

ESTUDO DO MEIO FÍSICO PARA LOCAÇÃO DE ALVOS FAVORÁVEIS À PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES NA CIDADE DE APUÍ-AM



JUNHO – 2006

V726e Estudo do meio físico para locação de alvos favoráveis à perfuração de poços tubulares na cidade de Apuí - AM. / José Moura Villas Boas ... [et. al.]. – Manaus: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2006. 28p. : il. ; 30 cm + 1 mapa colorido.

1 mapa de áreas favoráveis para a perfuração de poços tubulares na cidade de Apuí – AM., na Escala: 1: 5.000, Folha: SB. 21 – Y – C – I. Convênio CPRM/Prefeitura Municipal de Apuí – AM.

1. Geologia Regional – Apuí – AM. 2. Hidrogeologia – Apuí – AM.
3. Geofísica- Prospecção – Apuí – AM. I. Villas Boas, José Moura.

CDD 558.811
551.49811
551.811

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Silas Rondeau Cavalcante Silva
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Cláudio Scliar
Secretário

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor Presidente

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia

Fernando Antônio Carneiro Feitosa
Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Cássio Roberto da Silva
Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Valter José Marques
Chefe da Divisão de Gestão Territorial da Amazônia

Luis Marcelo Fontoura Mourão
Chefe da Divisão de Geofísica

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS

SUPERINTENDENTE

Daniel Borges Nava

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Marco Antônio Oliveira

GERENTE DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Nelson Joaquim Reis

GERENTE DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO

Ubiraci Fernandes de Moura

GERENTE DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Rogério Salles Perdiz

PREFEITURA MUNICIPAL DE APUÍ – AM

PREFEITO

Antônio Roque Longo

EQUIPE EXECUTORA:

José Moura Villas Bôas – SUREG-MA

Michael Gustav Peter Drews – SUREG-BH

Sebastião Ferreira Rosa Filho – SUREG-MA

Jorge Armando Freitas do Amaral – SUREG-BE

Frederico André Favre – SUREG-BH

Paulo Sérgio Ferreira dos Santos - SUREG-BE

Rômulo Ferreira de Magalhães – SUREG-MA

Nelson Joaquim Reis – SUREG-MA

EDITORAÇÃO: Maria Tereza da Costa Dias

Suzeane dos Santos Silva

Ilustração da Capa: Vista Parcial da cidade de Apuí – AM, Cachoeira do Paredão – Rio Juma/Apuí – AM e Aspectos Geológicos Estruturais da Formação Juma.

APRESENTAÇÃO

O Município de Apuí está localizado no extremo sudeste do Estado do Amazonas, abrange uma área de 57.620km², e possui uma população de aproximadamente 30.000 habitantes. A sede do município conta com uma população de 14.000 habitantes e está situada a margem direita do rio Juma na altura do km 640 da rodovia Transamazônica (BR-230).

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, possui uma razoável infra-estrutura de serviços (agência bancária, repetidora de televisões, hospital, correios, posto de gasolina, telefone, delegacia de polícia, creche, casas comerciais, transportes público, entre outros), porém o sistema de abastecimento de água ainda não atende a toda população. Uma grande parte da população é abastecida com poços do tipo Amazonas, a maioria dos quais apresenta água imprópria ao consumo humano e tornam-se secos no período de estiagem. O levantamento dos pontos d'água revela 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 no solo atingindo o lençol freático.

Em 1995/96 a CPRM perfurou sete poços tubulares em Apuí, porém com o crescimento da cidade, os mesmos não são suficientes para a demanda atual do abastecimento público. Por esta razão a Prefeitura firmou convênio com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil para a realização do presente trabalho, visando suprir a demanda de água.

O presente trabalho é fruto de Convênio de cooperação firmado entre a Prefeitura Municipal de Apuí – AM e a CPRM – Serviço Geológico do Brasil (Convênio nº 003/CPRM/06, fevereiro de 2006), o qual tem como objetivo a avaliação do meio físico na área urbana da sede do município visando a locação de poços tubulares em alvos promissores para a captação de água para o abastecimento público.

Inicialmente, realizou-se uma avaliação das informações disponíveis nos trabalhos anteriores executados na região, notadamente pelos projetos “Zoneamento Ecológico Econômico do Vale do Madeira (CPRM, 1998)” e “Rochas Carbonáticas de Apuí – AM (CPRM, 2006)”.

Na presente prospecção geofísica foram levantados 13 perfis de caminhamento elétrico dipolo-dipolo e duas sondagens elétricas verticais (SEV’s). Os caminhamentos investigaram 11.925m, com o objetivo de mapear, em subsuperfície, as estruturas verticais e subverticais (falhas e fraturas), que são os elementos potenciais para a transmissão e armazenamento de água subterrânea. Este levantamento permitiu a construção de pseudo-seções da distribuição das resistividades aparentes no subsolo e conseqüentemente, a visualização da configuração estrutural da área estudada.

As sondagem elétricas verticais tiveram por finalidades definir o controle das profundidades, sobretudo da cobertura sedimentar, através de interpretação quantitativa baseada no modelo de estratos horizontais. A interpretação pode ter sido prejudicada em virtude da heterogeneidade do subsolo, revelada nas pseudo-seções.

Os resultados permitiram delimitar uma área favorável para a investigação por sondagem mecânica, com furos que poderão alcançar profundidades entre 60 a 100 metros. Esta área pode se estender para nordeste, noroeste e sudeste da cidade, destacando-se uma faixa que compreende o extremo norte das ruas Mem de Sá, Acre, Amazonas, Lagoa, estendendo-se até a rua Morena e a sudoeste da rua Tocantins. As faixas mais promissoras são indicadas no mapa da cidade, em anexo.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

RESUMO

1. SENSORIAMENTO REMOTO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Sistemas de Fraturamentos	1
2. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	1
2.1. Objetivos	1
2.2. Histórico	2
2.3. Localização e Acesso	2
2.4. Geologia Regional	3
2.4.1. Geologia Local	3
2.4.1.1 Formação Juma	6
2.5. Hidrologia	7
2.5.1. Águas Superficiais	7
2.5.2. Águas Subterrâneas	7
3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA	8
3.1. Objetivos	8
3.2. Metodologia Aplicada	8
3.3. Resultados Obtidos	8
3.3.1. Caminhamento Elétrico	8
3.3.2. Sondagens Elétricas Verticais	9
4. CONCLUSÕES	10
5. RECOMENDAÇÕES	10
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	20

ANEXO I

- Mapa para Locação de Alvos Favoráveis à Perfuração de Poços Tubulares na Cidade de Apuí – AM.

1. SENSORIAMENTO REMOTO

1.1. Introdução

Nos estudos de sensoriamento remoto, foram utilizadas imagens convencionais de radar, semi-controladas, na escala 1:100.000, produzidas pela LASA S/A em 1972, e de satélite, coloridas, produzidas pelo INPE-SP em 1995, na mesma escala, bem como fotografias aéreas na escala 1:70.000, produzidas pela LASA em 1970. A região investigada abrange parte da folha SB-21-Y-C-I e está limitada pelos meridianos 59^o47'32" e 60^o00'00" de longitude oeste e os paralelos 7^o07'18" e 7^o20'00" de latitude sul.

A natureza e o tamanho da área exigiram que inicialmente fossem usadas fotografias aéreas, as quais, pelas suas características, são produtos que habitualmente mostram informações mais seguras, sendo indispensáveis na identificação das pequenas drenagens, detalhes do relevo 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 drenagem 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 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 é coberta por floresta densa, entretanto, apresenta grande

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:

- Lineamento de direção N(40° a 60°)W
- Lineamento de direção N(40° a 50°)E
- 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 2.4.1.1 e na roseta de frequência de direção de fraturas (Figura 1.2.1).

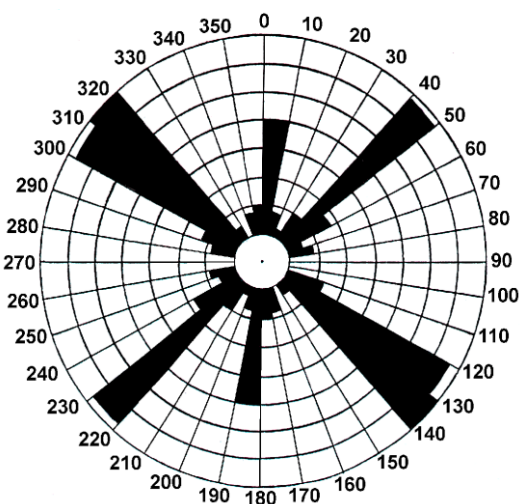


Figura 1.2.1 - Frequência de direção de fraturas levantadas nos afloramentos visitados.

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 da área através de estudos sistemáticos integrados de geologia estrutural, hidrogeologia e geofísica, visando identificar os locais mais favoráveis à exploração de água para o abastecimento público.

2.2. Histórico

Em 1993, a prefeitura municipal de Apuí – AM, preocupada com o crescimento da cidade, 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, procurou a 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 em 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 às necessidades, foram abandonados como improdutivos.

No final de 1995, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em cooperação técnico-científica com a Prefeitura, utilizando a metodologia mais avançada disponível, realizou estudos sistemáticos envolvendo trabalhos de geologia, hidrogeologia, planialtimetria, levantamento dos pontos d'água e geofísica da região. De posse dos parâmetros obtidos, foi possível selecionar alvos mais promissores. Foram então perfurados 7 (sete) poços com profundidade média em torno de 100 metros, o que resultou em uma vazão em torno de 100.000 litros por hora, conforme indicado nas figuras 3.3.1.9 e 4.1.

No âmbito do Projeto de Gestão Ambiental Integrada no Sudeste-Sul do Amazonas (PGAI Vale do Madeira) realizou-se, em 1998, um amplo diagnóstico do meio físico e socioeconômico da região envolvendo os municípios de Apuí, Novo Aripuanã, Manicoré e Humaitá, tendo sido os trabalhos executados em parceria com a CPRM, EMBRAPA, UFAM, IBGE e IPAAM/Governo do Estado.

Em fevereiro de 2006 a Prefeitura Municipal de Apuí – AM, na figura jurídica do seu Prefeito Sr. Antônio Roque Longo, firmou convênio de cooperação e apoio técnico científico com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, (Convênio n° 003/CPRM/06), objetivando a conjugação de esforços no sentido de implantar um programa de serviços de integração de temas do meio físico na área urbana do município de Apuí – AM, com vista a locação de alvos promissores para a perfuração de novos poços tubulares.

2.3. Localização e Acesso

A área do município de Apuí – AM, 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 área aproximada de 8km², onde foram realizados os serviços de detalhe, situa-se na porção sudeste do estado do Amazonas, na rodovia Transamazônica (BR-230) na altura do km 640, nas proximidades do rio Juma. O acesso pode ser feito: por via aérea, em aeronaves mono ou bimotor, existindo vôos regulares a partir de Manaus com duração de aproximadamente 80 minutos; por via terrestre, em ônibus a partir de Porto Velho – RO, pela BR-230, percorrendo-se, aproximadamente, 600km; 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

Recentemente a CPRM – Serviço Geológico do Brasil concluiu o Projeto “Rochas Carbonáticas de Apuí – Amazonas” (, 2006), cuja atividade integrou o Subprograma Insumos Minerais para Agricultura, voltado à identificação e qualificação de ocorrências de rochas calcárias em duas áreas do município de Apuí. O estudo objetivou o atendimento à demanda das atividades relacionadas à agricultura familiar, a exemplo do Projeto Juma, uma das maiores áreas de assentamento agrícola do INCRA da América Latina.

A região reúne grande contingente de rochas sedimentares, com estabelecimento cronoestratigráfico restrito ao Paleozóico, cuja bacia está assentada sobre substrato vulcânico paleoproterozóico. Diques básicos jurássicos têm sido identificados na região. Dados palinológicos forneceram uma idade siluro-devoniana para a porção sedimentar, existindo ainda grande predomínio de rochas siliciclásticas sobre as carbonáticas.

Na região de Apuí, a (REIS 2006) reconheceu quatro formações sedimentares que foram reunidas no Grupo Alto Tapajós (Tabela 1). O quadro paleoambiental inicia com a deposição sedimentar da Formação Beneficente em um ambiente flúvio-deltáico, com domínio de canais fluviais entrelaçados. De norte para sul e oeste para leste, a planície fluvial Beneficente foi sendo gradativamente afogada (transgressão marinha), levando à formação de uma extensa e espessa planície lamosa representada pela Formação Juma. A área registra influência de maré, com destaque para a presença de correntes na geração de pequenas ondas e, possivelmente, de fácies arenosa e de praia (planície intermaré) representada pela Formação Prainha. Mais para leste, a Formação Terra Preta depositou-se em ambiente marinho nerítico (inframaré), com águas rasas que apresentavam condições propícias ao desenvolvimento de recifes.

As rochas vulcânicas que servem de substrato para a bacia Alto Tapajós encontram-se reunidas no Grupo Colíder, cuja continuidade no terreno se faz mais a sul da bacia, em direção ao limite interestadual com o Mato Grosso, onde a unidade tem sido definida (Frasca & Borges 2004).

2.4.1. Geologia Local

A área do estudo, com aproximadamente 8km², foi alvo de levantamentos de hidrogeologia e geofísica com o objetivo de verificar a possibilidade de identificação, em subsuperfície, de zonas fraturadas favoráveis a conter água, visando o abastecimento da cidade de Apuí. Foram também utilizadas as recentes informações geológicas da região disponibilizadas por REIS em 2006 (Figura 2.4.1.1).

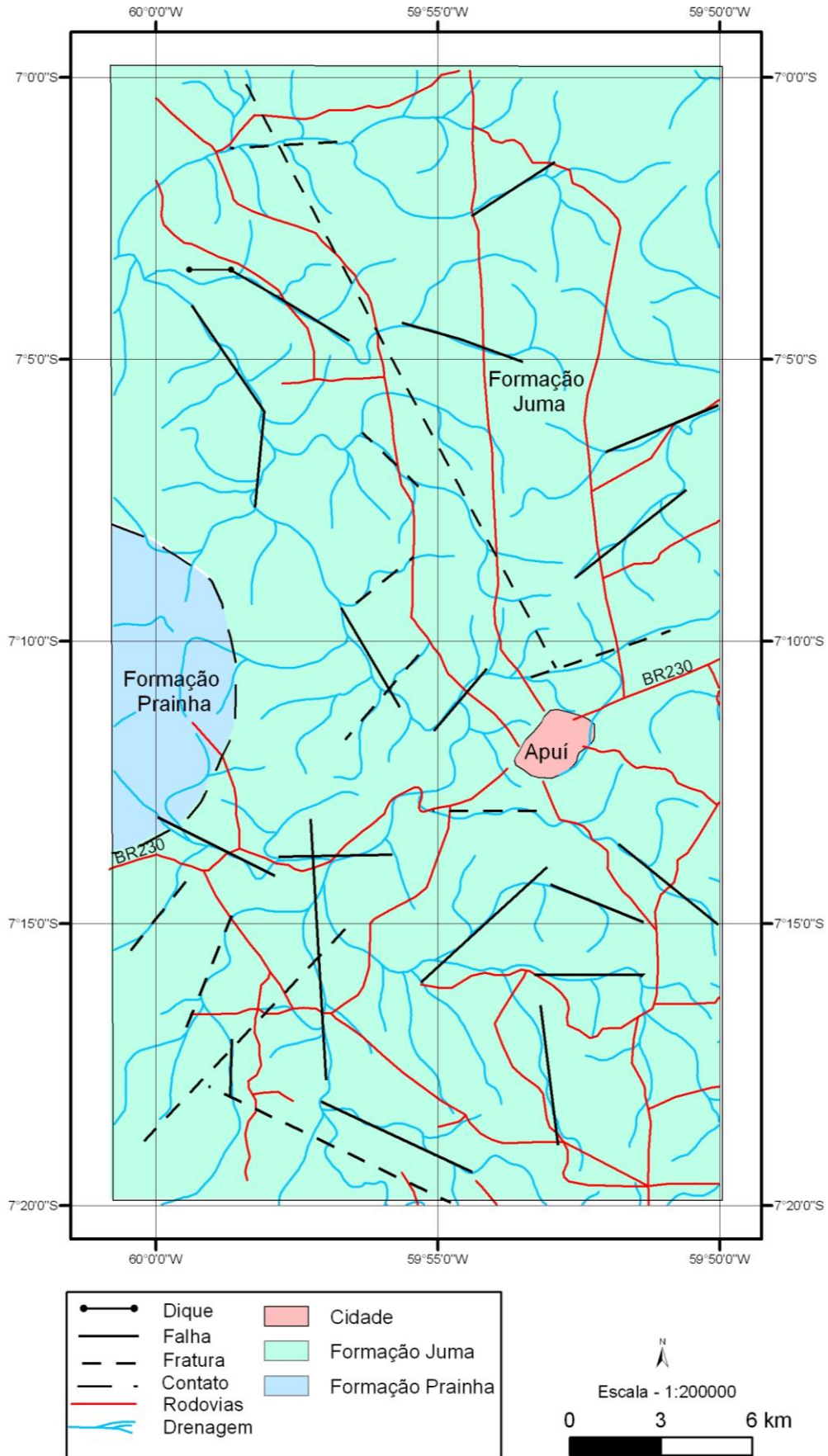


Figura 2.4.1.1 – Mapa Geológico – Estrutural Local

				Diabásio Periquito	Diques de diabásio (jurássicos)
FANEROZÓICO	PALEOZÓICO	SILURO - DEVONIANO	GRUPO ALTO TAPAJÓS	FORMAÇÃO TERRA PRETA	Calcários estromatolíticos acinzentado escuros e arenitos e siltitos finos intercalados (ritmitos)
				FORMAÇÃO PRAINHA	Quartzo-arenitos e arenitos sílticos róseos a esbranquiçados, bem selecionados quando finos.
				FORMAÇÃO JUMA	Siltitos e arenitos finos intercalados e de coloração acinzentada escura a cinza-esverdeados.
				FORMAÇÃO BENEFICENTE	Arenitos líticos com fragmentos de tufo (na base), quartzo-arenitos, siltitos, arenitos conglomeráticos e restritos conglomerados.
PROTEROZÓICO	PALEOPROTEROZÓICO	ESTATERIANO	GRUPO COLÍDER Riolitos, traquitos e ignimbritos protomiloníticos.		

Tabela 1 - Coluna Estratigráfica da região de Apuí (REIS, 2006)

2.4.1.1. Formação Juma

A sede municipal de Apuí está assentada sobre substrato da Formação Juma, cuja principal área de ocorrência é a bacia do rio Juma, no trecho que se estende da cachoeira Paredão, ao norte, até o entorno da ponte da vicinal Brasília, a sul, perfazendo aproximados 45km de extensão ao longo do rio Juma. Outras conhecidas cachoeiras no rio Juma (Morena, Sucurijú e Apuí, por exemplo) também apresentam afloramentos desta Formação. Na bacia do rio Juma aflora espesso pacote de siltitos intercalados a arenitos finos, acinzentados, compactos e que, em algumas seções, expõem níveis centimétricos de coloração acinzentada mais clara, conferindo notória laminação em tonalidades claras e escuras. Ambas litologias evidenciam discreta ondulação no topo dos sets.

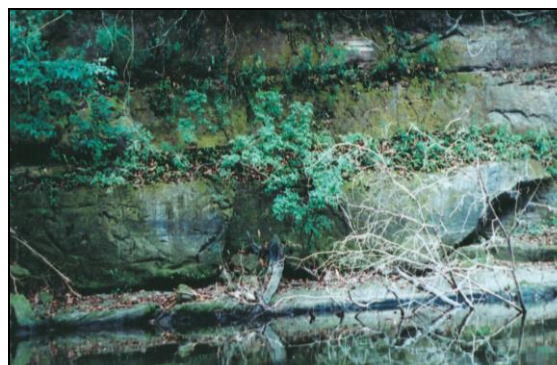
A cachoeira Paredão, com 15,0 metros de altura, apresenta nos 5,0 metros do topo aflorante, siltitos finamente laminados, acinzentados, silicificados, cuja superfície expõe fraturas conjugadas em 110° e 170° . Em seção, são ressaltados possíveis planos centimétricos de estratificação, passíveis, contudo, de constituir finos níveis de erosão que resistiram ao intemperismo, uma vez que internamente na rocha, não se tornam evidentes. Em alguns níveis pelíticos, o grau de silicificação na amostra confere aspecto de material à semelhança de um chert. Estas características são comuns a todas as cachoeiras e corredeiras situadas no rio Juma.

A grande maioria das vicinais da área de assentamento do INCRA, entre os rios Juma e Acari, corta litologias da Formação Juma, citando-se Brasil Novo, Morena, Aripuanã, Sulina, Cangalhão, Coruja, Mineira e Raulino, dentre outras. Entre o rio Acari e as cabeceiras do rio Camaiú também foram verificadas ocorrências de siltitos e arenitos finos intercalados, a exemplo das vicinais Três Estados, Três de Julho e Nova Linhares. A

Formação Juma está sobreposta pelos arenitos bem selecionados da Formação Prainha.



Fotos 2.4.1.1.1 (A e B) – Rochas sedimentares sílticas da Formação Juma (Grupo Alto Tapajós) evidenciando, no topo, arranjo de fraturas conjugadas em 110° e 170° . Localidade: cachoeira Paredão, rio Juma.



Fotos 2.4.1.1.1 (C) – rio Sucunduri. Siltitos cinza-esverdeados, laminados e quebradiços, com ondulações no topo; são recobertos por arenitos finos, róseos claro e siltitos intercalados, laminação plano-paralela e ondulações em escala de afloramento. Formação Juma.

A Formação Juma cobre cerca de 90% da área estudada e os afloramentos exibem sedimentos ora com aspecto diagenéticos,

ora com aparência de baixo grau metamórfico. Apresentam-se compactos, duros, impermeáveis, e bastante fraturados. As fraturas predominantes têm direção N45°E e N45°W (Fotos 2.4.1.1.1 A e B) e, com menor incidência N5°E (Foto 2.4.1.1.1 C).

2.5. Hidrologia

2.5.1. Águas Superficiais

Os estudos hidrogeológicos realizados na cidade de Apuí e periferia tiveram seu início a partir de trabalhos de foto-interpretção, seguidos de levantamento geológico-estrutural de campo, quando foram identificadas as drenagens, contatos litológicos, falhas e fraturas.

Apuí apresenta uma rede de drenagem do tipo dendrítica. O rio de maior porte é o Juma, que forma no seu curso várias cachoeiras, criando belas paisagens, e locais naturais de lazer para a população. (Fotos 2.5.1.1; 2.5.1.2 e 2.5.1.3).



Foto 2.5.1.1 - Cachoeira do Paredão, com queda d'água de 12 metros. Rio Juma, Apuí - AM.

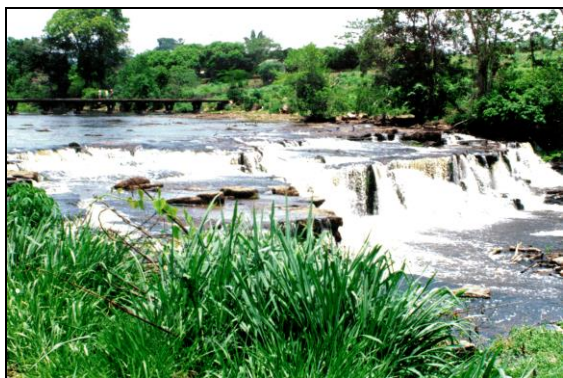


Foto 2.5.1.2 - Cachoeira da Morena, com queda d'água de 3 metros. Rio Juma, Apuí - AM.



Foto 2.5.1.3 - Cachoeira do Apuí, com queda d'água de aproximadamente 4 metros. Rio Juma - Apuí - AM.

2.5.2. Águas Subterrâneas

A água consumida pela população provém de 4 poços tubulares e de outros poços do tipo Amazonas, que, na sua maioria, apresentam água de imprópria ao consumo humano, além de alguns secarem no período de estiagem. Embora não tenham sido realizadas análises bacteriológicas, as águas de alguns poços do tipo Amazonas apresentam mal cheiro, cor turva, indicando alterações nas suas características físicas. A maioria dos poços do tipo Amazonas localizam-se próximo a fossas ou em locais inadequados, ficando sujeitos à contaminação por enxurradas durante o período chuvoso.

A área mapeada é constituída predominantemente por rochas da Formação Juma, com indício de apresentar suave grau de metamorfismo. Localmente, as rochas da Formação Juma foram afetadas por intrusões (diques ou soleiras) de rochas básicas, pertencentes ao diabásio Periquito. Estas rochas na superfície apresentam-se alteradas, formando um manto de intemperismo que atinge até 27 metros de espessura. Os arenitos e siltitos, quando não intemperizados, são impermeáveis, não permitindo o armazenamento de água, fato comprovado pelos baixos valores de vazão, com média abaixo de 1m³/h em três poços perfurados (em 1993) com mais de 70m de profundidade, na cidade de Apuí.

A região apresenta-se bastante falhada e fraturada, o que afeta tanto rochas das formações Juma e Beneficente, como os corpos do diabásio Periquito, possibilitando 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 fraturas ou falhas potenciais para o armazenamento de água, o que foi confirmado através dos furos de sondagem perfurados em 1996 pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil nesta localidade.

3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

3.1. Objetivos

Associada aos parâmetros fornecidos pela geologia-estrutural e avaliação dos pontos d'água mais recentes, coube à geofísica, utilizando método de eletroresistividade, mapear estruturas favoráveis à acumulação de água em zonas de falhas e fraturas em rochas ígneas e sedimentares. Contribuiu também para a avaliação da espessura do manto intempérico, fornecendo assim, informações adicionais de subsuperfície com objetivo de demarcar os locais favoráveis para furos de sondagem mecânica. Estes locais preferenciais para os furos foram determinados dentro ou nas proximidades do limite do perímetro urbano, visando diminuir os custos de captação e distribuição d'água.

3.2. Metodologia Aplicada

Os caminhamentos elétricos (Figuras 3.3.1.1 e 3.3.1.2) foram realizados no sentido de sul para norte e de oeste para leste. No levantamento geofísico, os caminhamentos elétricos dipolo-dipolo tiveram espaçamentos com as seguintes leituras ($AB=MN=50m$) em seis níveis ($n=6$), e dois caminhamentos com espaçamentos entre as leituras ($AB=MN=75m$) em seis níveis ($n=6$).

Foram ainda realizadas duas sondagens elétricas verticais (SEV's), localizadas no extremo norte dos caminhamentos levantados nas ruas Amazonas e Acre. Para fins de balizamento, aplicou-se o arranjo Schlumberger, com AB de até 800m, (Figuras 3.3.2.1 A e B).

Os dados obtidos, tanto no caminhamento elétrico como nas SEV's, foram inicialmente processados manualmente à medida que ia sendo feita a leitura dos mesmos. Dessa maneira foi possível, ainda no campo, construir-se as pseudo-seções e as curvas de sondagem elétrica vertical, o que nos permite uma interpretação expedita dos dados, com a indicação dos alvos mais promissores para a sondagem mecânica. Os caminhamentos elétricos levantados em 2006 estão indicados nas Figuras 3.3.1.1 e 3.3.1.2.

A interpretação dos dados aqui apresentada foi inicialmente realizada pela equipe dos projetos na SUREG-MA, e finalizada pelo geofísico Michael Gustav Peter Drews, da SUREG-BH.

3.3. Resultados Obtidos

3.3.1. Caminhamento Elétrico

Os resultados dos 11.925 metros de perfis estão ilustrados nas figuras 3.3.1.1 e 3.3.1.2, sob a forma de Pseudo-Seções de Resistividade Aparente apresentadas em dois conjuntos de perfis, empilhados segundo às direções N-S e W-E, e cuja análise permite tecer as seguintes considerações:

- as resistividades dominantes possuem valores que vão de 2 a 3.000 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, algumas das quais

devem ser verificadas 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, (Figura 3.3.1.3 a 3.3.1.8), a partir dos quais foi possível delimitar áreas favoráveis ao armazenamento d'água, como zonas de falhas e fraturas (Figura 3.3.1.9);
- todas as pseudo-seções contêm a localização 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 2 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/geoelétricas do subsolo investigado:

- as curvas apresentam deformações que refletem discontinuidades 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 115m) com resistividades variando de 100 a 5.000 ohm-m, e procurando-se ajustes aceitáveis entre as curvas medidas e calculadas; (Figura 3.3.2.1 A e B).

- neste contexto, a correlação entre os resultados das sondagens e do caminhamento elétrico dipolo-dipolo apenas confirma a heterogeneidade geológica e as discontinuidades mostradas nas pseudo-seções.

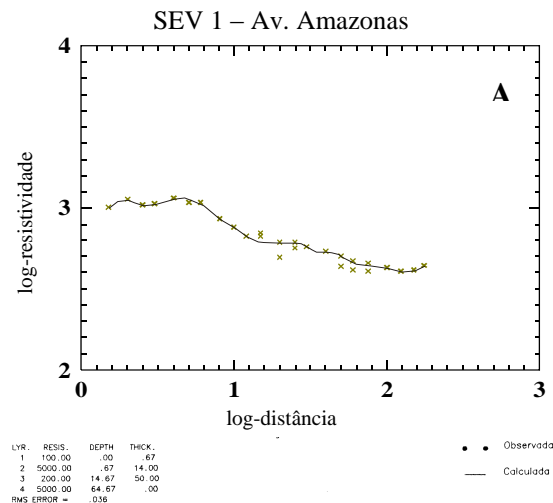


Figura 3.3.2.1 A – Sondagem elétrica vertical, realizada no caminhamento geoelétrico da av. Amazonas (norte), apresentando anisotropia das camadas e embasamento geoelétrico.

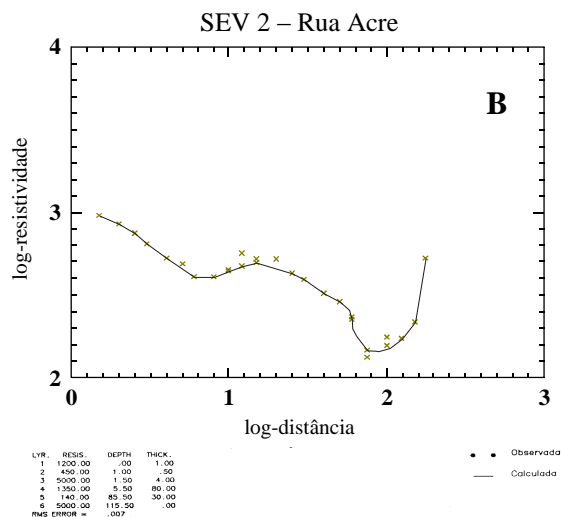


Figura 3.3.2.1 - B Sondagem elétrica vertical, realizada no caminhamento geoelétrico da rua Acre (norte), apresentando anisotropia das camadas e embasamento geoelétrico.

4. CONCLUSÕES

Os trabalhos indicaram uma faixa contínua na parte norte da cidade de Apuí – AM, como área favorável para sondagem mecânica.

Durante os estudos geofísicos realizados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil no ano de 1996, foram perfurados os poços de nº 03-AP-04-AM, 03-AP-05-AM, 03-AP-06-AM, 03-AP-08-AM, 03-AP-09-AM e 03-AP-10-AM constantes na Figura 4.1, os quais apresentaram vazões que vão de 5m³/h a 20,70m³/h. (Tabela 4.1).

Considerando:

- o resultado dos 5 perfis que indicou zonas promissoras para o armazenamento de água subterrânea;
- a interpretação geofísica das figuras 3.3.1.3 a 3.3.1.8 que mostra os contornos das pseudo - seções nos 6 níveis de investigação; e
- os resultados dos perfis levantados em 1995/1996;

O presente trabalho indicou 1 faixa na região NW da cidade, onde além dos poços já existentes, podem ser alocados outros para investigar o real potencial hídrico da área.

No levantamento geofísico na área urbana da cidade foram realizados 13 perfis de caminhamento dipolo – dipolo, perfazendo 11.925m, e duas sondagem elétricas verticais – SEV, que indicaram uma faixa promissora para sondagem mecânica que se estende pelas regiões nordeste, norte e noroeste. As principais faixas localizam-se no extremo norte das ruas Mem de Sá, Acre, Amazonas, da Lagoa, Morena e

pequeno alvo no extremo oeste da rua Tocantins, conforme indicado no mapa Anexo I.

Os poços a serem perfurados podem alcançar entre 60 a 100 metros de profundidade de acordo com sua localização nos perfis geofísicos realizados.

Espera-se que os poços a serem perfurados nas faixas/ ruas acima indicadas venham apresentar vazões semelhantes, atendendo aos objetivos do presente trabalho, e venham complementar o abastecimento de água, com quantidade e qualidade para a população de Apuí.

5. RECOMENDAÇÕES

Diante do ininterrupto crescimento da população da cidade de Apuí, e prevendo um aumento no consumo de água, faz-se necessário que o gestor municipal, juntamente com os órgãos ambientais do município e do Estado, crie uma área de proteção ambiental sobre as faixas promissoras detectadas nos trabalhos anteriores e atuais, de forma a evitar possível contaminação.

Os poços existentes devem ser protegidos por cerca, a fim de evitar a perambulação de animais domésticos e outros, precavendo-se, assim, a contaminação dos mesmos.

Cuidados também devem ser tomados, quanto às distâncias dos poços em relação à construção de fossas sépticas, sanitários públicos, destinação de lixo, esgoto ou mesmo de águas pluviais que podem contamina-los.

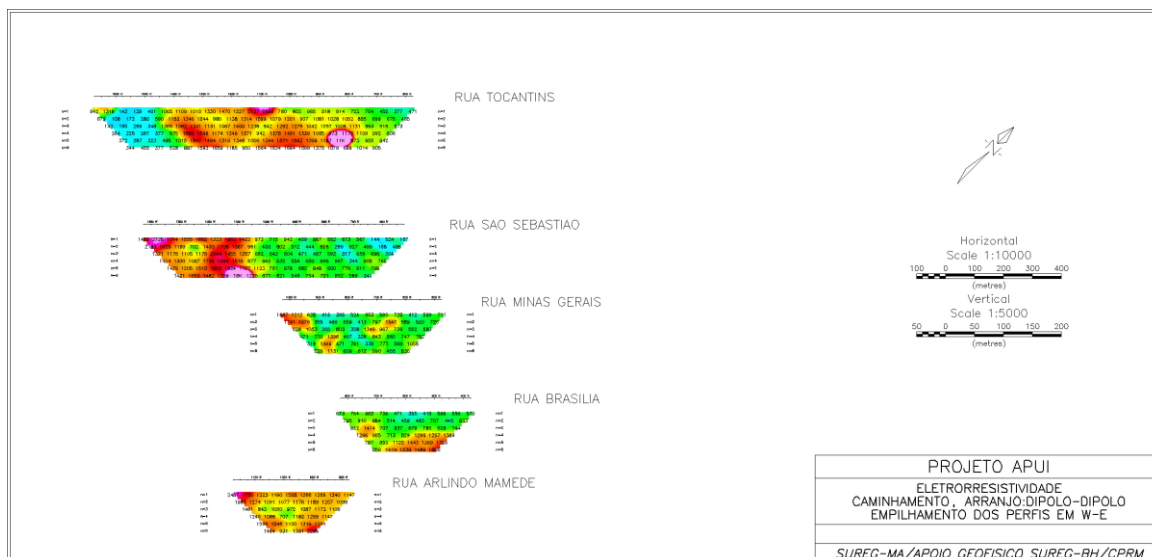


Figura 3.3.1.1 – Caminhamento geolétrico dipolo-dipolo, direção Leste/Oeste, onde foram investigados seis níveis, numa profundidade de 100 metros. O empilhamento dos cinco perfis indicou a localização de zonas promissora para o armazenamento de água subterrânea.

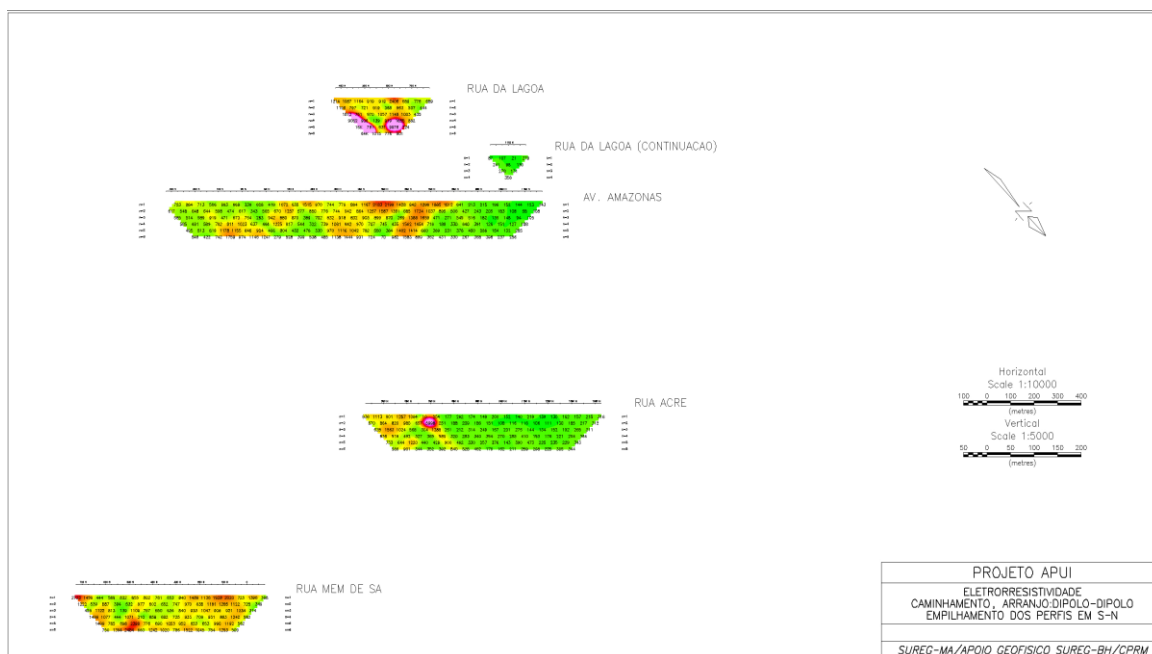


Figura 3.3.1.2 – Caminhamento geolétrico dipolo-dipolo, direção Sul/Norte, onde foram investigados seis níveis, numa profundidade de 100 metros. O empilhamento dos cinco perfis objetivou a localização de zonas promissora para o armazenamento de água subterrânea.

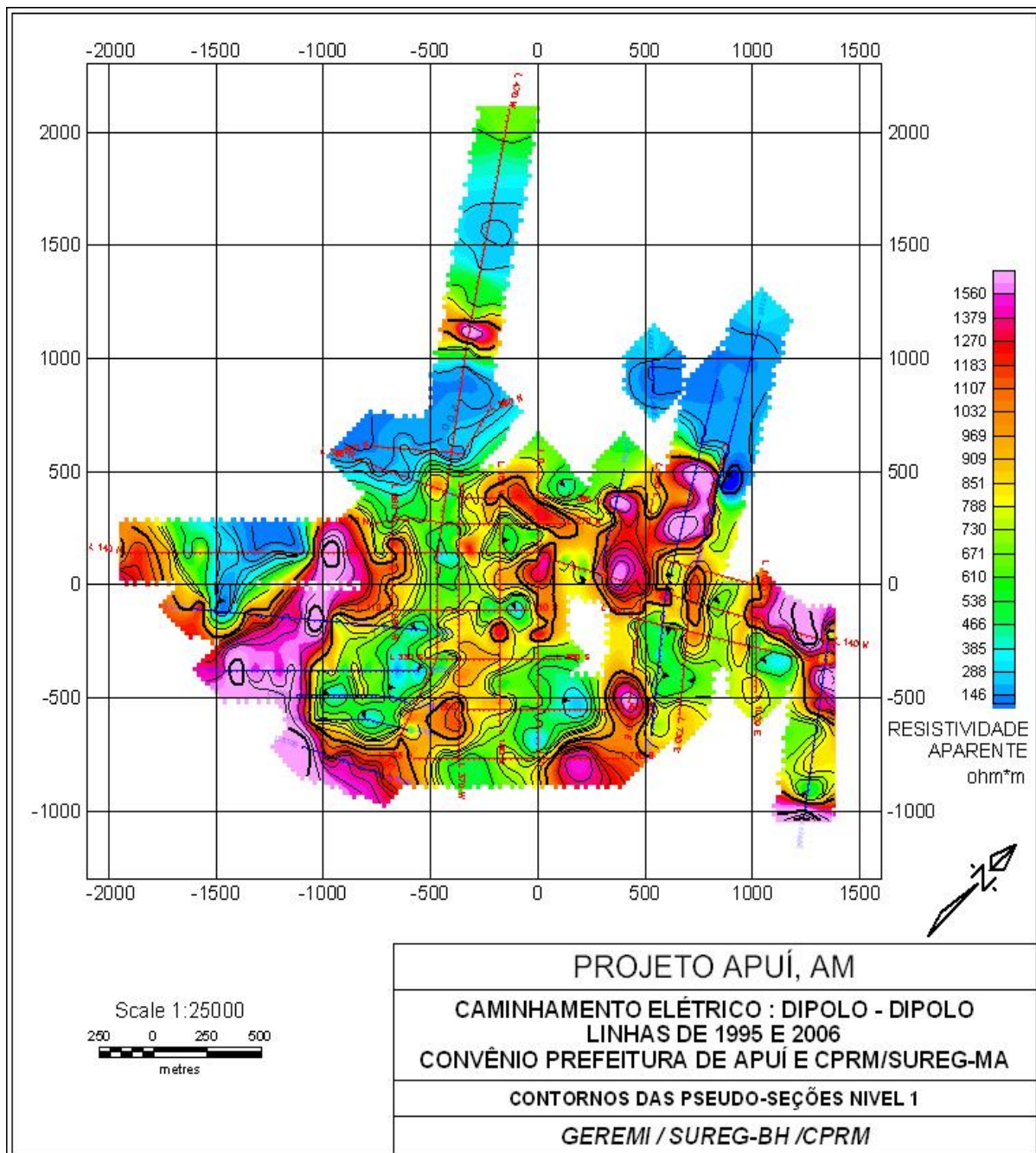


Figura 3.3.1.3 – Integração dos caminhamentos geoeletricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliacao das resistividades aparentes observadas no primeiro nivel, a 18 metros de profundidade, sinalizam, a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

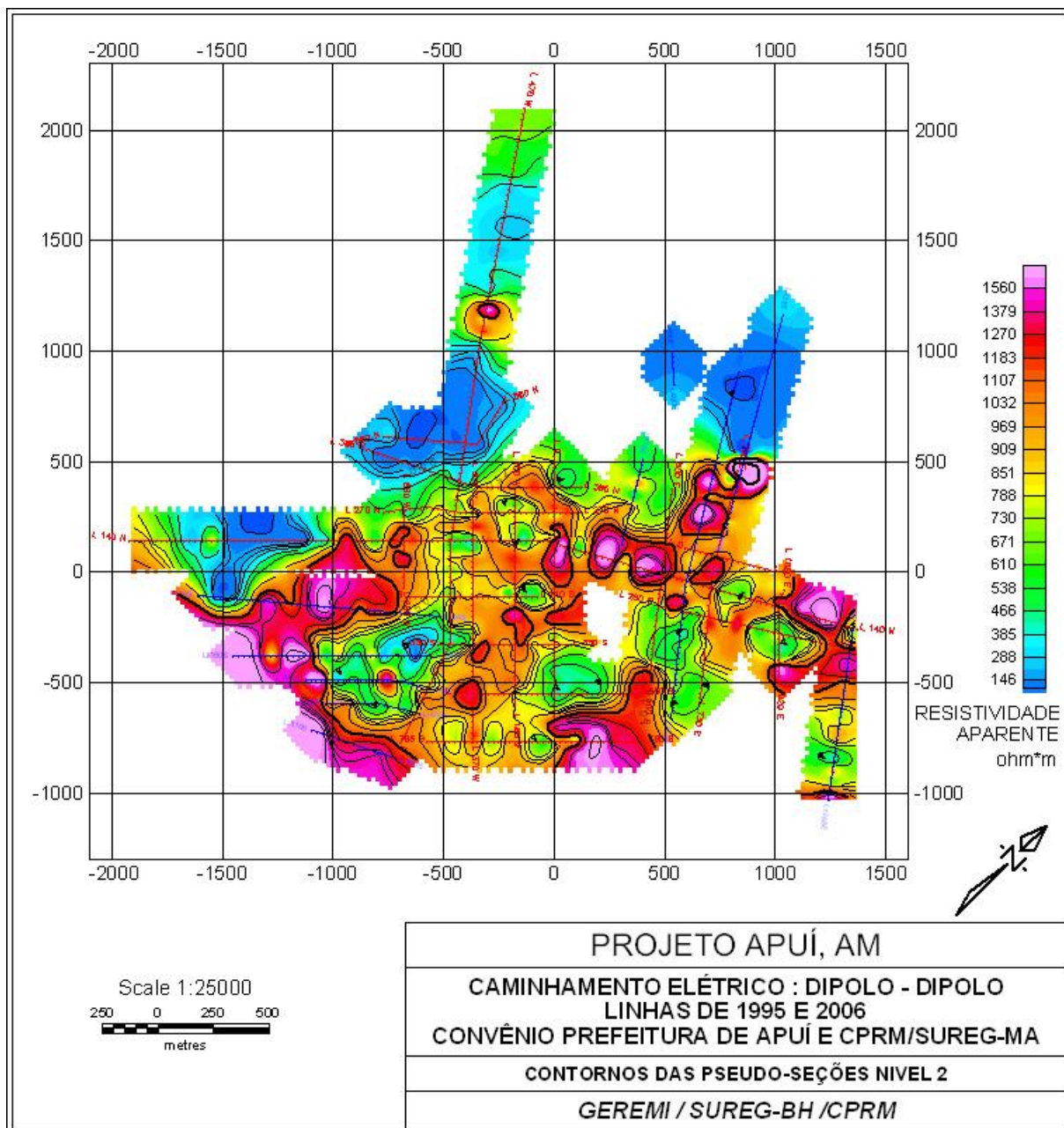


Figura 3.3.1.4 – Integração dos caminhamentos geoeletricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliacao das resistividades aparentes observadas no segundo nivel, a 34 metros de profundidade, sinalizam, a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

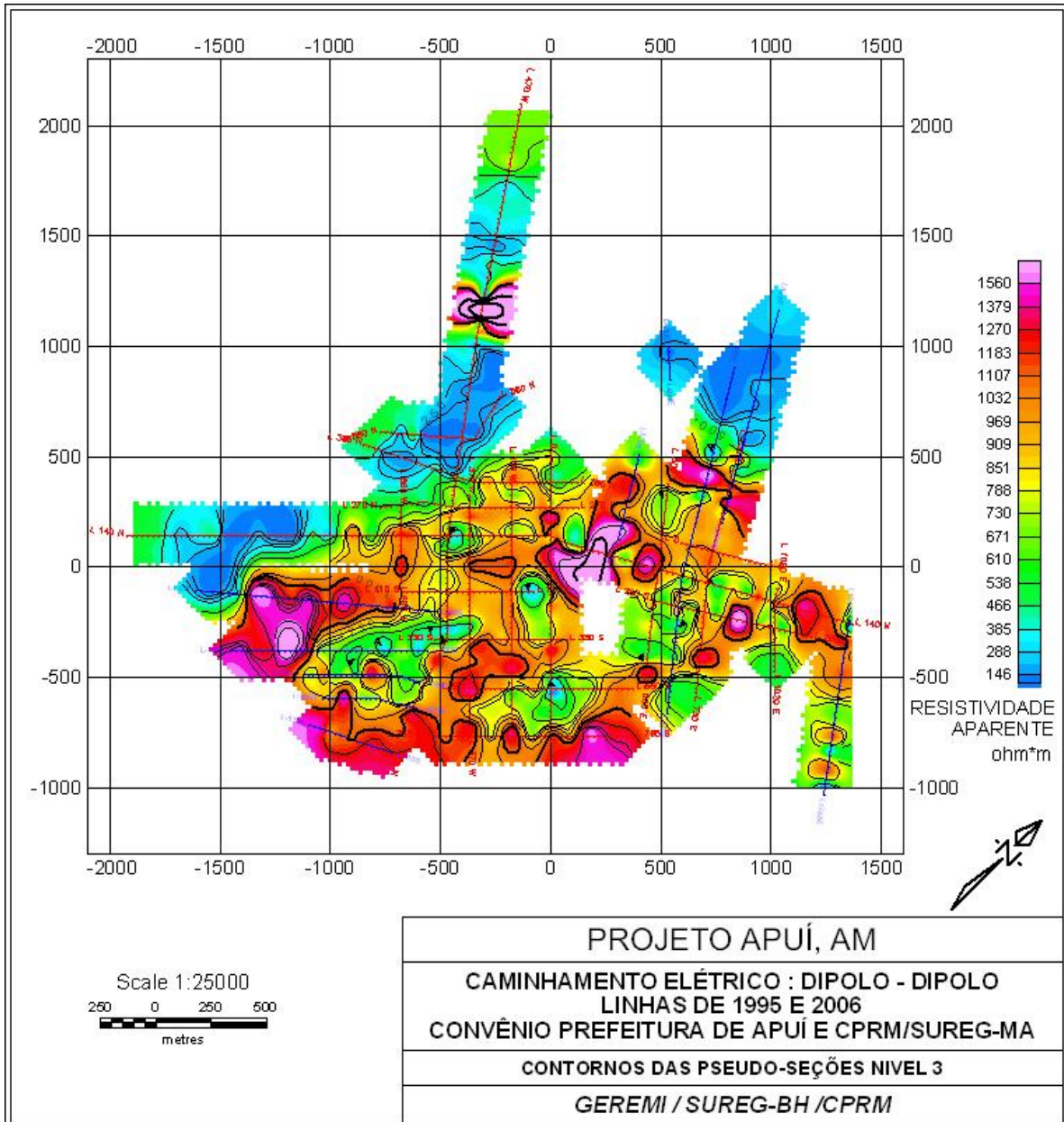


Figura 3.3.1.5 – Integração dos caminhamentos geolétricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliação das resistividades aparentes observadas no terceiro nível, a 52 metros de profundidade, sinalizam, a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

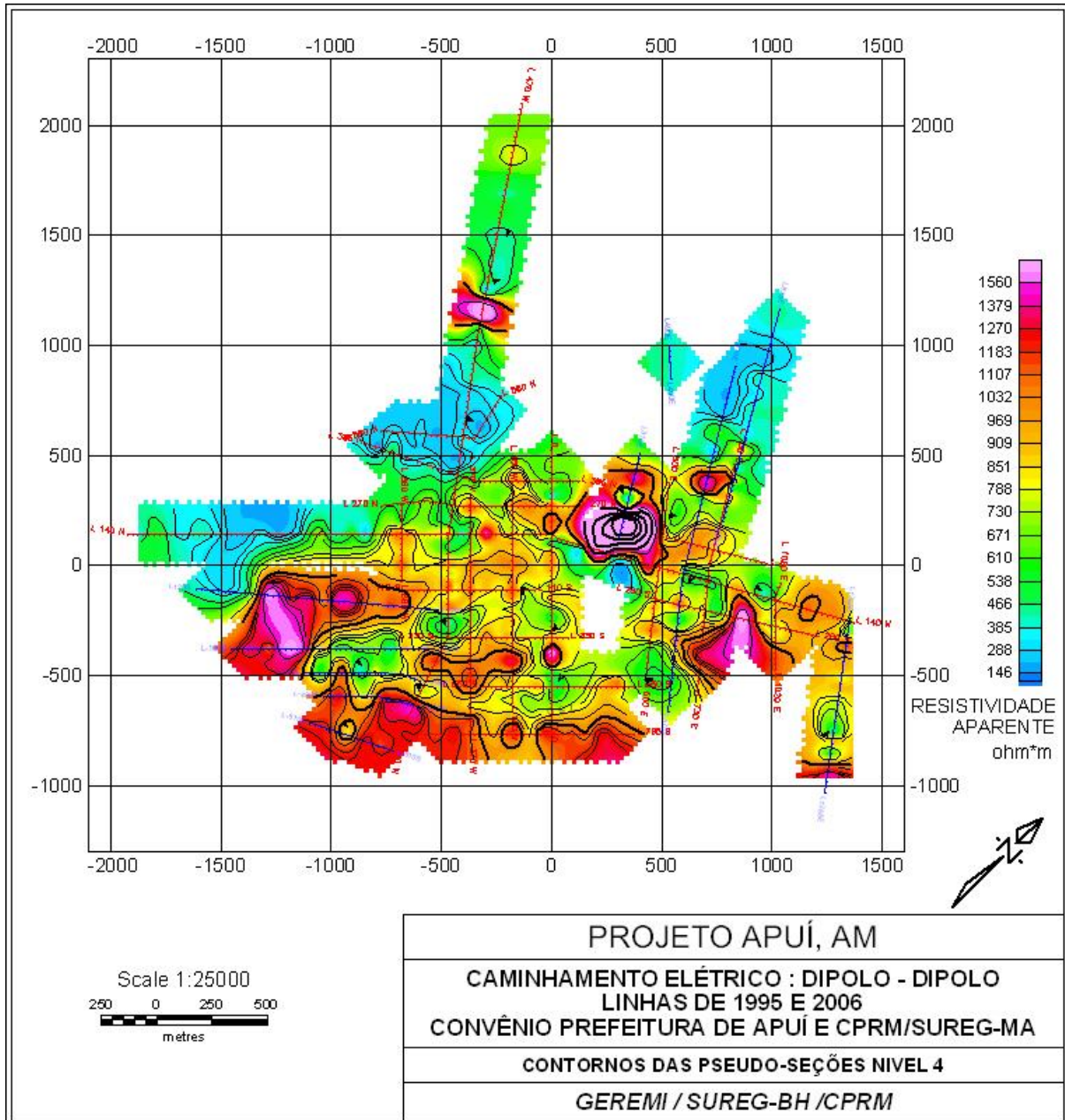


Figura 3.3.1.6 – Integração dos caminhamentos geoeletricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliação das resistividades aparentes observadas no quarto nível, a 68 metros de profundidade, sinalizam a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

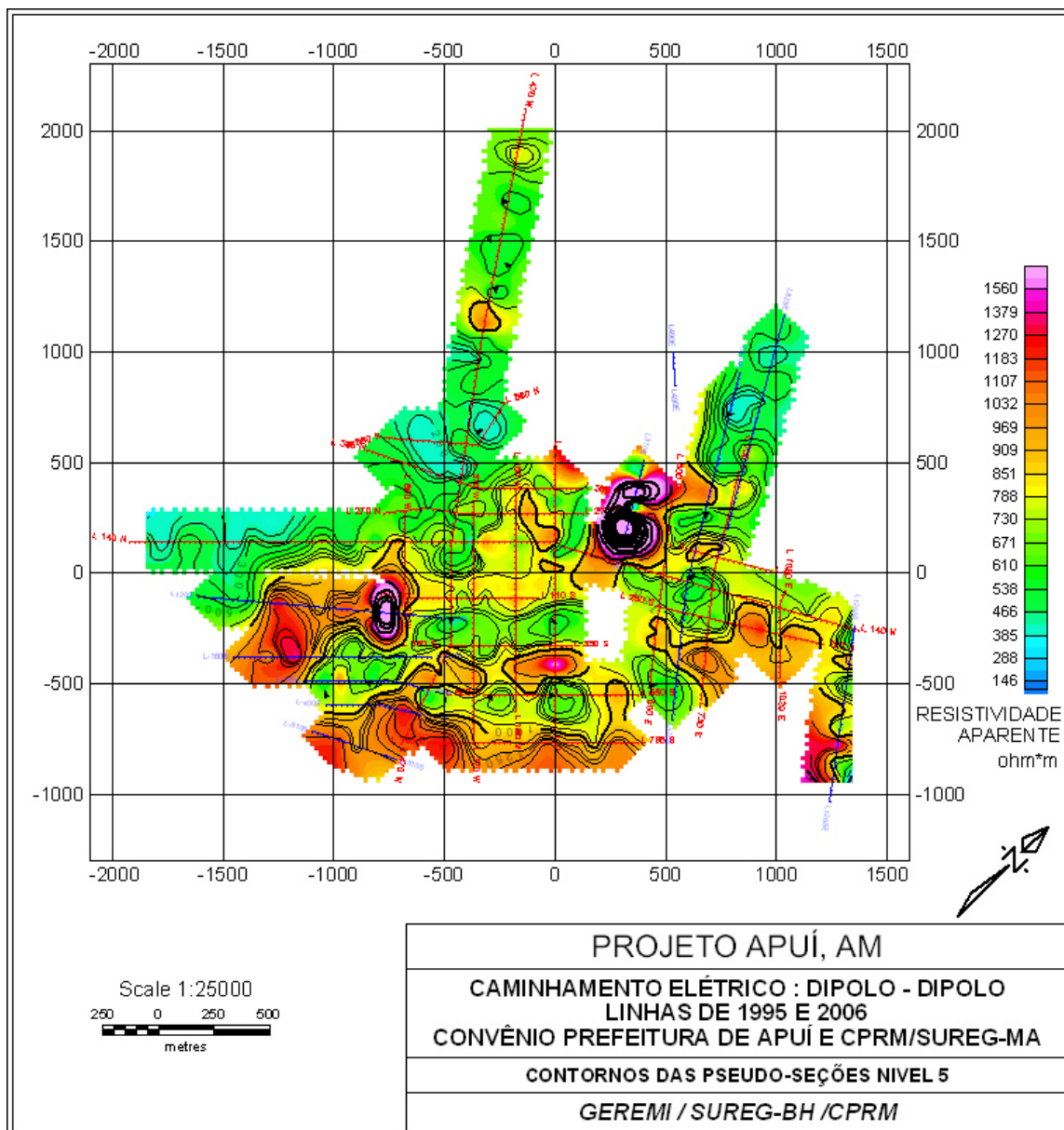


Figura 3.3.1.7 – Integração dos caminhamentos geoeletricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliação das resistividades aparentes observadas no quinto nível, a 86 metros de profundidade, sinalizam, a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

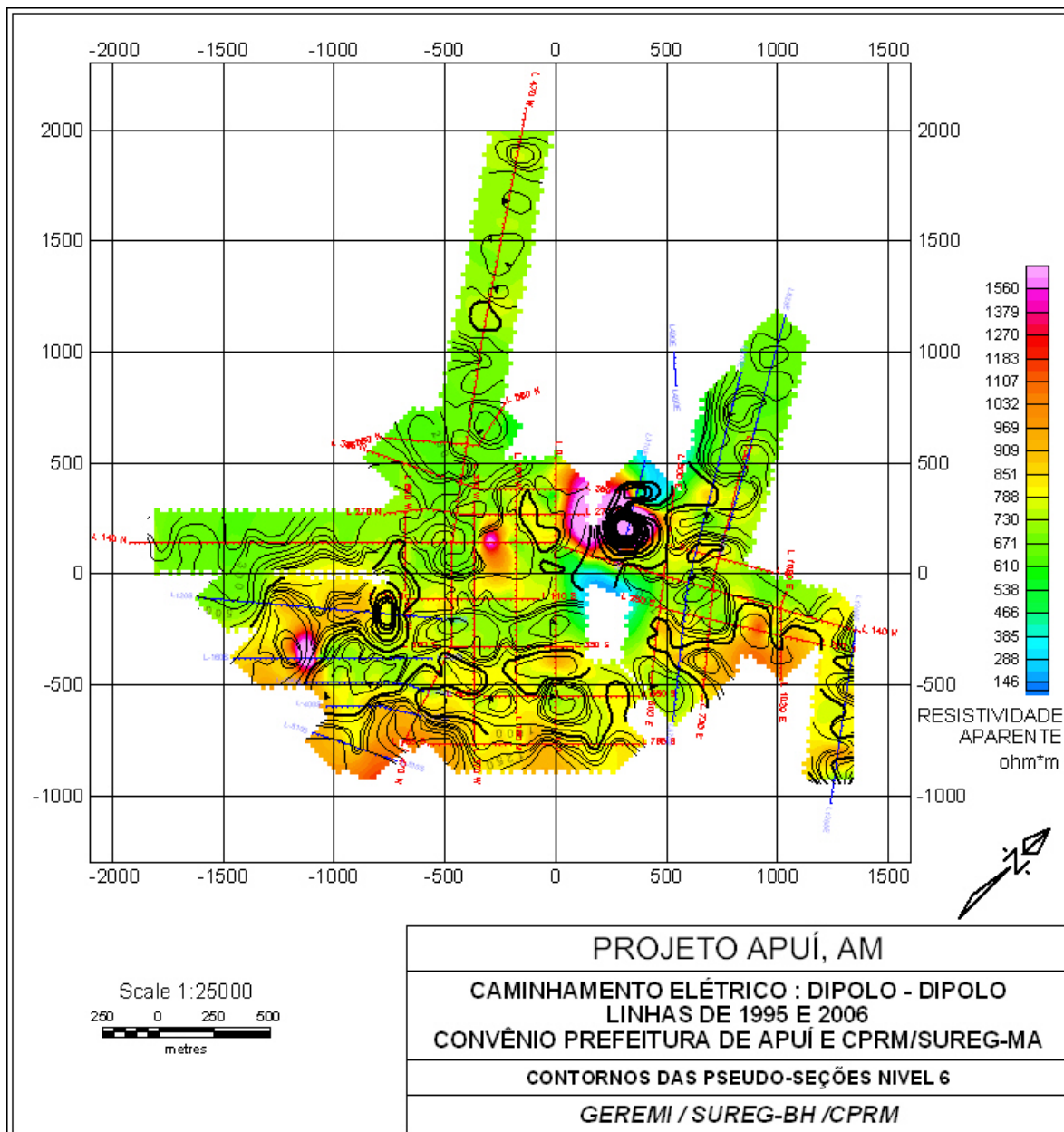


Figura 3.3.1.8 – Integração dos caminhamentos geolétricos dipolo-dipolo, realizados em 1995 e 2006. Avaliação das resistividades aparentes observadas no sexto nível, a 104 metros de profundidade, sinalizam, a noroeste e nordeste da cidade, uma área favorável ao armazenamento da água subterrânea.

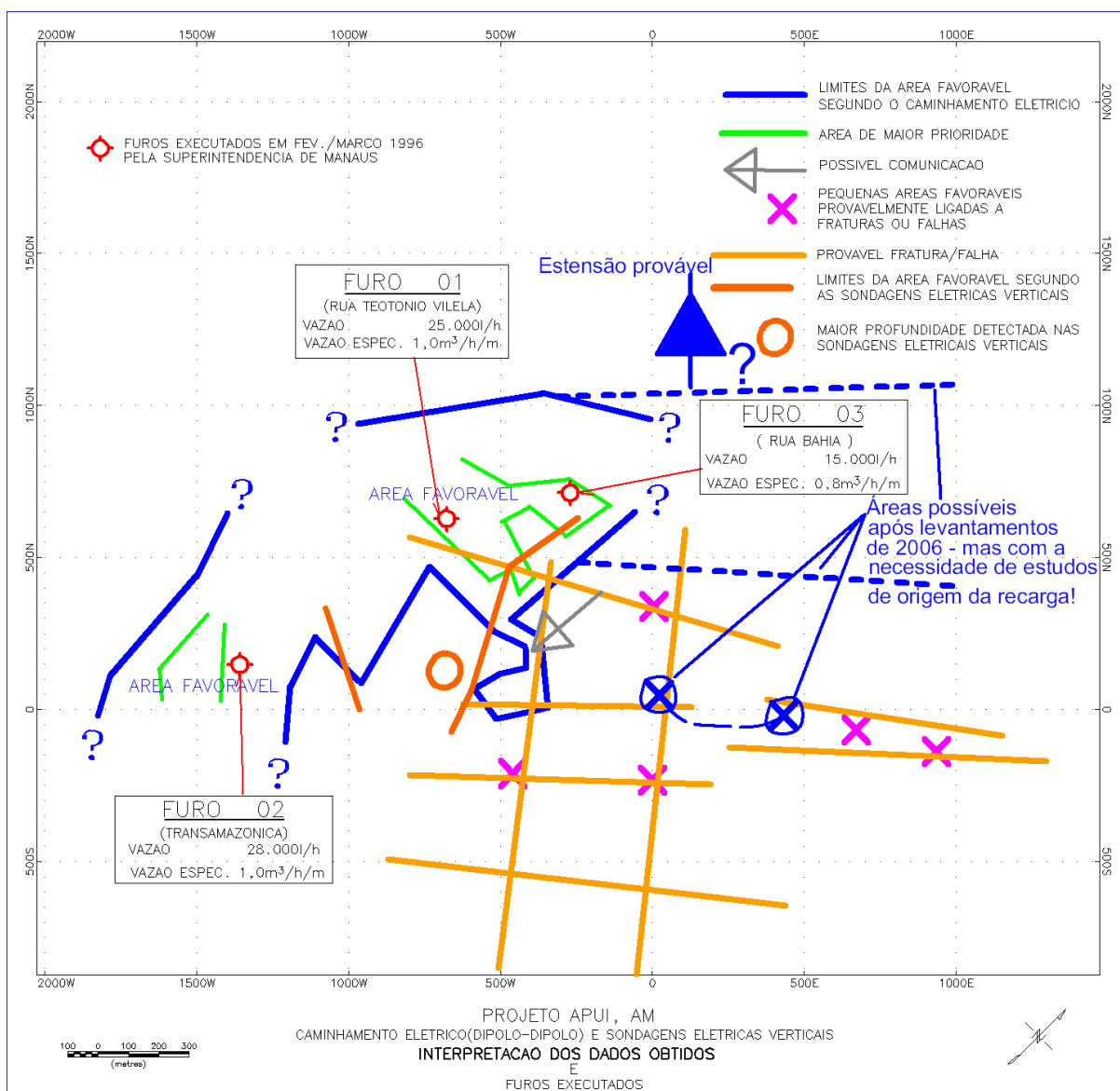
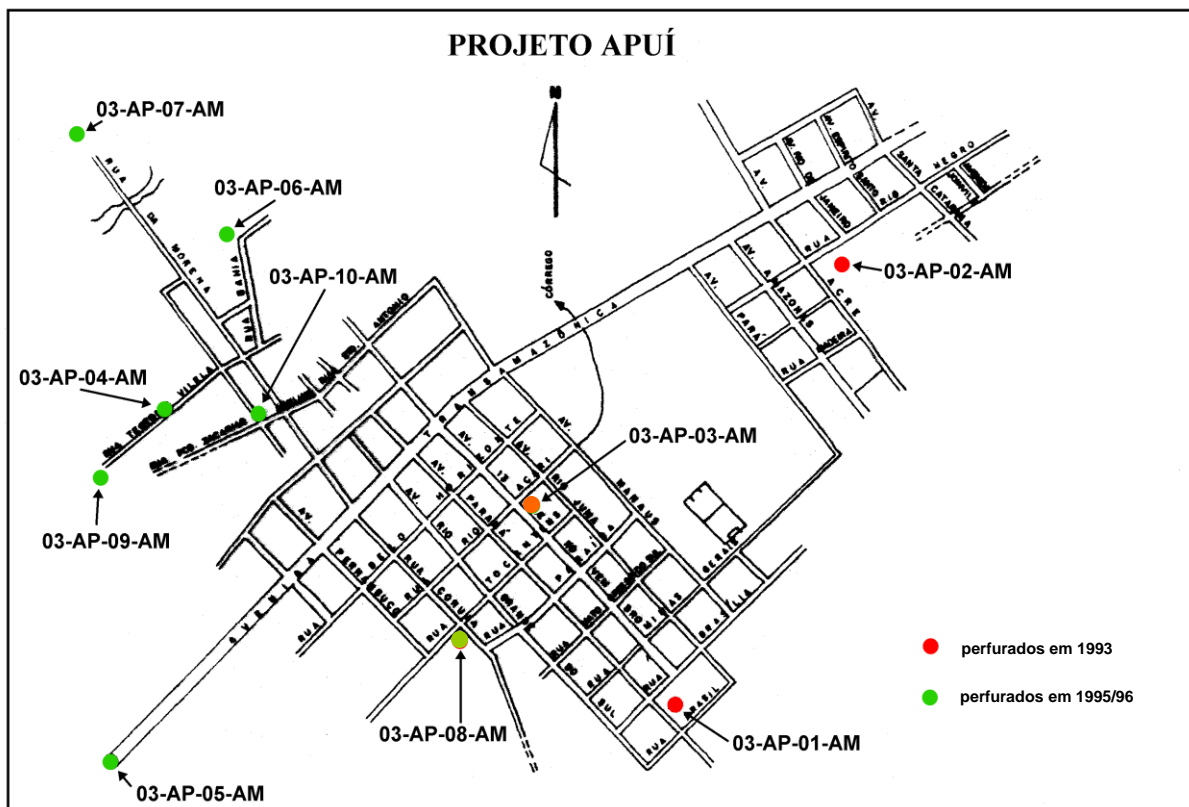


Figura 3.3.1.9 – Apresentação de áreas favoráveis ao armazenamento da água subterrânea, segundo avaliação dos caminhamentos geoeletricos dipolo-dipolo e poços perfurados em 1195/96, após trabalhos sistemáticos (geologia estrutural, levantamentos de pontos d’água e geofísica).



● Localização dos poços perfurados pela CPRM, antes e após os trabalhos sistemáticos de: geologia estrutural, levantamentos de pontos d’água e geofísica, nos anos de 1993, 1995 e 1996, na cidade de Apuí – AM (ver tabela 4.1).

Figura 4.1

POÇOS PERFURADOS							
ANO	Nº DO POÇO	PROFUND.	VAZÃO m³/h	VAZÃO ESP. m³/h/m	NE	ND	UNIDADE GEOLÓGICA
1993	03-AP-01-AM	70,56	0,70		53,10	42,15	Formação Juma
	03-AP-02-AM	64,08	0,54		22,90	53,5	Formação Juma
	03-AP-03-AM	84,14	0,30		8,34	69,11	Formação Juma
95/96	* 03-AP-04-AM	104,00	18,00	1,18	36,00	51,22	Formação Juma
	* 03-AP-05-AM	104,50	20,00	0,57	11,00	45,91	Formação Juma
	03-AP-06-AM	98,00	13,2	0,42	27,60	58,72	Formação Juma
	03-AP-07-AM	104,70	5,00	-	-	-	Formação Juma
	03-AP-08-AM	104,00	-	-	-	-	Formação Juma
	* 03-AP-09-AM	63,00	20,30	2,48	21,06	29,23	Formação Juma
	03-AP-10-AM	104,70	19,31	1,46	41,10	54,31	Formação Juma

* Poços funcionando na data do levantamento geofísico, os demais encontram-se parados por problemas com bomba e outros.

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

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 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.
- CAPUTO, M.V., 1994. Stratigraphy, Tectonics, Paleoclimatology and Paleogeography of Northern Basins of Brazil. University of California, Santa Barbara, USA. Tese de Doutorado, 586p.
- CARVALHO, M.S.F. & ANDRADE, A.J. de. 1982. Caracterização litoestratigráfica da bacia de sedimentação do Grupo Benficiente 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, R. J. G. *et al.* 1984. Projeto Estudos dos Garimpos Brasileiros - Área Amazonas; Relatório Anual - 83 - Manaus, CPRM/SUREG-MA.56p.
- DREWS, M.G.P. 1995/96. Prospecção geofísica de aquíferos por eletroresistividade Apuí-AM. Belo Horizonte, CPRM-BH; CPRM/SUREG-BH, 41p.
- 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.
- Frasca A. U., Borges F.R. 2004. Programa Levantamento Geológico Básico do Brasil - PLGB. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN Alta Floresta). Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio, SC.21-Z-A. Brasília: CPRM.
- 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.
- MMA. Secretaria de Coordenação dos Assuntos da Amazônia Legal. Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Amazonas. Zoneamento Ecológico Econômico do Vale do Rio Madeira. Hidroclimatologia, Geologia, Recursos Minerais, Geomorfologia e Unidades de Paisagem. Diagnóstico Preliminar (2º. Versão). Manaus: CPRM/SUREG, 1999. 104p.
- MME. Secretaria de Minas e Metalurgia. Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Amazonas. Zoneamento Ecológico Econômico do Vale do Rio Madeira Áreas de Ação Específica (Apuí e Humaitá);

- Hidroclimatologia, Geologia, Recursos Minerais, Geomorfologia, e Unidades de Paisagens. Manaus: CPRM/SUREG, 1999. 97p.
- ORELLANA, E. 1982. Prospección geoeletrica en corriente continua. Madrid: Paraninfo. 578p.
- REIS N.J., RIKER S.R.L., PINHEIRO S. DA S., NOBRE J.N., CRUZ N. M. DA C., COSTI H.T. 2006. Geologia dos rios Tapajós, Juruena (Barati e são Tomé) e Teles Pires, porção sul do Cratón Amazônico, em área limítrofe dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso. In: A.M.C. Horbe & V.da S. Souza (ed.). Contribuição à Geologia da Amazônia, volume 4, Manaus, SBG/Núcleo Norte, p. 55-68.
- REIS N.J. 2006. *Projeto Rochas Carbonáticas de Apuí – Amazonas*. Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Manaus, 60 p.
- 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. & DREWS, M.G.P. 1995/96. Avaliação do Potencial Hidrogeológico e Perfuração de Poços para Abastecimento de água Potável da cidade de Apuí-AM. Manaus: CPRM/SUREG-MA; 21p.
- VILLAS BÔAS, J.M. & CARVALHO, F.P. de. 1995. Recursos hídricos; qualidade e quantidade. Manaus: FUA. 12p.

ANEXO I

ESTUDO DO MEIO FÍSICO PARA LOCAÇÃO DE ALVOS FAVORÁVEIS À PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES NA CIDADE DE APUÍ - AM



POÇOS PERFURADOS							
ANO	Nº DO POÇO	PROFUND.	VAZÃO	VAZÃO ESP.	NE	ND	UNIDADE GEOLÓGICA
		m	m³/h	m³/h/m			
1993	03-AP-01-AM	70,56	0,70	-	53,10	42,15	Formação Anua
	03-AP-02-AM	64,08	0,54	-	22,90	53,5	Formação Anua
	03-AP-03-AM	84,14	0,30	-	8,34	69,11	Formação Anua
	03-AP-04-AM	104,00	18,00	1,18	36,00	51,22	Formação Anua
	03-AP-05-AM	104,50	20,00	0,57	11,00	45,91	Formação Anua
95/96	03-AP-06-AM	98,00	11,2	0,42	27,60	58,72	Formação Anua
	03-AP-07-AM	104,70	5,00	-	-	-	Formação Anua
	03-AP-08-AM	104,00	-	-	-	-	Formação Anua
	03-AP-09-AM	63,00	29,30	2,48	21,06	29,23	Formação Anua
	03-AP-10-AM	104,70	19,31	1,46	41,10	54,31	Formação Anua

Poços funcionando na data do levantamento geofísico, os demais encontram-se parados por problemas com bomba e outos.

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

CONVÊNIO Nº 003/CPRM/06 - PREFEITURA MUNICIPAL DE APUÍ E CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 Executado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Superintendência Regional de Manaus
 Edição: Alderi J. Oliveira
 Data: Junho de 2006. Manaus - AM
 PROJECÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central 57, acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-69
 Folha: Única
ANEXO I