadas para recapeamento das estradas.

2.4.1.5. Aluviões Modernos

São sedimentos clásticos, inconsolidados constituídos por argilas, areias e seixos, de tamanho diversos e de idade quaternária. Os aluviões encontram-se freqüentemente na calha das drenagens, entretanto o maior depósito observado encontra-se no alto curso do rio Juma, próximo a rodovia Transamazônica.

2.5. Geologia Econômica

Os bens minerais que ocorrem na região ainda carecem de trabalhos de pesquisa de detalhe para melhor serem avaliados economicamente. Neste sentido alguns trabalhos foram realizados pelas empresas Camargo Corrêa para avaliação, exploração e prospecção mineral, tendo como executora dos serviços de campo a Companhia Administradora Morro Vermelho. As atividades desenvolvidas

abrangeram a folha SB-21-Y-C, onde situa-se a área objeto de estudos para a avaliação do potencial hidrogeológico de Apuí.

As ocorrências minerais que se tem notícia na região através dos diversos trabalhos são: *calcário, manganês, ouro, fosfato, bário, cobre, chumbo, prata, argila, seixo, cascalho, areia, concreções lateríticas e outros.*

2.5.1. Calcário

Dentro da área de estudo são citadas no relatório final do Projeto Tapajós-Sucunduri (1980), a estação (RG-06) e outra a noroeste no médio curso do rio Juma (GB-0575), onde ocorre afloramento de calcário siltico-argiloso. Estas ocorrências não foram visitadas durante os trabalhos de campo. Entretanto, foram observadas finas lentes calcíferas, nos sedimentos do Grupo Beneficente entre as camadas de ardósias e siltes epimetamorfizados.

Na região de Terra Preta onde a Companhia Administradora Morro Vermelho, executou vários furos de sondagem, foi constatada em subsuperfície camadas de calcário dolomítico com espessura acima de 100 metros, tendo sido recentemente analisados pela Geosol para a CPRM através do Projeto Insumos Minerais para Agricultura - PIMA, onde foram obtidos os seguintes resultados, constantes na (Tabela 2.5.1.1).

No.	Amostra	Intervalo (m)	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	P ₂ O ₅ %	P.F.
1	TP - F4:	17,0-18,5	22.6	2.1	0.98	1.7	16.7	17.1	0.04	1.5	0.22	0.095	31.90
2	TP - F4:	18,5-21,5	27.7	2.9	1.4	1.6	15.6	15.9	0.04	1.8	0.24	0.095	29.73
3	TP - F4:	21,5-23,9	23.5	2.3	1.5	1.4	17.5	16.8	0.04	1.8	0.23	0.097	33.42
4	TP - F4:	23,9-26,9	12.7	1.4	1.7	2.1	17.5	20.9	0.03	1.1	0.29	0.055	37.07
5	TP - F4:	26,9-29,9	22.9	2.7	0.28	2.5	20.2	15.6	0.05	1.9	0.26	0.092	33.06
6	TP - F4:	29,9-34,5	20.2	2.2	0.42	2.1	21.4	16.5	0.04	1.8	0.25	0.068	34.45
7	TP - F4:	34,5-37,7	13.3	1.6	0.70	1.6	23.2	18.7	0.03	1.4	0.27	0.071	38.63
8	TP - F4:	37,7-41,7	25.4	5.0	0.42	1.3	18.3	13.4	0.05	3.3	0.24	0.12	28.85

Tabela 2.5.1.1

2.5.2. Manganês

A ocorrência de manganês está fora da área estudada, mas ocorre no município de Apuí. Trata-se de ocorrência que localiza-se na bacia do rio Acari, sendo conhecida através de amostras, coletadas por pessoas a serviço da Prefeitura de Apuí.

Tal ocorrência necessita de trabalhos de campo para ser localizada e avaliada, quanto a sua potencialidade econômica.

As ocorrências de manganês registradas nos rios Sucunduri e Aripuanã, mencionadas no relatório final do Projeto Aripuanã - Sucunduri (1972), sugerem vocação da área para manganês, mas sendo necessários estudos de detalhe visando a descoberta de outras ocorrências, depósitos ou jazidas, com características e teores econômicos.

2.5.3. Ouro

De acordo com D'Antona-1984, existe alguns focos de garimpos localizados nas cabeceiras do rio Acari a norte da Rodovia Transamazônica e no rio Jatuarana. Segundo Santiago-1983, ocorre atividades garimpeiras na bacia dos rios Parauari no Amazonas e no rio Amana no Pará. Outras citações são feitas fora da área do município de Apuí, não se dispondo de informações se estão em atividades.

2.5.4. Fósforo

O fósforo é citado por Araújo e Rodarte (RADAM), em trabalho de reconhecimento geológico na BR-230 (Transamazônica) na folha SB-20-Z-D, onde localizaram duas ocorrências a leste do rio Aripuanã com teores de 9,30% e 7,40% de P_2O_5 e outras duas no baixo e alto curso rio Juma, com teores de 1,50% e 0,42% de P_2O_5 .

Nos trabalhos realizados pela Companhia de Administradora Morro Vermelho para a Camargo Corrêa, foi registrada em furos de

sondagem, a presença da colofana, que é um tipo de apatita maciça, que em algumas vezes constitui-se como acessório nas rochas sedimentares.

Os pontos das ocorrências identificados por outros pesquisadores localizam-se a norte, sul e a oeste fora da área estudada, o que não descarta a possibilidade de em trabalhos definidos de pesquisa detalhada não se venha a descobrir no município de Apuí reservas significativas e econômicas de fósforo.

2.5.5. Cobre e Outros

Os trabalhos de perfuração de Companhia Administradora Morro Vermelho em furos de sondagem obtiveram, níveis mineralizados de cobre, com espessura de 7 a 12 metros, sendo que os de minerais minério estão distribuídos em níveis que variam a espessura de centímetros a milímetros, com teores que chegam a 3% de cobre. Os teores com 0,5m variam de 0,1% a pouco mais de 1%, sendo que a média para camada com até 7 metros fica a redor de 0,35% de cobre.

Outros minerais sem expressão econômica, fora da área estudada, são citados em vários trabalhos realizados na região como: magnetita, bário vanádio, prata, estanho, zinco, chumbo, wáfrâmio, carbono entre outros.

2.5.6. Argilas, Areias, Seixos e Concreções Lateríticas

Os bens minerais, como argilas, areias, seixos e concreção lateríticas são, ocorrências que na área de trabalho foram pouco estudadas, entretanto, todos eles tem valor muito importante para o desenvolvimento local. São empregados no ramo da construção civil.

As argilas são sedimentos pelíticos de granulometria muito fina; são depósitos

localizados em área de inundação dos rios ou lagos, onde o depósito ocorre por decantação das partículas em suspensão, depositados lentamente. Na área ocorre a oeste da cidade de Apuí, cerca de 3Km, próximo a rodovia Transamazônica.

As areias (Foto 2.5.6.1) neste trabalho, ocorrem tanto a norte como a sul da área. São depósitos oriundos da desintegração da formação Ipixuna, são observados a norte na vicinal Pimenta Bueno e a sul na estrada que vai de Apuí para a localidade “Entroncamento”, são constituídas por areia quartzosa fina a média, branca, bem selecionada.



Foto 2.5.6.1 - Depósito de areias oriundas da desintegração dos arenitos da Formação Ipixuna.

Os seixos na área não foram observados, entretanto de acordo com Carvalho M. S. de et alli (1984) os mesmos aparecem na parte basal do Grupo Beneficente, sendo citados nos trabalhos realizados pela Cia. Administradora Morro Vermelho.

As concreções lateríticas, são na área muito utilizadas para capeamento e manutenção da trafegabilidade da rodovia Transamazônica, bem como das vicinais.

2.6. Hidrologia

2.6.1. Águas Superficiais

Os estudos hidrogeológicos realizados na cidade de Apuí e periferia tiveram seu início a partir de trabalhos de Fotointerpretação, seguido de levantamento geológico-estrutural de

campo, quando foram identificadas as drenagens, contatos litológicos, Falhas e Fraturas. Realizou-se um completo levantamento de todos os pontos d’água, como fontes, poços do tipo Amazonas e tubulares. (Figura 2.6.1.1)

Ao mesmo tempo efetuou-se o levantamento planialtimétrico na escala 1:5.000 e 1:10.000, propiciando a melhor visão da geomorfologia local como um todo, e a interpretação da dinâmica do fluxo das águas superficiais, bem como a profundidade do nível piezométrico. (Figura 2.6.1.2)

A água consumida pela população provém unicamente de poços do tipo Amazonas, que na maioria apresenta água de péssima qualidade, além de alguns secarem no período de estiagem. Embora não tenham sido realizados análises bacteriológicas das águas, em geral apresentam mal cheiro, cor turva, indicando alterações nas suas características físicas. Alguns poços localizam-se próximo a fossas ou em locais inadequados, ficando sujeitos à contaminação, por enchurradas durante o período chuvoso. Tornando suas águas impróprias para o consumo humano.

Apuí apresenta uma rede de drenagem do tipo dendrítica, onde as drenagens de maior porte como o rio Juma, forma no seu curso várias cachoeiras, onde a natureza fornece belas paisagens, e locais naturais de lazer para a população. (Fotos 2.6.1.1; 2.6.1.2 e 2.6.1.3).



Foto 2.6.1.1 - Cachoeira do Paredão - com queda d’água de 12 metros - rio Juma - Apuí - AM.

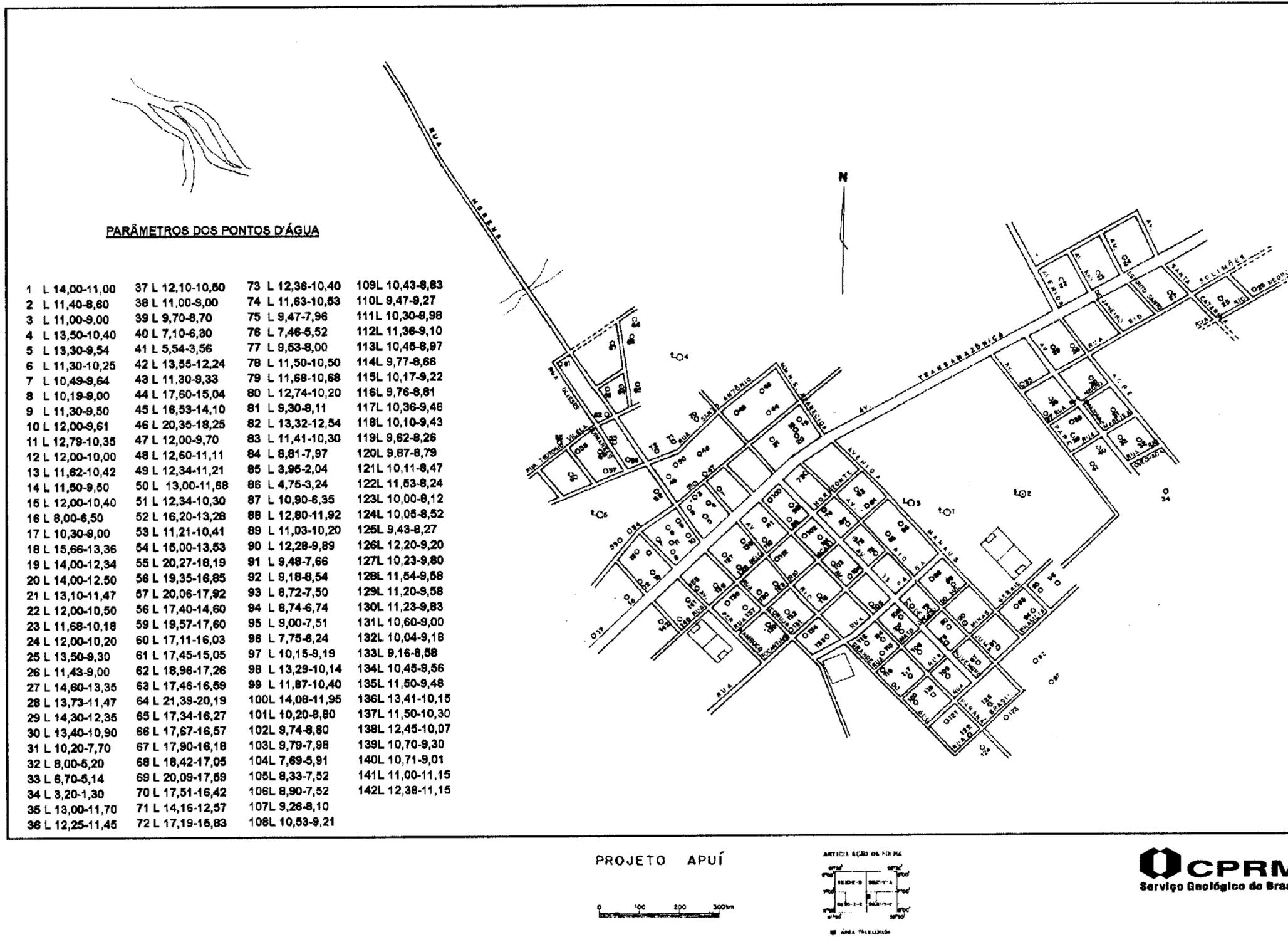


Figura 2.6.1.1 - Mapa de pontos d'água.

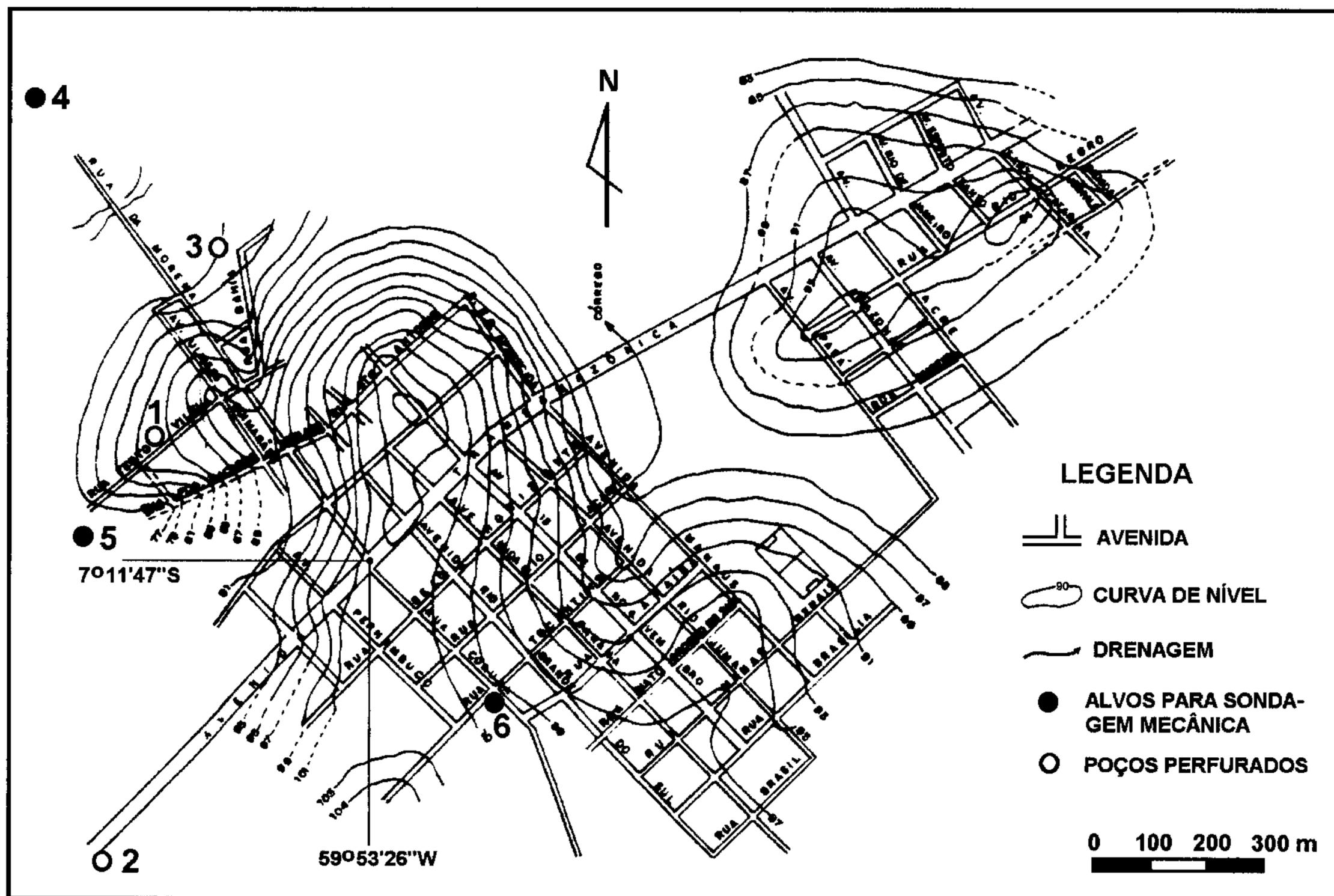


Figura 2.6.1.2 - Mapa Planialtimétrico da Cidade de Apuí.



Foto 2.6.1.2 - Cachoeira da Morena com queda d'água de 3 metros - rio Juma- Apuí - AM.

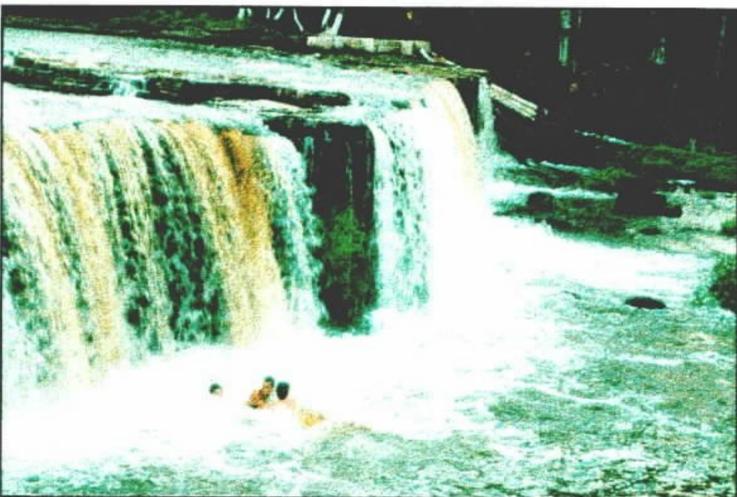


Foto 2.6.1.3 - Cachoeira do Apuí com queda d'água de aproximadamente 4 metros - rio Juma - Apuí - AM.

2.6.2. Águas Subterrâneas

A área mapeada constitui-se por rochas predominantemente do Grupo Beneficente, por arenitos, epimetamorficos, siltito e ardósia. Apresenta baixo grau de metamorfismo. Sugere-se que localmente, foram afetados por intrusões (diques ou soleiras) de rochas gabróides, pertencentes à Suíte Básica Crepori. Estas rochas na superfície apresentam-se alteradas, formando um manto de intemperismo que atinge até 27 metros de espessura. Os arenitos, siltitos e ardósias quando não alterados são impermeáveis, não permitindo o armazenamento de água, o que foi comprovado pelos baixos valores de vazão com média abaixo de 1 m³/h em três poços perfurados (em 1993) com mais de 70 m de profundidade, na cidade de Apuí. A região apresenta-se bastante falhada e fraturada, afetando tanto rochas do Grupo

Beneficente como os gabros da Suíte Crepori, o que possibilita a percolação das águas subterrâneas a longas distâncias.

O uso de metodologia sistemática (fotointerpretação, levantamento de pontos d'água, geologia-estrutural e geofísica), possibilitou a localização de alvos fraturados ou falhados, promissores de conter água, o que foi confirmado através dos furos de sondagem.

3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

3.1. Objetivos

Associado aos parâmetros fornecidos pela geologia-estrutural e levantamento dos pontos d'água, coube à geofísica, utilizando método de eletroresistividade, mapear estruturas favoráveis à acumulação de água em zonas de falhas e fraturas em rochas ígneas e meta-sedimentares da Suíte Básica Crepori e Grupo Beneficente, bem como à espessura do manto intempérico. Fornecendo assim, informações adicionais de subsuperfície com objetivo de demarcar os locais favoráveis para furos de sondagem mecânica. Tais locais de preferência, dentro ou mais próximo do perímetro urbano, visam diminuir os custos de captação e distribuição d'água.

3.2. Metodologia Aplicada

Tendo como objetivo a alocação de alvos para a perfuração de poços profundos na área urbana da cidade de Apuí, utilizou-se da Geofísica Terrestre, em grau de detalhamento. Os perfis foram estabelecidos a partir dos estudos geológicos e hidrogeológicos de escritório e campo.

Os trabalhos de geofísica consistiram na cobertura por eletroresistividade de 21.600 metros de caminhamento elétrico e 17 sondagens elétricas verticais, no período de 22 - 11 a 9 - 12 - 95, ilustrado na Figura 3.2.1.

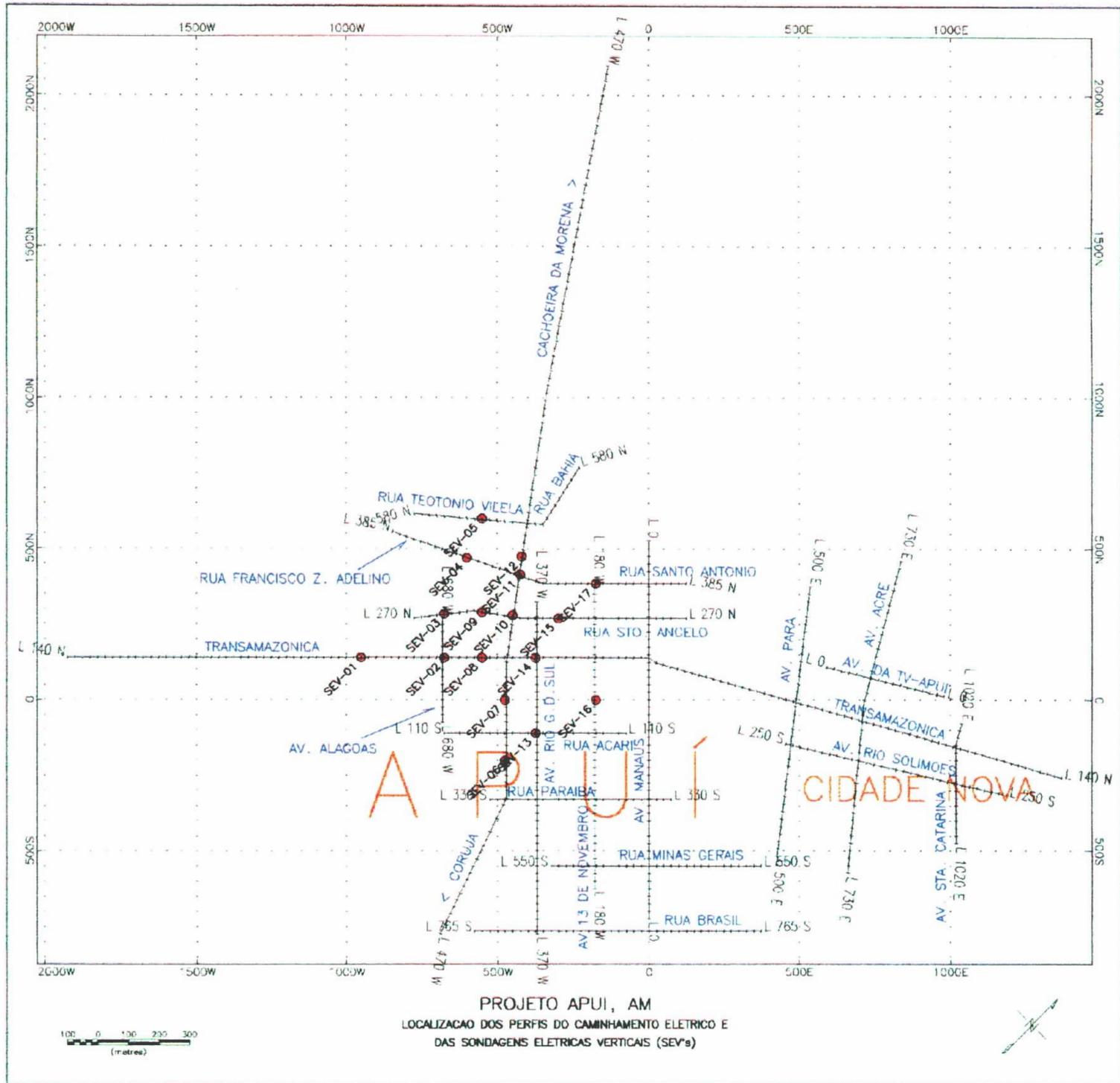


Figura 3.2.1

Com o caminhamento elétrico procurou-se mapear as estruturas verticais e subverticais, tais como, falhas e fraturas em profundidade, de forma a se ter como resultado, pseudo-seções da distribuição das resistividades aparentes no subsolo e, o feio estrutural da área em estudo.

As sondagens elétricas verticais tiveram por finalidade definir o controle das profundidades, sobretudo da cobertura sedimentar, através de interpretação quantitativa baseada no modelo de estratos horizontais. Todavia, neste ambiente geológico a interpretação pode ser justificada em vista da heterogeneidade do subsolo, revelada pelas pseudo-seções. As sondagens elétricas nesta área ficam sujeitas às influências devidas às descontinuidades laterais, que se manifestam como deformações nas curvas de resistividade, razão pela qual, diversas curvas de SEV's são difíceis ou até impossíveis de serem interpretadas.

3.3. Resultados Obtidos

3.3.1. Caminhamento Elétrico

Os resultados dos 21.600 metros de perfis estão ilustrados na figura 3.3.1.1, sob a forma de Pseudo-Seções de Resistividade Aparente apresentados em dois conjuntos de perfis, empilhados segundo as direções N-S e W-E, cuja análise permite tecer as seguintes considerações:

- as resistividades dominantes possuem valores que vão de 19 a 7207 ohm-m correspondentes a níveis argilosos e rocha sã, respectivamente;
- as descontinuidades subverticais reveladas nas pseudo-seções, podem ser atribuídas a contatos litológicos e/ou fraturas e falhas, alguns dos quais a serem verificados mais detalhadamente pela geologia;
- a distribuição regular dos perfis e das sondagens elétricas permitiram a elaboração de mapas de contorno de

resistividade, dos diversos níveis, a partir dos quais foi possível delimitar áreas favoráveis ao armazenamento d'água, como zonas de falhas e fraturas; (Figura 3.3.1.2).

- todas as pseudo-seções contêm as indicações dos locais das SEV's e faixas indicadas para furos, de forma a facilitar a correlação entre as duas metodologias empregadas.

3.3.2. Sondagens Elétricas Verticais

As 17 sondagens foram realizadas como apoio à interpretação das pseudo-seções. As curvas geradas, permitem inferir, de um modo geral, as seguintes características correspondentes às propriedades geológica/geoeletricas do subsolo investigado:

- as curvas apresentam deformações que refletem descontinuidades estruturais laterais, correspondentes às falhas, fraturas e contatos litológicos, que dificultam a interpretação isolada de cada ponto sondado e a correlação entre o mesmos;
- mesmo com estas restrições, foi possível modelar, matematicamente, sondagens com 4 a 6 camadas, até o suposto embasamento (60 a 115 m) com resistividades variando de 100 a 5.000 ohm-m, procurando-se ajustes aceitáveis entre as curvas medidas e calculadas; (Figura 3.3.2.1 A e B).

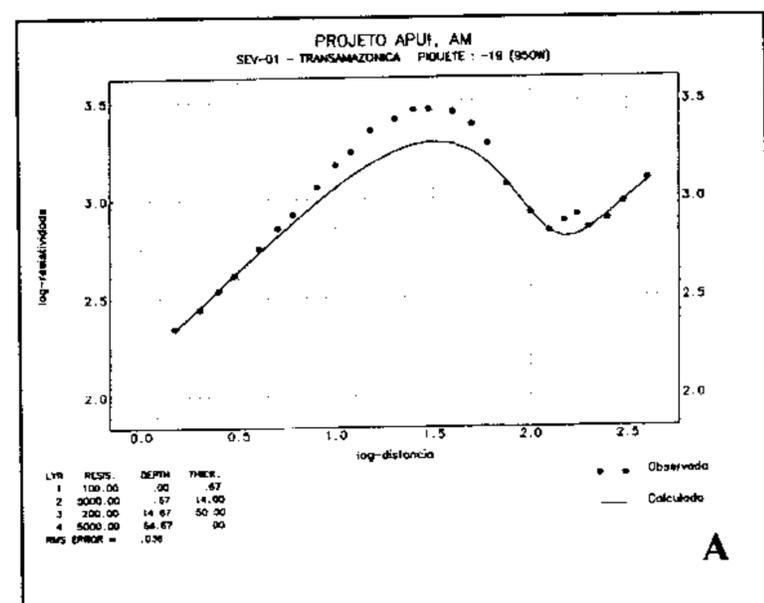


Figura 3.3.2.1 A

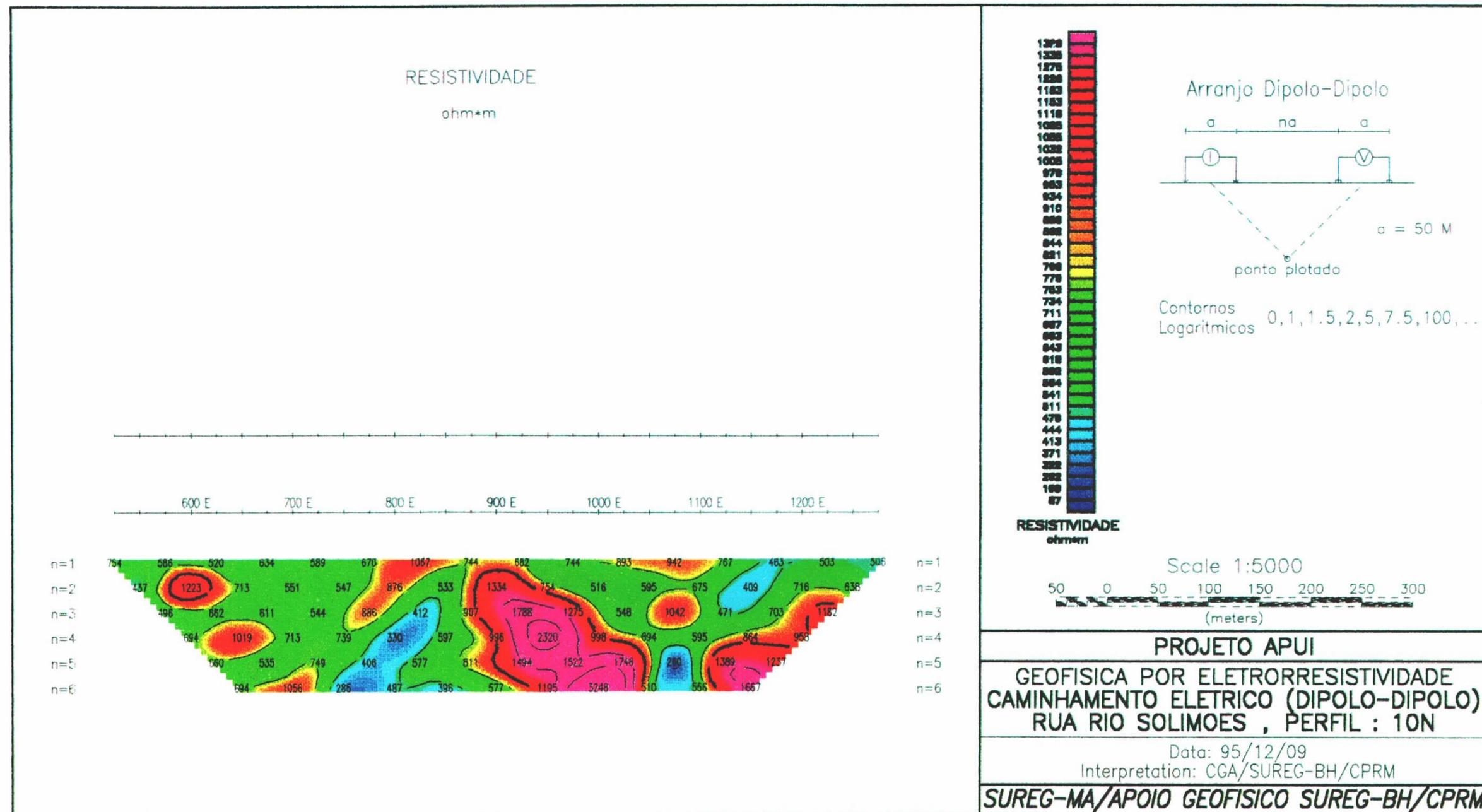


Figura 3.3.1.1 - Os perfis ilustram levantamento das pseudo-seções de resistividade.

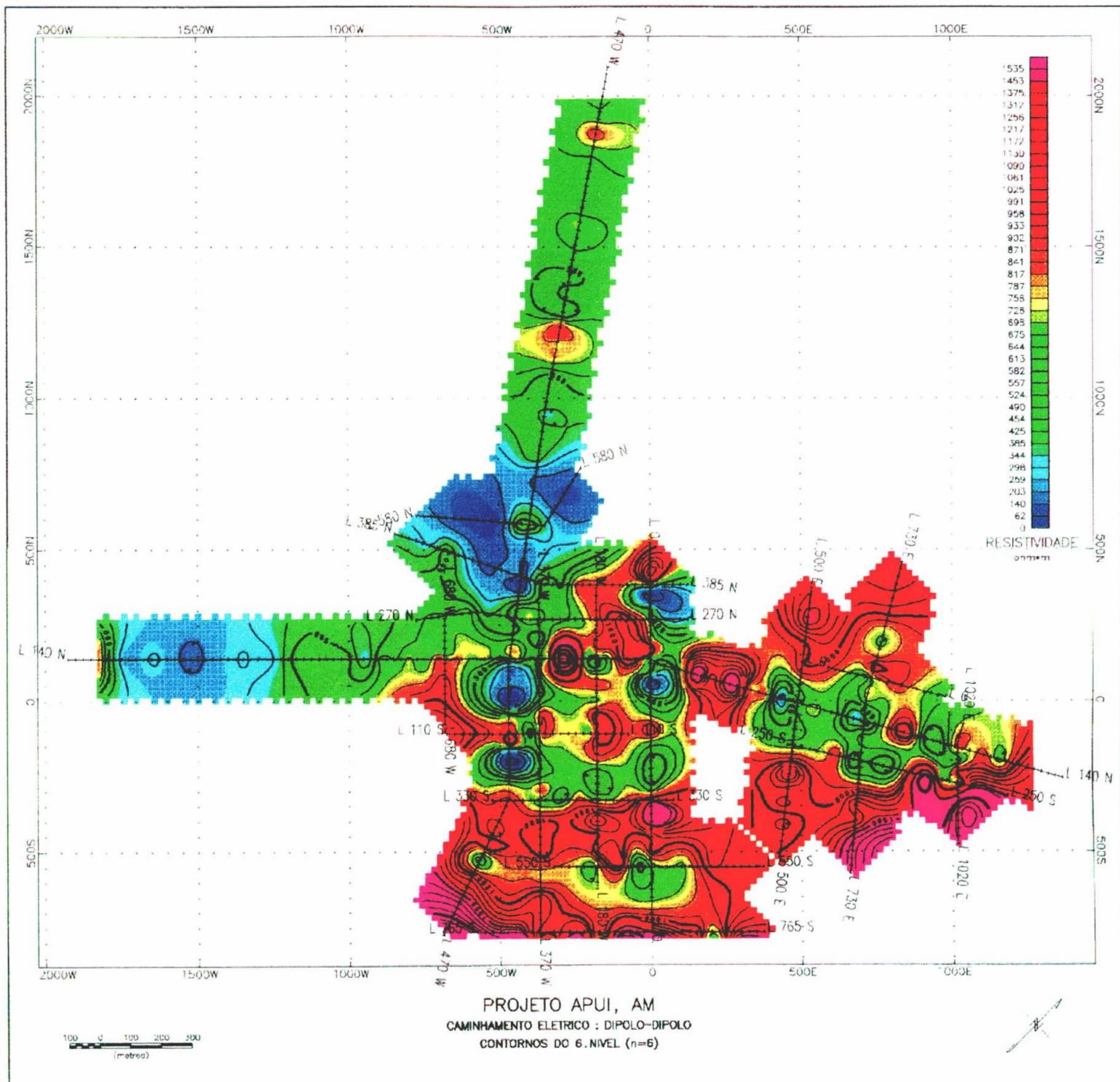


Figura 3.3.1.2 - A ilustração mostra o mapa de contorno do nível 6 obtido através dos resultados de resistividade dos diversos perfis realizados na área de trabalho.

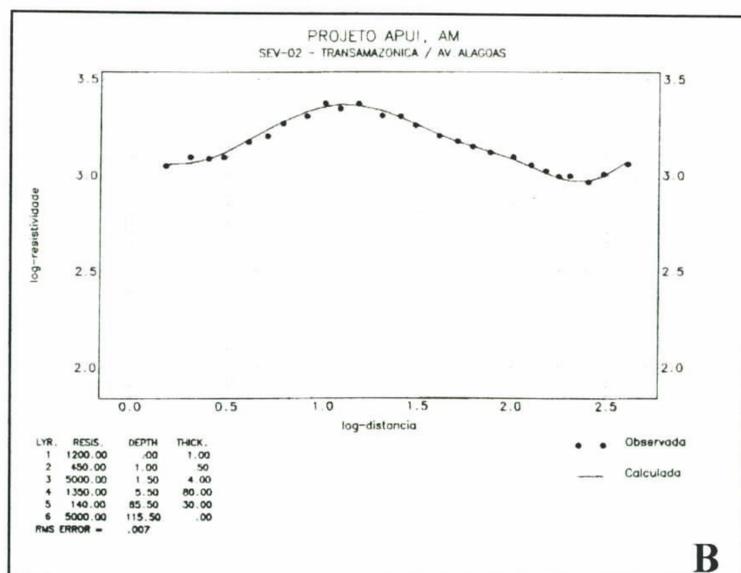


Figura 3.3.2.1 B

- outrossim, as outras curva foram interpretadas com certa ousadia (alguma experiência) e, assim sendo, recomenda-se um certo cuidado na análise das mesmas;
- neste contexto, a correlação entre os resultados das sondagens e do caminhamento elétrico, apenas confirmam a heterogeneidade geológica e as discontinuidades mostradas nas pseudo-seções.

3.3.3. Conclusões

Os resultados permitiram delimitar uma área favorável, a qual foi investigada por sondagem mecânica, com furos que variaram de 63 a 104 m. Esta área pode se estender para oeste, como também para S-SE e NE, onde não foi possível a execução de perfis devido à vegetação e topografia desfavoráveis. Foi delimitado ainda um alvo mais restrito com uma maior prioridade para sondagem mecânica, conforme mostra o mapa de interpretação dos dados (Figura 3.3.3.1). A área parcialmente investigada com furos de sondagem onde os resultados surpreenderam as expectativas com vazão acima de 20.000 l/h. Apresentou-se bastante concordante entre o caminhamento elétrico e as sondagens elétricas verticais. Salvo exceção de uma estrutura em forma de fosso junto a SEV02 com estimativa de profundidade de 115 m e que não foi perfurada, conforme indicado

na (Figura 3.3.3.1). Além do que pode-se extrair dos mapas de contornos resistividade, algumas falhas/fraturas com direções NW e NE as quais passam por pequenas áreas favoráveis. Embora as coincidências entre estas fraturas/falhas e as pequenas áreas sejam bastantes óbvias, esta interpretação necessitou de estudos hidrogeológicos mais detalhados.

4. SONDAGEM MECÂNICA

Concluído os serviços sistemáticos foram avaliados os parâmetros de Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia e Geofísica, permitindo assim, a seleção e perfuração das áreas e alvos mais favoráveis de conter água, conforme indicado na (Figura 4.1).

A sondagem mecânica foi executada com sonda MAYHEY - 1.000, roto-pneumática, com alcance de perfuração até 120 metros (Foto 4.1). Os poços perfurados

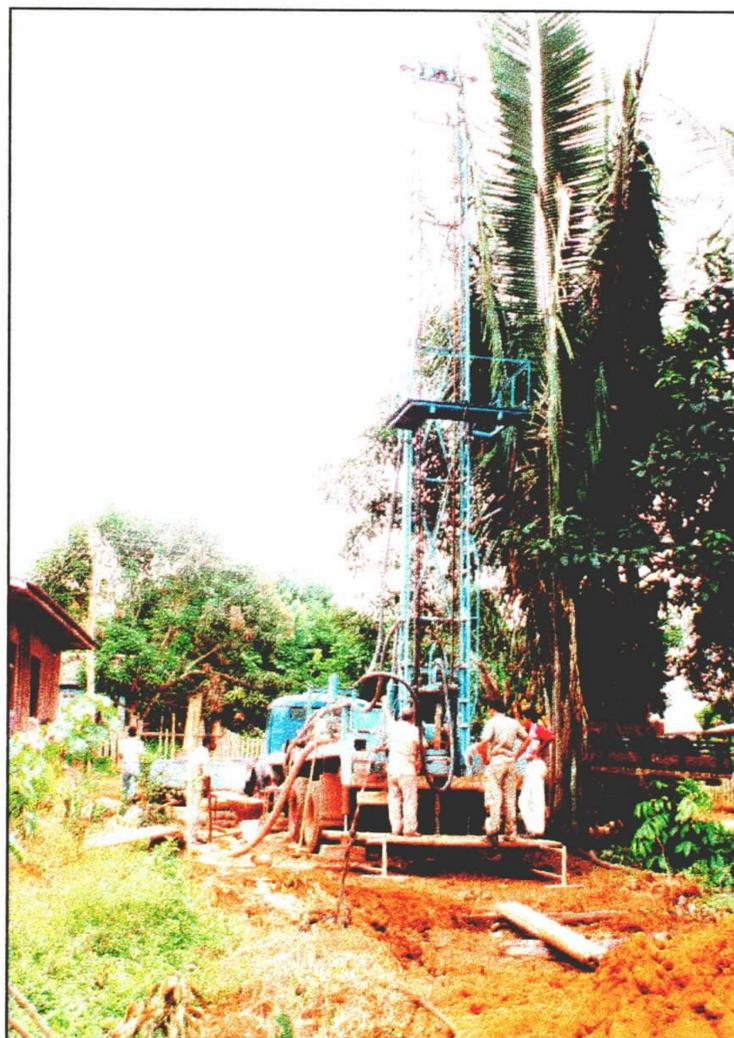


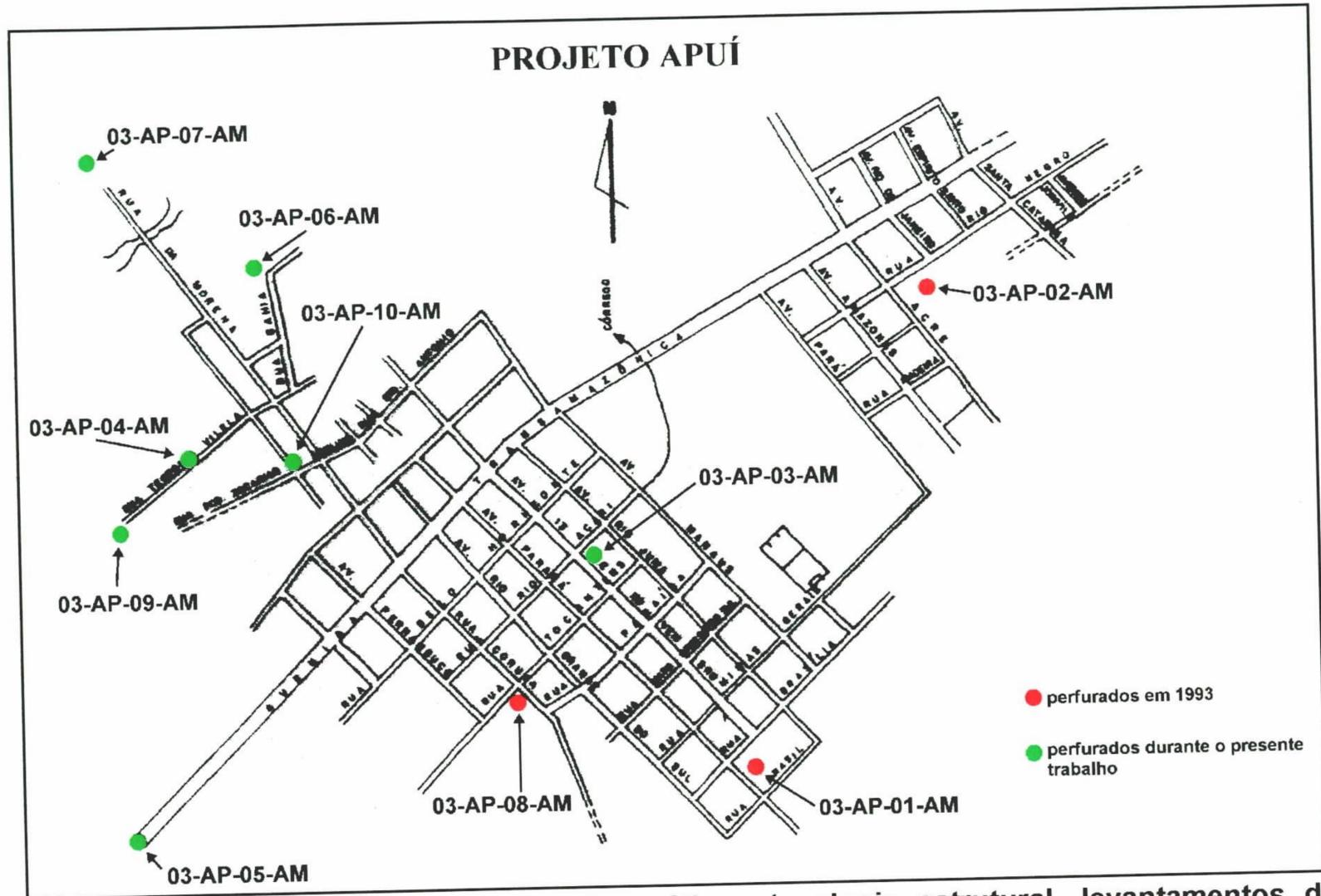
Foto 4.1 - Sonda MAYHEY - 1.000. Roto-pneumática usada na perfuração dos poços em Apuí - AM.

apresentam as seguintes características: profundidade média em torno de 100

metros, diâmetro na zona de alteração com 17 polegadas, após cimentação com 8 polegadas e na rocha inalterada com 6 polegadas.

Foram perfurados no total 10 (dez) poços,

sendo que três (3) realizados antes da execução do presente trabalho. Na Figura 4.1, são mostradas a localização dos poços perfurados e na Tabela 4.1 as suas características gerais.



● Poços perfurados após trabalhos sistemáticos (geologia estrutural, levantamentos de pontos d'água e geofísica).

Figura 4.1

POÇOS PERFURADOS							
ANO	Nº DO POÇO	PROFUND.	VAZÃO	VAZÃO ESP.	NE	ND	PRINCIPAL LITOLÓGICO
			m ³ /h	m ³ /h/m			
1993	03-AP-01-AM	70,56	0,70		53,10	42,15	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-02-AM	64,08	0,54		22,90	53,5	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-03-AM	84,14	0,30		8,34	69,11	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
1995/96	03-AP-04-AM	104,00	18,00	1,18	36,00	51,22	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-05-AM	104,50	20,00	0,57	11,00	45,91	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-06-AM	98,00	13,2	0,42	27,60	58,72	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-07-AM	104,70	5,00	-	-	-	Grupo Beneficente
	03-AP-08-AM	104,00	-	-	-	-	Grupo Beneficente
	03-AP-09-AM	63,00	20,30	2,48	21,06	29,23	Grupo Beneficente/Diabásio Crepori
	03-AP-10-AM	104,70	19,31	1,46	41,10	54,31	Grupo Beneficente

Tabela 4.1 - Características gerais dos poços perfurados em Apuí-AM.

5. CONCLUSÕES FINAIS

Concluída todas as atividades de escritório e de campo tendo como diretriz a metodologia já utilizada, pela CPRM. "Serviço Geológico do Brasil", com sucesso em vários municípios brasileiros. Em Apuí o resultado dos trabalhos foram coroados de pleno êxito, comprovando mais uma vez a eficiência da sistemática usada pela CPRM para investigação dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente em áreas onde predominam rochas duras.

Levando-se em conta que a cidade de Apuí possui uma população urbana por volta de 5.000 habitantes, que é abastecida por água oriunda de poços tipo Amazonas, os quais fornecem água de péssima qualidade, influenciando diretamente na qualidade de vida, principalmente na área de saúde pública onde é reconhecida a presença de doenças vinculadas a má qualidade da água, pode-se assegurar que os resultados alcançados no final deste trabalho permitirão à Prefeitura, desenvolver um planejamento de distribuição de água, contando com seis poços perfurados, dentro da melhor técnica disponível, com vazão acima de 100.000 l/h de água de boa qualidade, para toda a população da cidade de Apuí.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. de & NOGUEIRA FILHO, J.V. 1959. Reconhecimento geológico no Rio Aripuanã. Boletim. DNPM. D.G.M. nº 199: 1-43.

AMAZONAS. Governo do Estado. 1983.. Álbum cartográfico dos municípios do Estado do Amazonas. Manaus: ITERAM. 166p.

ARAÚJO, H. J. T. et al. 1978. Folha SB. 20 Purus, geologia In: Brasil. DNPM. Projeto RADAM. BRASIL; Folha SB. 20 Purus; Rio de Janeiro. p. 90-91.

BUCKMAN, H.O. & BRANDY. N.C. 1968. Natureza e propriedade dos solos; compêndio universitário sobre edafologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 594p.

CARVALHO, M.S.F. & ANDRADE, A.J. de. 1982. Caracterização litoestratigráfica da bacia de sedimentação do Grupo Beneficente no alto Rio Sucunduri - AM. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 1., Belém. Anais ... Belém: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte, 1982. 2 v. v.1 pp. 26-44.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 1994. Prospecção hidrológica no Núcleo Urbano da Redenção - Belém/PA. Belém:

DREWS, M.G.P. 1993. Prospecção de aquíferos no município de Redenção - PA. Belo Horizonte: CPRM/SUREG-BH, 5p.

D'ANTONA, RAIMUNDO DE J. GATO. et al. 1984. Projeto Estudos dos Garimpos Brasileiros - Área Amazonas; Relatório Anual - 83 - Manaus, CPRM/SUREG-MA.56p.

DREWS, M.G.P. 1994. Prospecção geofísica de aquíferos por eletroresistividade em Peixoto de Azevedo - MT. Belo Horizonte: CPRM/SUREG - BH/GATE, 5p.

DREWS, M.G.P. 1995. Prospecção geofísica de aquíferos por eletroresistividade em Surpresa/Guajará - Mirim / RO. Belo Horizonte; CPRM/SUREG - BH, 5p.

FAB/CISCEA. Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo. 1995. Alternativas para o abastecimento hídrico de São Gabriel da

Cachoeira - AM. Manaus:
ESCA/CPRM, 51p. + anexos.

**LIBERATORE, G.; ALECRIM, J.D.;
MEDEIROS, J.B.; MALOUF, R.F.;
PINHEIRO, S.S.; ACHÃO, S.M.;
SANTOS, J.O.S.** Projeto Aripuanã -
Sucunduri; relatório final. Manaus:
DNPM/CPRM. v. 1.

ORELLANA, E. 1982. Prospección
geoeletrica en corriente continua.
Madrid: Paraninfo. 578p.

**SANTIAGO, ABDORMAN FERREIRA
et al.** 1983. Garimpos de ouro da
Região Paranari / Amana - AM/PA. In:
BRASIL-DNPM. Garimpos do Brasil -
Brasília p. 259-267.

SOUSA, R.S. & MOURA, U.F. 1996.
Relatório final do Poço 03GM - 02 -
RO; relatório interno da CPRM.
Manaus: CPRM/SUREG - MA/REPO.

TELFORD, W.M. et al. 1978. Applied
geophysics. Cambridge: University Bess.
860p.

**VILLAS BÔAS, J.M. & CARVALHO,
F.P. de.** 1995. Recursos hídricos;
qualidade e quantidade. Manaus: FUA.
12p.