CPRM
BIBLIOTECA
Rel
2525

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

DIRETORIA DE RECURSOS MINERAIS

GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ
SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA DO NAVIO

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DAS POTENCIALIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE SERRA DO NAVIO E PROJETO DE POÇOS TUBULARES

ph\ 01/2003

Autor: Josafá Ribeiro de Oliveira

DEZEMBRO/96

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL
EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - **PRIMAZ**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

RAIMUNDO MENDES DE BRITO
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
GIOVANNI TONIATTI

GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ

JOÃO ALBERTO CAPIBERIBE
Governador do Estado

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL

JOSÉ RAMALHO DE OLIVEIRA
Secretário de Estado

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA DO NAVIO

JOSÉ MARIA AMARAL LOBATO
Prefeito Municipal

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL
Maria Célia Ferreira Chagas

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CARLOS OITÍ BERBERT
Presidente

IDELMAR DA CUNHA BARBOSA
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

FREDERICO CLÁUDIO PEIXINHO
Chefe do Dep. de Hidrologia

XAFI DA SILVA JORGE JOÃO
Superintendente Regional de Belém

HUMBERTO JOSÉ T. RABELO ALBUQUERQUE
Chefe do DIHEXP

ANTÔNIO DE SOUZA LEAL
Coordenador Nacional de Hidrogeologia

SYLVIO CHRISTINO DA CONCEIÇÃO
GEHITE-BE

Brasil EM AÇÃO

ERIDE
EDITORAÇÃO SUREG-BE

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

EQUIPE TÉCNICA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

COORDENADOR EXECUTIVO: MANOEL DA REDENÇÃO E SILVA

SUPERVISÃO: AGILDO PINA NEVES - Gestão Territorial
ADIB DA CONCEIÇÃO LEAL - Hidrogeologia e Exploração

PARTICIPAÇÃO ESPECIAL: XAFI DA SILVA JORGE JOÃO
PAULO AUGUSTO DA COSTA MARINHO

CHEFE DA ÁREA AMAPÁ: JOSÉ LIMA DA COSTA

EQUIPE EXECUTORA:
JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA - Hidrogeólogo
ESTEFÂNIA MARIA ARAÚJO CARDOSO - Téc. Mineração
ERALDO NEVES PEREIRA GOMES - Téc. Agrícola

EQUIPE DE APOIO: CARLOS A. L. NASCIMENTO JR. - Desenhista
GILMAR DOS SANTOS - Computação Gráfica
LÉA MARIA REBOUÇAS DE PAULA - Bibliotecária

DIGITAÇÃO E EDITORAÇÃO:
TANIA K. A. DE SOUZA - Téc. Proces. Dados

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Serviço Geológico do Brasil

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DAS POTENCIALIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE SERRA DO NAVIO E PROJETO DE POÇOS TUBULARES

Autor: JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA
Hidrogeólogo

Execução:
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

Dezembro/96

APRESENTAÇÃO

O Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia - **PRIMAZ** é, ao mesmo tempo, um instrumento de divulgação e de gestão municipal, destinados a orientar os Planos Diretores Municipais. É uma forma de integração dos dados existentes e levantamentos complementares dos recursos minerais, hídricos e ambientais, relacionando-os às necessidades dos diversos segmentos das áreas sociais, econômicas e de infra-estrutura.

Seu principal objetivo é consolidar as informações geográficas, sociais, econômicas e de infra-estrutura, bem como, resgatar, primordialmente, os dados de: geologia, hidrologia, mineração, hidrogeologia e outros, são parâmetros que devem auxiliar as autoridades municipais e estaduais na elaboração de planos de desenvolvimentos regionais.

A consecução de tal objetivo visa atender aos anseios dos municípios, notadamente no controle e fiscalização dos recursos minerais, regularização das pessoas envolvidas na atividade mineral, determinação das potencialidades minerais, oportunidades em investimentos, formulação de projetos de abastecimento de água e fomento à produção de minerais de emprego imediato na construção civil, bem como de substâncias para corretivo de solo.

No âmbito estadual, o programa conta com a participação conveniada da Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN, enquanto que no âmbito municipal, com as prefeituras onde se desenvolve o programa.

Nesta documentação, são apresentados dados relativos a problemática dos recursos hídricos das zonas periféricas do Município sede de Serra do Navio, consistindo do cadastro de pontos d'água das áreas do Cachaço e Água Branca. A partir dos resultados desse cadastro, caracterizou-se, preliminarmente, a potencialidade hidrogeológica da área, contendo ainda diretrizes de procedimento para projeto de poços tubulares para abastecimento de água subterrânea em terrenos cristalinos.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 1

2 - OBJETIVO 1

3 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO 1

4 - EXECUÇÃO 2

5 - METODOLOGIA 2

6 - DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE SERRA DO NAVIO 2
6.1 - Água Superficial X Subterrânea 3

7.0 - CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA 4
7.1 - Geologia Regional 4
7.2 - Geologia Local 5

8.0 - CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL 5

9.0 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA 6
9.1 - Cadastramento de Poços 6
9.2 - Unidades Aquíferas 6
9.3 - Captação Subterrânea 8

10.0 - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS 8

11.0 - VULNERABILIDADES DAS UNIDADES AQUÍFERAS 9

12.0 - PROPOSTA TÉCNICA 10
12.1 - Projeto para Poços Tubulares 10
12.2 - Demanda D'água 12
12.3 - Números de Poços 12
12.4 - Avaliação Econômica 12
12.4.1 - Cálculo do Fator de Recuperação de Capital do Poço Tubular 14
12.4.2 - Cálculo do Fator de Recuperação das Gerações de Bombas 14
12.4.3 - Cálculo do Fator de Recuperação do Custo de Energia 15
12.4.4 - Cálculo do Fator de Recuperação do Custo de Manutenção 15
12.4.5 - Cálculo do Custo de Produção por m^3 de Água 15

13.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 15

14.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 17

ANEXOS:
- I - Planilhas de Poços Cadastrados
- II - Planta de Situação do Distrito de Água Branca
- III - Resultados de Análises d'água (Análises Físico-Químicas)
- IV - Mapa de Potencial Hidrogeológico e de Cadastramento de Poços da Cidade de Serra do Navio. Escala 1:20.000

1. INTRODUÇÃO

De acordo com entendimentos mantidos entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - através da Superintendência Regional em Belém-SUREG-BE, e a Prefeitura de Serra do Navio, foi proposta a realização de um estudo sobre as Potencialidades Hidrogeológicas das vilas Cachaço e Água Branca, zonas periféricas da Área Urbana do Município de Serra do Navio, com a finalidade de avaliar a possibilidade de captação de água subterrânea, para atendimento do sistema de abastecimento das referidas vilas.

Como é sabido, a cidade de Serra do Navio, com uma população atual da ordem de 2153 habitantes, é deficitária no atendimento de água subterrânea para a sua população e zonas periféricas.

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste plano de trabalho é a formação de um banco de dados, para gestão de águas subterrâneas, que em consonância com o SIAGAS (SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS), de amplitude nacional, visa:

- Cadastrar os poços existentes no município;
- Elaborar diagnósticar os diversos métodos de captação de água subterrânea;
- Orientar a construção de poços tubulares às características dos aqüíferos e às necessidades de consumo atuais e futuras;
- Apresentação de um mapa, caracterizando as potencialidades hidrogeológicas e a localização dos pontos d'água cadastrados;
- Elaborar o esboço geológico da área para fundamentar o zoneamento de vulnerabilidade das unidades aquíferas;
- Coletar, estrategicamente, amostras d'água subterrânea, visando análises físico-químicas para conhecer suas características e orientar suas formas de uso.

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área estudada está localizada no município de Serra do Navio, extremo sudeste do Estado do Amapá, a 200 Km de Macapá, situando-se entre as coordenadas geográficas 51°55'39" e 52°03'37" Wgr e 00°49'56"e 00°57'50" N.

O acesso principal é efetuado a partir de Macapá por via terrestre, através das rodovias BR-156 e BR-210 (Perimetral Norte). Também, a partir de Santana utilizando a Estrada de Ferro do Amapá, que faz o transporte de passageiros e carga.

4. EXECUÇÃO

Os trabalhos de campo tiveram a duração de 15 dias, no período de 20 de novembro a 4 de dezembro/96, os quais foram realizados pelo hidrogeólogo JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA, pela Técnica em Mineração Estefânia Maria Araújo Cardoso e pelo Técnico em Agricultura Eraldo Neves Pereira Gomes, funcionário da Prefeitura de Serra do Navio.

O apoio logístico ficou em parte a cargo da IRDA e da ICOMI, nas pessoas do Engenheiro José Luiz Ortiz Virgulino e do Geólogo Fabiano Laranjeira, respectivamente.

5. METODOLOGIA

Para caracterização das condições hidrogeológicas da área urbana fez-se necessário o levantamento dos pontos d'água existentes, visando, de uma maneira preliminar, a avaliação da geometria dos aqüíferos existentes. As atividades tiveram início com o levantamento e análise bibliográfica, além da interpretação de fotografias aéreas, imagens de satélite e planta baixa da cidade de Serra do Navio, nas escalas de 1:70.000, 1: 100.000 e 1:10.000, respectivamente.

A partir desses dados, confeccionou-se a base cartográfica, onde foram lançadas todas as informações adquiridas na fase de campo e que permitiram a caracterização das unidades hidrogeológicas, com destaque para as profundidades e níveis estáticos dos poços amazonas.

6.- DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA

O abastecimento d'água da cidade de Serra do Navio é realizado diretamente do manancial de superfície (Rio Amapari), sendo que a captação, tratamento, reservação e distribuição são administrados pela ICOMI,em regime de 24:00h.

Vale ressaltar que esses serviços são de alto padrão, pois toda área urbana é dotada de saneamento básico, já que os dejetos de esgotos são submetidos a tratamento. Em suma, o sistema atual apresenta eficiências e atende plenamente a demanda requerida pela cidade. Contudo as zonas periféricas, mais precisamente as áreas circunvizinhas ao igarapé do Cachaço e assentamento de Água Branca, com pequenas concentrações habitacionais, são desprovidas de infra-estrutura de saneamento e desenvolvem atividades

geradoras de resíduos que podem contaminar tanto os mananciais de superfície como os de subsuperfície, principalmente se existirem condições lito-estruturais apropriadas.

As localidades Vila do cachaço (incluindo o ramal e assentamento homônimos) e Água Branca, são abastecidas exclusivamente por poços do tipo amazonas. Há uma exceção: na vila do Cachaço existe um poço tubular raso localizado nas imediações da planície de inundação do rio Amapari.

Finalmente, o Município de Serra do Navio acha-se encravado em terrenos cristalinos, caracterizado como um aquífero do tipo fissural, comumente designado por cristalino. Nessas rochas, as condições de circulação de água são bastantes reduzidas, devido ao baixo índice de espaços intergranulares, sendo que, nesse meio anisotrópico, a água se encontra em espaços representados por fraturas ou fissuras, juntas, falhas, dentre outros.

Há o conceito generalizado de que as rochas cristalinas não se constituem em boas produtoras de água, implica num enfoque bastante simplista para os trabalhos de locação de poços, sem uma análise mais profunda que leve a resultados mais efetivos.

No entanto, o grande problema que se tem aposto ao aproveitamento amplo dos recursos de água subterrânea no Brasil é a falta de conhecimento geológico, com especial destaque quanto ao modo de ocorrência, escoamento, jazimento e qualidades dessas águas. Sendo assim, a captação de água subterrânea é, na maioria dos casos, o meio pelo qual se maximiza o desejado rendimento de um sistema de abastecimento d'água, principalmente, quando não se dispõe de mananciais de superfície.

6.1 - Água Superficial X Água Subterrânea

Várias são as razões que explicam a importância e o papel essencial das águas subterrâneas como fonte de abastecimento, quando comparadas com as águas superficiais. Dentre as principais razões, destacam-se:

- Pelo fato de ocorrerem no subsolo, encontram-se relativamente melhor protegidas contra as fontes potenciais ou efetivas de poluição de origem antrópica.

- As obras de captação têm, em geral, custos relativamente baixos de construção entre dezenas a centenas de milhares de dólares, no caso de a fonte de abastecimento ser um rio; neste caso, os investimentos podem ser realizados por etapas, a medida que crescem as demandas.

- Os prazos necessários para se obter a água subterrânea de uma obra de captação, para atendimento de uma determinada demanda, são da ordem de dezenas de dias, até alguns meses, contra dezenas de meses e até anos para o projeto construção da barragem, sistema de recalque e da respectiva estação de tratamento.

Nessas condições, as águas subterrâneas crescem de importância social e econômica, na medida em que ainda têm como característica fundamental a potabilidade natural, dispensando, em consequência, os custosos processos de tratamento, indispensáveis no caso da utilização de um rio como manancial.

7. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

7.1 - Geologia Regional

Face as características do levantamento desenvolvido no perímetro urbano de Serra do Navio e adjacências, em consonância com os objetivos visados pelo projeto PRIMAZ, a geologia da referida área é enfocada sem a ortodoxia tradicional do tema.

A geologia apresentada no Mapa de Potencialidades Hidrogeológicas (anexo IV) foi compilada a partir dos trabalhos realizados, para a ICOMI, por Nagell (1962), Scarpelli (1983) e do mapa geológico da ICOMI, Laranjeira (1994).

O conjunto litológico que compõe o quadro litoestratigráfico do Município de Serra do Navio, é parte integrante do Craton Amazônico (Almeida et all, 1976). O embasamento da área é composto por rochas granito-gnaissicas pertencentes ao Complexo Guianense, aflorando a leste e oeste de Serra do Navio, representando o contexto mais antigo com sua evolução atribuída do final do Arqueano ao Proterozóico Inferior. Ainda dentro desse posicionamento temos o Grupo Vila Nova onde comparecem as rochas das formações Jornal e Serra do Navio.

A primeira formação é constituída por anfibolitos de cor verde escura, granulação fina e compostos essencialmente de hornblenda, plagioclásio, quartzo e epidoto. Já a Formação Serra do Navio, é uma sequência parametamórfica sobreposta ao pacote de anfibolitos, constituídas essencialmente por xistos aluminosos, lentes de protominério manganesífero e, subordinadamente, por quartzitos. Completando o quadro estratigráfico, têm-se as coberturas lateríticas de idade terciária e aluviões quartenários.

7.2 - Geologia Local

Geologicamente, na área urbana da Serra do Navio no assentamento Água Branca, comparecem rochas de natureza supracrustal, constituídas por metabasalto (anfibolito) e xistos biotíticos, grafitosos e quartzosos. Nas regiões mais acidentadas, a intemperização alcançou profundidades de até 120m (comunicação verbal do geólogo Fabiano Laranjeira). No assentamento Água Branca, ocorre principalmente um quartzo-biotita-xisto, com proeminente foliação e abundantes fraturas rúpteis. Aqui os xistos são de coloração cinza e tons avermelhados ou amarelados, principalmente quando alterados.

Já na Vila do Cachaço domina os biotita-gnaisses, coloração esbranquiçada, granulação média a grossa e com forte foliação milonítica. Nos arredores do ramal do Cachaço (cachoeira em um afluente do igarapé homônimo), esta rocha torna-se um ultra-milonito, evidenciando efeitos de ruptibilidades nesses litótipos. Merecem registros também, apesar de pouca possança, os depósitos aluvionares ao longo do rio Amapari e seus tributários.

8. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Sob o ponto de vista estrutural, as rochas do Complexo Guianense estão direcionadas dominantemente segundo um "trend" NW-SE, com mergulhos variando de 50° a subverticais. Nesse domínio, a tectônica dúctil é pouco evidenciada, em contraste com a rúptil que se faz presente em quase todos os afloramentos visitados. Discretamente, existe falhas direcionadas para NE-SW ou até na mesma direção N-S.

As supracrustais, principalmente na área mineralizada da Serra do Navio, o "trend"de foliação é NW-SE, com mergulhos compreendidos entre 20° e 40°, ora mergulhando para NE ora para SW. A foliação tem um caráter milonítico e ondulado . É frequente nesses terrenos zonas de cisalhamento, resultado de um regime estrutural compressivo em quase toda região de ocorrências das rochas metassedimentares.

Esses litotipos apresentam-se muito dobrados, não havendo um único padrão de dobramento, indo desde dobras simétricas a assimétricas, como também dobras fechadas e abertas. A tectônica rúptil é manifestada através de sistemas de fraturamentos que apresentam direções preferenciais NW-SW, com mergulhos fortes (>60°) e na maioria das vezes preenchidas por quartzo e carbonato.

Dentro dessa temática, é sabido que os planos de foliação, juntas e falhas são descontinuidades frequentes nas formações geológicas, sendo que nas zonas de

cisalhamento são geralmente mais fechadas, em contrapartida às fraturas de tração que, consequentemente, têm pouca magnitude como armazenadores de água subterrânea.

Dentro desse contexto, as estruturas rúpteis, são as mais importantes, pois influenciam, sobremaneira, nas formas de recarga, armazenamento e circulação das águas subterrâneas no cristalino fraturado ou em rochas fissuradas.

9. CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

9.1 - Cadastramento de Poços

Para um melhor entendimento das condições aquíferas da área pesquisada, especialmente as localidades do Cachaço e Água Branca, realizou-se um levantamento dos poços amazonas, levando em conta, sempre que possível, os parâmetros de construção dos mesmos. De posse das características dos poços, preencheu-se as fichas padronizadas, transferindo os dados para uma planilha (conforme anexo I deste relatório).

Foram cadastrados 28 poços amazonas e os únicos 2 poços tubulares, um no Colégio 7 de Setembro da Vila do Cachaço e outro no Colégio Perpétuo Socorro, sendo que este último se encontra desativado por motivo de obstrução da tubulação inadequada. Desse modo, fica difícil caracterizar os parâmetros hidrodinâmicos com um único poço, impossibilitando assim uma melhor definição das potencialidades aquíferas da área estudada.

Lembramos ainda, que o registro dos poços, foi obtida mediante o auxílio de medidor digital (GPS do tipo GARMIN), que fornece o posicionamento em coordenadas UTM ou geográficas, com pequenas margens de erro.

Desse modo, apesar da superficialidade das informações, e com o apoio do conjunto de elementos físicos e geométricos coletados durante os trabalhos de campo, foi possível identificar e caracterizar preliminarmente as condições hidrogeológicas das unidades aquíferas aflorantes ou sub-aflorantes da área trabalhada, que, com certeza, são satisfatórias para pequenas e médias demandas de água subterrânea.

9.2 - Unidades Aquíferas

Os dados hidrogeológicos levantados pela equipe do PRIMAZ na área urbana e adjacências de Serra do Navio, referem-se basicamente aos sistemas aquíferos em meios fraturados e porosidade granular. Dentro desse contexto, a geologia da região é constituída em sua quase totalidade por rochas do Complexo Guianense (granitóides), Grupo Vila Nova

(supracrustais), perfazendo 80% da área, e, secundariamente, pelas coberturas do manto de intemperismo e aluviões ocupando 20%.

Dentro desse contexto, caracterizou-se quatro zonas com potenciais aquíferos na área trabalhada : as aluviões, o manto de intemperismo, as supracrustais do grupo Vila Nova e os granitóides do Complexo Guianense. As duas primeiras zonas aquíferas, são caracterizadas pela porosidade granular e as demais restritas aos meios fraturados.

A primeira zona é constituída pelas camadas aluvionares, são aquíferos de natureza livre e descontínuos e constituídas de argila, areia e cascalhos inconsolidados. Distribuem-se ao longo do Rio Amapari e tributários, com espessuras que podem atingir até 20 metros. Em geral, apresentam boas porosidade e permeabilidade, devido o carácter arenoso dessa estrutura. O aproveitamento dessas reservas pode ser feito através de poços tipo amazonas ou tubulares rasos. São faixas aluvionares com largura de até 400m e de pouca profundidade, consequentemente, susceptível à poluição antrópica, a não ser que haja uma adequada proteção dessas áreas.

A segunda zona, caracterizada pelo manto de intemperismo, é a mais utilizada pelas comunidades locais, principalmente na ausência das faixas aluvionares , onde os poços tipo amazonas, escavados manualmente, atingem profundidades de até 14m nas Vila do Cachaço e Água Branca.

Finalmente, as duas últimas zonas serão abordadas conjuntamente, por tratarem-se de aquíferos fraturados, envolvendo tanto as supracrustais como os granitóides, que, sem sombra de dúvidas, são as de maiores complexidades. Em geral são rochas de potencialidade hidrogeológica fraca, em decorrência de suas baixas porosidades intersticiais, exceto nos casos onde existem condições de fraturas abertas e interligadas hidraulicamente. Como não há disponibilidade de dispomos de poços tubulares no Municipio de Serra do Navio, tornou-se impossível tecer maiores considerações sobre o comportamento hidrogeológico destas unidades.

A guisa de informações complementares e com base na experiência de outras áreas cristalinas no Estado do Pará (Redenção, Rio Maria, Xinguara e Marabá), evidencia-se que os terrenos cristalinos de Serra do Navio não são muitos promissores para explotação de água subterrânea, visando volumes expressivos, sendo, entretanto, suficiente para o abastecimento de pequenas e médias demandas.

9.3 - Captação

Os poços do tipo amazonas exploram geralmente zonas aquíferas dos terraços aluvionares e manto de intemperismo, com profundidade variando de 5,8 a 14 metros.

Ressalte-se que, em locais de topografia positiva (Serra do Navio) o manto intempérico atinge até 120m , sendo que nessa situação é desaconselhável a construção de poços tubulares. Contudo, nas áreas de topografia suavisada, com desníveis da ordem de dezenas de metros e /ou mesmo em topografia negativa, é sugestivo que os poços tubulares, que venham a ser construidos, sejam locados nas imediações das mesmas.

Como a área estudada é intensamente fraturada, é de se esperar que existam condições de armazenamento economicamente aproveitável, principalmente pela contribuição do manto de intemperismo, transferindo água para as zonas fraturadas.

É sabido que as vazões obtidas em áreas do cristalino são muito variáveis, principalmente quando se leva em consideração as profundidades, podendo se obter boas vazões ($10m^3/h$) ou mesmo nula. Assim sendo, a partir de certo limite de profundidade, à medida que se aprofunda os poços, as vazões, na maioria das vezes, vão diminuindo, possivelmente por aúsência ou fechamento de fendas ou fraturas. A experiência mostra que, salvo raras exceções, as profundidades de 30 a 80 metros são as mais promissoras para captação de água subterrânea do cristalino, pois é nessa faixa, possivelmente, que ocorrem as fendas abertas e saturadas.

10. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Das dez amostras analisadas, as cinco primeiras foram coletadas na Vila do Cachaço, no domínio das rochas graníticas, ao passo que as cinco restantes na Vila Água Branca, coletadas no domínio das supracrustais,onde era de se esperar diferenças nítidas entre as mesmas.Contudo a simples observação do quadro abaixo, mostra claramente que todas as amostras analisadas encontram-se dentro dos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde, com exceção da amostra EC-04, que apresentou o teor de turbidez fora dos padrões.

Ressalte-se que essa turbidez é devida ao período de estiagem longa, provocando o abaixamento excessivo do nível estático e, consequentemente, o aumento da turbidez.

Nº DO POÇO	ELEMENTOS													
	pH	Cor mg/l PT	Turbidez mg/l SiO_2	Nitrogênio Amoniacal mg/l N	Nitratos mg/l N	Nitritos mg/l N	Cloretos mg/l Cl	Dureza Total mg/l $CaCO_3$	Cálcio mg/l Ca	Magnésio mg/l Mg	Alcalinidade a Fenolftaleina mg/l $CaCO_3$	Alcalinidade ao Metil-Orange mg/l $CaCO_3$	Ferro Total mg/l Fe	Matéria Orgânica (O_2 consumido) mg/l O_2
EC-03	4,9	5,0	2,9	<0,05	1,0	<0,001	4,0	3,0			0,0	2,0	<0,1	[illegible]
EC-04	4,8	10,0	*8,2	<0,05	1,0	<0,001	4,0	3,0			0,0	3,0	<0,1	[illegible]
EC-06	5,8	<5,0	1,5	0,2	0,25	0,003	27,0	12,0			0,0	12,0	<0,2	[illegible]
EC-07	5,7	5,0	4,6	<0,05	0,04	<0,001	4,0	12,0			0,0	14,0	<0,1	[illegible]
EC-08	5,3	<5,0	1,7	<0,05	0,6	0,003	5,0	6,0			0,0	10,0	<0,2	[illegible]
EC-12	4,5	5,0	1,8	<0,05	0,5	0,001	4,0	1,5			0,0	1,5	<0,1	[illegible]
EC-18	7,6	<5,0	1,7	<0,05	0,02	0,002	5,0	32,0	8,8	2,4	0,0	34,0	<0,2	[illegible]
EC-21	4,8	<5,0	1,0	0,10	0,8	0,003	6,0	4,0			0,0	6,0	<0,2	[illegible]
EC-24	4,8	<5,0	1,4	0,10	1,0	0,002	5,0	4,0			0,0	6,0	<0,2	[illegible]
EC-29	5,0	5,0	3,2	<0,05	0,5	<0,001	5,0	3,0			0,0	4,0	<0,1	[illegible]

11. VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQUÍFERAS

A vulnerabilidade à poluição de um aquífero está intrinsicamente ligada a dois fatores predominantes: hidrogeológicos e antrópicos. O primeiro está relacionado a natureza da rocha, isto é, se o aquífero é livre ou confinado, conexão com as águas superficiais, profundidades do nível d'água, dentre outras. Já o segundo, relaciona-se diretamente com as diversas atividades do homem, tais como a ocupação do solo ocupação urbana, indústrias, etc., que podem influenciar sobremaneira, todos setores e, particularmente, nos recursos hídricos subterrâneos, se medidas protetoras adequadas não forem adotadas.

Aplicando essa noção de vulnerabilidade no perímetro urbano de Serra do Navio, podemos hieraquizarmos os diferentes graus de vulnerabilidade das unidades aquíferas estudadas, contudo, de uma maneira superficial.

A zona de vulnerabilidade mais baixa, corresponde à região onde afloram as rochas do grupo Vila Nova, que em geral, possuem manto de intemperismo acima de 20 metros de espessura.

A zona de vulnerabilidade moderada, corresponde as rochas do Complexo Guianense, na vila Cachaço, com manto de intemperismo em torno de 10 a20 metros de espessura. Em certos pontos, as aluviões recobrem o referido Complexo, podendo assim, refletir um grau de vulnerabilidade mais elevado.

A zona de vulnerabilidade alta está relacionada às aluviões que margeiam o Rio Amapari e seus tributários. Em geral, a permeabilidade e a porosidade dessa estrutura

geológica são altas, além de terem níveis estáticos rasos, favorecendo qualquer migração e chegada de um elemento poluente externo. (Ver Fig. 01)

Este tópico tem a finalidade de despertar o interesse dos gestores municipais, no sentido de proteger as unidades aquíferas portadoras de águas subterrâneas, já que esse recurso é de vital importância para o desenvolvimento da região.

Para um estudo mais aprofundado sobre vulnerabilidade, consultar os trabalhos listados na bibliografia no final deste relatório.

12. PROPOSTA TÉCNICA

12.1 - Projeto para Poços Tubulares

As variáveis envolvidas na construção de poços tubulares são múltiplas, tais como: os tipos de rochas a serem perfurados, complexidade estrutural, materiais utilizados na coluna de revestimento, disponibilidade financeira são variáveis que não permite um padrão único de projeto para a área estudada. Levando em conta essa situação, e do conhecimento do potencial hidrogeológico adquirido durante o cadastramento, propõe-se dois modelos esquemáticos de Projeto de Poço para o Municipio (ver figura 2a e 2b):

- A figura 2a, com perfuração em rochas xistosas duras e fraturadas;

- A figura 2b, com perfuração em rochas friáveis ou alteradas, sobrepostas a rochas duras fraturadas;

As especificações dos diâmetros dos poços serão determinados com base nas evidências geológicas conhecidas. Como por exemplo, para rochas aluvionares e manto de alteração os diâmetros de perfuração ficarão entre 12" e 10" e revestidos com tubos PVC de 8", ao passo que nas rochas duras e fraturadas, com diâmetro de 6" e sem revestimento.

Um poço conforme especificação acima construído com a técnica adequada, o metro linear, custa em torno de US$250.

Lembrando que em terrenos areno-argiloso, o tipo de perfuração a ser utilizado deve ser rotativo, ao passo que nas rochas duras, principalmente, no cristalino, os tipos percussoras ou roto-pneumáticas devem ser preferidos.

Figura I
Vulnerabilidade das unidades aquíferas

12.2 - Demanda de Água

A captação subterrânea tem por fim criar condições para que a água seja retirada do manancial em quantidade suficiente para atender ao consumo, de forma mais racional e econômica. Faz-se necessário o conhecimento da vazão desejada, que, por sua vez, é função do consumo previsto.

A demanda prevista para o atual contingente da sede municipal é função do número de habitantes e consumo médio diário de água por pessoa.

De acordo com os padrões de consumo estabelecidos pela ABNT (200 litros/dia per capita) para cidade acima de 100.000 habitantes. Vale ressaltar que para áreas urbanas com menos de 20.000 habitantes, o consumo poderá ser de 100 litro/dia "per capita" , como é o nosso caso. Assim sendo para uma população de 5.000 habitantes, o consumo atinge 500.000 litro/dia ou 500 m^3/dia.

12.3. Número de Poços (área urbana)

Para um regime de bombeamento de 20h/dia cada poço produzirá 60m^3/dia (3m^3/h x 20h/dia).

Deste modo, poderá ser determinado o número de poços a ser perfurado, dividindo-se a demanda total prevista pela produção diária de cada poço, que para a vazão estabelecida será de 8 poços.

Dependendo das vazões obtidas nos poços e do condicionamento hidrodinâmicos dos mesmos, poder-se-á diminuir ou aumentar o número de poços a ser perfurado. Assim sendo, é aconselhável perfurar os poços em duas etapas de 4 poços, e avaliar a necessidade de consumo para a área.

12.4. Avaliação Econômica

Para a determinação da avaliação econômica de uma alternativa, tornou-se necessário considerar alguns conceitos de matemática financeira, os quais têm aplicabilidade quer em grandes ou em pequenos projetos, a exemplo da construção de um poço.

A fim de possibilitar a obtenção dos dados para o projeto, procedeu-se a um levantamento dos principais fatores que interferem no custo da captação subterrânea (custo do poço, equipamentos, consumo de energia, etc).

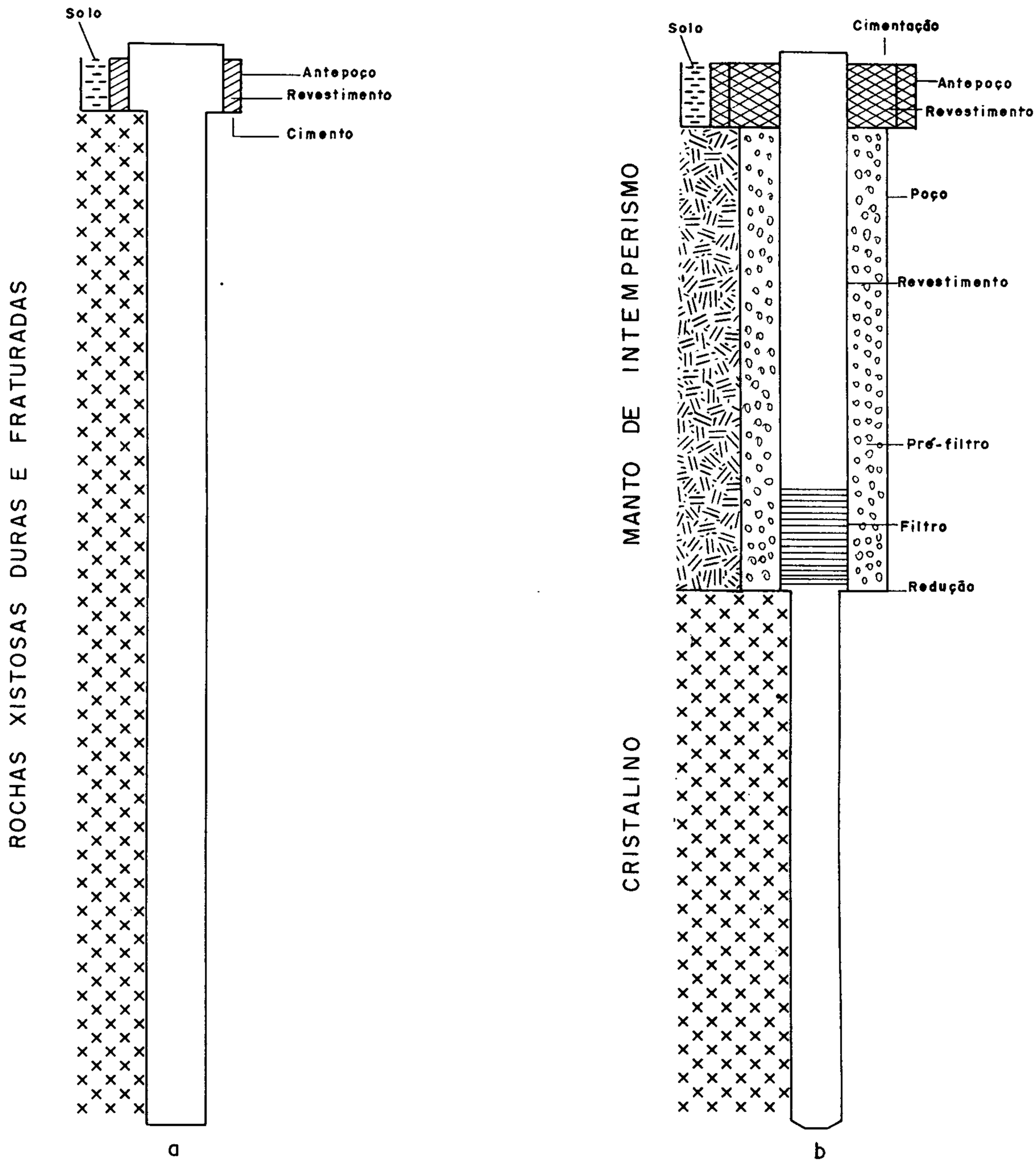


Figura 2

a) Projeto esquemático de poço para perfuração em rochas xistosas duras e fraturadas.

b) Projeto esquemático de poço para perfuração em rochas alteradas sobrepostas ao cristalino.

De posse do custo do poço (estimado em R$25.000), do preço da bomba submersa (estimado em R$5.000), da vida útil do poço 30 anos e da bomba 10 anos com regime de bombeamento 20 h/d, considerando, ainda, a taxa de manutenção 10% do valor do poço e o custo de energia P (KW) = 15 Q.H. (para bomba submersa), poder-se-á calcular o Fator de Recuperação do capital investido.

Para uma projeção de um poço (Rochas cristalinas) de 100 metros, elegeu-se uma câmara de bombeamento de 6", onde será extraída uma vazão de 5,0m^3/h. Com base nesses parâmetros pode-se calcular o custo de produção do m^3 de água, o qual ficou em R$ 0,56/m^3.

Com base no valor de custo do metro cúbico da água bombeada, pode-se determinar os custos relativos ao consumo mensal ou anual (demanda x custos), e assim, poder-se-á calcular em quanto tempo, todo o capital investido será reposto.

12.4.1 - Cálculo do Fator de Recuperação de Capital do Poço Tubular

P = R$ 25.000 n = 30 anos (vida útil do poço) i = 12%

$$Ap = \frac{P.i\,(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{25.000 \text{ x } 0,12 \text{ x } (1+0,12)^{30}}{(1+0,12)^{30} - 1}$$

$$Ap = \frac{3000 \text{ x } (1,12)^{30}}{(1,12)^{30} - 1} = \frac{3000 \text{ x } 29,95}{28,95} = \text{R\$}3.103,62$$

12.4.2 - Cálculo do Fator de Recuperação das Gerações de Bombas:

Ab1 = R$ 5.000,00

$$Ab2 = \frac{F}{(1+i)^n} = \frac{5.000}{(1+0,12)^{20}} = \frac{5.000}{9,64} = \text{R\$}518,67$$

$$Ab3 = \frac{5.000}{(1+0,12)^{30}} = \frac{5.000}{1,12^{30}} = \frac{5.000}{29,95} = \text{R\$}167,00$$

Sb = 5.000,00 + 518,00 + 167,00 = R$ 5.685,00

$$Ab = \frac{5.685,00 \text{ x } 0,12 \text{ x } (1,12)^{30}}{(1,12)^{30} - 1} = \frac{682,00 \text{ x } 29,95}{28,95}$$

Ab = R$ 706,00

12.4.3 - Cálculo do Fator de Recuperação do Custo de Energia (P = 15 x Q. H)

$Q = 5{,}0\ m^3/h = 1{,}388 \times 10^{-3}\ m^3/s$ H = 80 m (Altura manométrica)

P=15 x Q X H (KW)

$P1h = 15 \times 1{,}38 \times 10^{-3} \times 80 = 16{,}56$ (Potência de energia consumida em uma hora de bombeamento).

P 20 h = 16,56 x 20 = 331,2 Kw (Potência de Energia consumida em 20 horas de bombeamento)

Ae = 331,2 x 0,1169 (Tarifa de energia) x 365 dias = R$14.131,80

12.4.4 - Cálculo do Fator de Recuperação do Custo de Manutenção

AM = 10% P = 0,10 x 25.000,00 = R$2.500,00

12.4.5 Cálculo do Custo de Produção por m^3 de Água: CP

Vazão (anual) = Q x h = 5,0 m^3 / h x 7300 h = R$ 365.00 m^3

$$CP = \frac{Ap + Ab + Ae + Am}{\text{Volume anual}} = \frac{3.103{,}62 + 706{,}00 + 14.131{,}8 + 2.500{,}00}{36.500}$$

$$CP = \frac{20.441{,}42}{36.500} = 0{,}56 / m^3$$

13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As informações aqui transmitidas, têm caráter preliminar, dando idéias muito discretas sobre o estado de exploração dos recursos hídricos subterrâneos, servindo, portanto, como ponto de partida para trabalhos futuros. Nesta fase, foram cadastrados 30 pontos d'água. Certamente, muitos poços amazonas seriam ainda detectados em um trabalho de censo, casa a casa, mas que foge aos objetivos aqui encomendados.

A luz dos resultados alcançados pode se eleger as duas primeiras zonas aquíferas (aluvião/ manto de intemperismo), como as mais significativas, pois, com base nos poços inventariados, quase toda população (Cachaço e Água Branca), explora esses aquíferos. Essas zonas possibilitam transferência para o meio fissural (supracrustais e granitóides), aumentando assim as potencialidades aquíferas nas áreas do embasamento.

Os objetivos para os quais foi concebida a realização deste projeto foram em parte alcançados, com destaque para a problemática do abastecimento da água para a população, projeto de poço tecnicamente adequado às características hidrogeológicas da área, análise química e caracterização das unidades aquíferas potenciais a fim de que se possa maximinizar o aproveitamento técnico-econômico dos poços que doravante vierem a ser construidos na área.

Os dados geológicos e hidrogeológicos disponíveis estão sintetizados em um mapa, na escala 1/20.000, para dar melhor visão de conjunto, e, assim, caracterizando a geometria e as litologias dos sistemas hídricos subterrâneos.

Apesar dessa base geológica estar consubstanciada em dados reais, a mesma poderá, eventualmente, ser enriquecida com o auxílio da investigação geofísica (eletro-resistividade), a fim de determinar, com segurança, as espessuras do manto de intemperismo e as zonas menos resistivas ou fraturas em profundidades.

A necessidade da realização de análises físico-químicas reveste-se de importância capital, não apenas como ferramenta auxiliar para uma maior compreensão dos mecanismos de recarga e descarga dos sistemas aquíferos, mas também para a determinação das características qualitativas da água armazenada.

Para os poços escavados devem ser enfocadas atenções especiais, por serem os mesmos utilizados, em larga escala, pela comunidade, pois uma boa parte da população do Município de Serra do Navio não dispõe de esgoto sanitário e os poços têm uma relação promíscua com as fossas biológicas. Os dejetos das mesmas, com o passar do tempo, se infiltram e atingem o lençol freático, contaminando assim, as águas dos poços. Há necessidade de se fazer um estudo de vulnerabilidade mais consubstanciado dos aquíferos, principalmente os de natureza livre.

Face a inexistência de estudos hidrogeológicos específicos na região de Serra do Navio, recomenda-se a realização dos mesmos, com o propósito de subsidiar o desenvolvimento da explotação dos recursos hídricos de origem subterrânea, principalmente no cristalino.

Ampliar a rede de distribuição de água, monitorando periodicamente, em locais estratégicos da rede de distribuição, a qualidade da água.

A fim de subsidiar os bancos de dados que vierem a ser formados no país, a Prefeitura de Serra do Navio poderá determinar um controle, com a criação de uma Lei

Municipal, para que todo poço construído seja catalogado e repassado aos órgãos e empresas ligados à água subterrânea.

Finalmente, este tema aborda, pela primeira vez, uma proposta técnica, com projeto de poços tubulares que servirá de orientação para o gestor municipal no ordenamento da política de água subterrânea no Município de Serra do Navio.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, E.J. de S. - Estudo Preliminar sobre as Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Conceição do Araguaia - Projeto Informações Hidrogeológicas - Convênio CPRM/COSANPA, Belém, 1994 (Inédito).

FOSTER, S.S.D., et al. - Riscos de Poluição de Águas Subterrâneas: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas: 5, 1988, São Paulo. ANAIS - São Paulo: ABAS, 1988, 279 p. Il. P 175/185.

LARANJEIRA, F. - Mapa Geológico do Distrito Manganesífero da Serra do Navio. ICOMI/1994.

LEAL, O. - VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS da Região Metropolitana do Recife. CPRM/FIDEM, RECIFE, 1994. 24p. Il. (SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS, 2).

NAGEL, R.H. - Geologia do Distrito Manganesífero da Serra do Navio. ICOMI/1962.

OLIVEIRA, J.R. - Estudo Preliminar sobre as Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Rio Maria - Sudeste do Estado do Pará - Convênio CPRM/COSANPA, Belém, 1994. (Inédito).

OLIVEIRA, J.R. - Estudo Preliminar sobre as Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Xinguara - Sudeste do Estado do Pará - Convênio CPRM/COSANPA, Belém, 1994. (Inédito).

OLIVEIRA, J.R. - Estudo Preliminar sobre as Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Itaituba com Proposta Técnica para Perfuração de Poços Tubulares Profundos para Abastecimento de Água Subterrânea - Sudoeste do Estado do Pará. CPRM/PRIMAZ, Belém, 1996 (inédito).

OLIVEIRA, J.R. - Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Santarém, com Proposta Técnica para Projeto de Poços Tubulares Profundos para Captação de Água Subterrânea - Sudoeste do Estado do Pará. CPRM/PRIMAZ, Belém, 1996 (inédito).

OLIVEIRA, J.R. et al - Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Marabá, com proposta técnica para perfuração de poços tubulares profundos para Abastecimento de Água Subterrânea - Sudeste do Estado do Pará CPRM/PRIMAZ, Belém, 96 inédito.

SCARPELLI,W. - Geologia do Distrito Manganesífero da Serra do Navio. ICOMI/1963.

Notas de aulas do Módulo de Gestão de Aquíferos do Curso de Especialização em Água Subterrânea, UFPa/Belém/1995. Ministrado pelo Hidrogeólogo Aldo da C. Rebouças.

ANEXO I

PLANILHA DE POÇOS CADASTRADOS

PLANILHA DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO **MUNICÍPIO: Serra do Navio** **ESTADO: Amapá**

Sigla do Poço	Tipo de Poço	LOCALIZAÇÃO				Ano de Construção	Empresa Construtora	CARACTERISTICAS DO POÇO									EQUIPAMENTO		AQUIFERO		Uso da Água
				Coordenadas							Revestimento										
		Local	Proprietário	Longitude	Latitude			Ø da boca (pol)	Profundidade (m)	Profundidade NE (m)	Ø (pol)	Tipo	Profundidade ND (m)	Rebaixamento (m)	Vazão (m^3/h)	Vazão Específica ($m^3/h/m$)	Unidade Bombeamento	Reservatório (m^3)	Tipo	Litologia	
EC-01	E	Amapari	Cândido M	0096299	387866	1996	Particular	48	4,20	3,50									U	gnaisse	H
EC-02	E	Cachaço	Josias S.	0095930	388144	1996	Particular	50	3,75	3,50									U	gnaisse	H
EC-03	E	Cachaço	João A.	0095961	388237	1993	Particular	44	5,75	4,55									U	gnaisse	H
EC-04	E	Cachaço	Daniel L.	0096698	387001		Particular	20	6,45	6,30									U	gnaisse	H
EC-05	E	Cachaço	Raimundo	0097558	387372		Particular	40	3,53	2,86									U	gnaisse	H
EC-06	E	Cachaço	Arão A.C.	0097435	387403	1992	Particular	40	3,25	2,80							BS	1,00	U	gnaisse	H
EC-07	T/M	Cachaço	E. 7 de Set	0097558	387032		Particular		14,00	2,35	6	tubo PVC	6,00	3,65	4,00	1,09	BC	4,00	U	gnaisse	H
EC-08	E	Cachaço	Amarildo	0097466	386816	1996	Particular	38	5,82	5,25									U	gnaisse	H
EC-09	E	Cachaço	p. médico	0097537	386763	1995	Particular	40	5,60	5,40								2,00	U	gnaisse	H
EC-10	E	Cachaço	Josias B.	0098028	386621		Particular	62	7,00	6,10									U	gnaisse	H
EC-11	T/M	P. Socorro	E. P.S.	0106279	389106		Particular		6,30		6	tubo PVC							U	xisto	H
EC-12	E	Água Bran.	Ivanildes	0103613	389266	1996	Particular	44	8,50	7,40									U	xisto	H
EC-13	E	Água Bran.	M. Almeida	0103675	389296	1996	Particular	48	9,10	8,60							BS		U	xisto	H
EC-14	E	Água Bran.	Deusa N.	0103721	389364	1996	Particular	40	12,10	11,82									U	xisto	H
EC-15	E	Água Bran.	Comunid.	0103779	389192		Particular	40	7,50	6,40									U	xisto	H
EC-16	E	Água Bran.	centro c.	0103727	389145		Particular	62	7,98	6,75									U	xisto	H
EC-17	E	Água Bran.	Antônio	0103739	389062		Particular	40	6,95	6,50							BC	0,50	U	xisto	H
EC-18	E	Água Bran.	Posto de S	0103837	389130	1993	Particular	44	7,45	6,15							BI	1,00	U	xisto	H
EC-19	E	Água Bran.	Posto Pol.	0103887	389173		Particular	54	6,90	6,50							BS	2,00	U	xisto	H
EC-20	E	Água Bran.	Vânia S.	0103853	389284	1995	Particular	36	8,00	7,57							BS		U	xisto	H
EC-21	E	Água Bran.	M. Soares	0103804	389337	1996	Particular	40	9,45	9,15									U	xisto	H
EC-22	E	Água Bran.	José de B.	0103853	389290	1996	Particular	48	12,00										U	xisto	H
EC-23	E	Água Bran.	Eupídio R.	0103914	389337		Particular	40	5,00	4,65									U	xisto	H
EC-24	E	Água Bran.	Teodoro G	0103911	389454	1994	Particular	36	6,55	6,30									U	xisto	H
EC-25	E	Água Bran.	Sebastião	0103936	389365		Particular	46	7,25	6,50									U	xisto	H
EC-26	E	Água Bran.	Sebastião	0103837	389225	1996	Particular	50	6,75	6,65									U	xisto	H
EC-27	E	Água Bran.	Antônio O.	0103847	389213	1996	Particular	40	7,90	7,55									U	xisto	H
EC-28	E	Água Bran.	Valdete V.	0103883	389154	1996	Particular	36	8,70	8,25									U	xisto	H
EC-29	E	Água Bran.	José Cast.	0103893	389117	1995	Particular	40	9,50	8,70									U	xisto	H
EC-30	E	Água Bran.	E.E.C.A.B.	0103933	389065		Particular	48	14,00	13,30											

CONVENÇÕES: Unidade de Bombeamento: BS= Bomba Submersa, BI= Bomba Injetora, CO= Compressor, BM = Bomba Manual e BC = Bomba Centrífuga
Tipo de Aquífero: L= Livre, Co= Confinado, e Semi Co= Semi Confinado
Litologia do Aquífero: xisto e gnaisse

Uso da Água: H= Consumo Humano e F= Abastecimento Industrial
Tipo de Poço: T= Tubular perfurado à máquina, T/M= Tubular perfurado manualmente e E= Escavado
(*) Poço Tubular Abandonado e Poço Escavado Abandonado

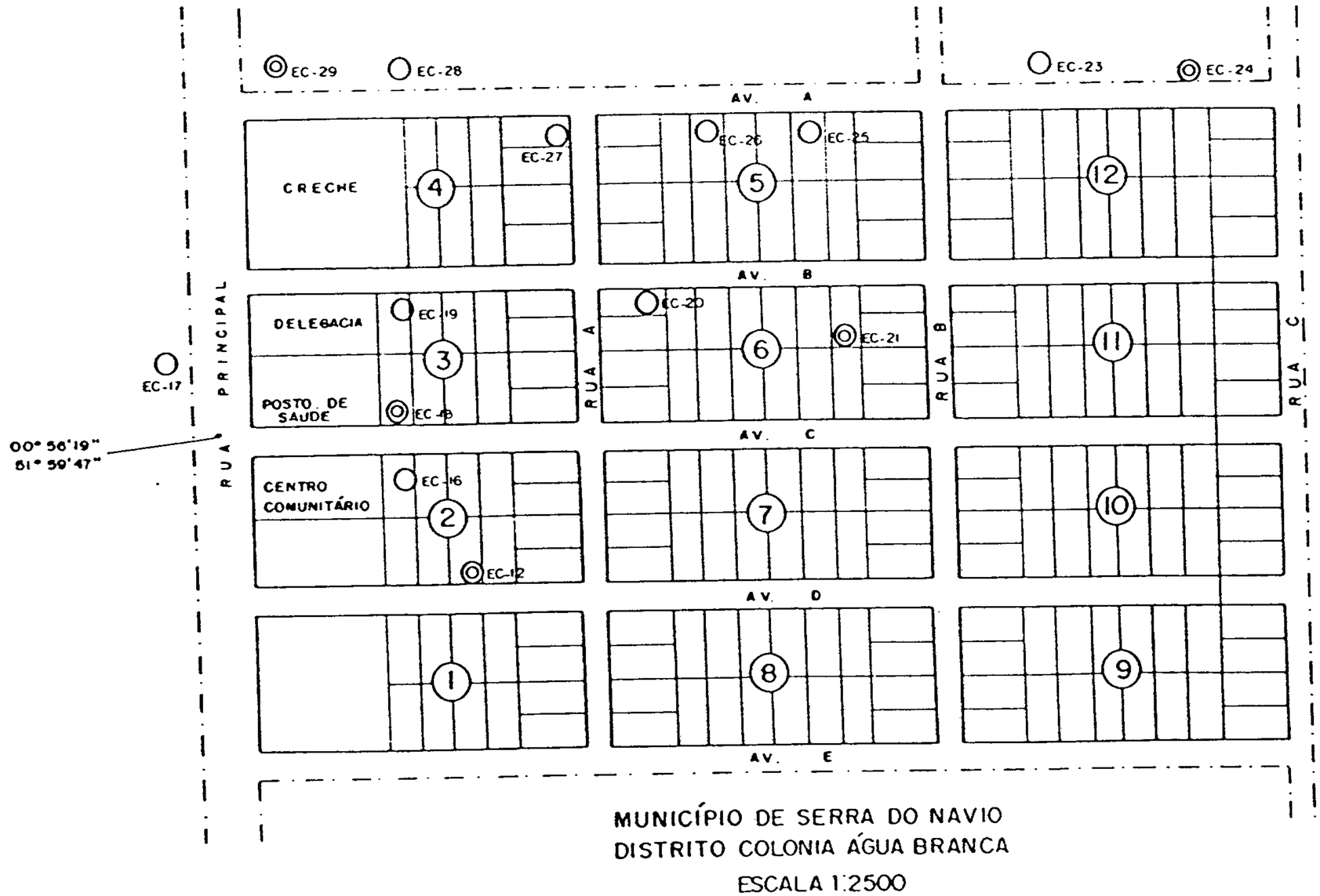
DATA: Dez/96

OBSERVAÇÕES: Os poços amazonas foram escavados no manto de alteração do embasamento.

ANEXO II

PLANTA DE SITUAÇÃO DO DISTRITO DE ÁGUA BRANCA

PLANTA DE SITUAÇÃO



ANEXO II

○ Poço Amazonas

◎ Poço Amazonas com análise

ANEXO III

RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 695/96

Local da Coleta: COMUNIDADE DO CACHAÇO S/Nº

Solicitado por: CPRM -SIAS-PRIMAZ

Procedência: SERRA DO NAVIO

Hora/Data da Coleta: 09:20, 05/12/96

Coletor: Estefânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: não

Temp. da Amostra: --

Hora/Data do Exame: 16:15, 09/12/96

Laboratorista: José Maria P. da Silva

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	turvo
pH:	4,8
Cor mg/1 Pt.:	10,0
* Turbidez mg/1 SiO2:	* 8,2 *
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	1,0
Nitritos mg/1 N:	Menos de 0,001
Cloretos mg/1 Cl:	4,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	3,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	3,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,1
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,9
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada apresentou o teor de Turbidez fora dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: EC: 04 - PôçoAmazonas
Proprietário: Daniel A. Yemos.

Técnico Responsável

Quím. Aníbal Aguiar Agostinho
ODOQ - Chefe do Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODOQ

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 694/96

Local da Coleta: COMUNIDADE DO CACHAÇO S/Nº

Solicitado por: CERM -SIAS-PRIMAZ

Procedência: SERRA DO NAVIO

Hora/Data da Coleta: 09:00, 05/12/96

Coletor: Esterânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: Não

Temp. da Amostra: --

Hora/Data do Exame: 16:00, 09/12/96

Laboratorista: José Maria P. da Silva

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	4,9
Cor mg/1 Pt.:	5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	2,9
Nitrogénio Amoniacal mg/1 N:	Menos do 0,05
Nitratos mg/1 N	1,0
Nitritos mg/1 N:	Menos de 0,001
Cloretos mg/1 Cl:	4,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	3,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	2,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos ao 0,1
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigénio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigénio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: EC - 03 - Pôço Amazonas.
Josefa da Silva Acácio

Técnico Responsável

Quím. Aníbal Adrual Angelim
ODOQ - Chefe do Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 696/96

Local da Coleta: ESCOLA DE 1º GRAU 7 DE SETEMBRO - VILA DO CACHAÇO

Solicitado por: CPRM -SIAS - PRDMAZ

Procedência: SERRA DO NAVIC

Hora/Data da Coleta: 09:35, 05/12/96

Coletor: Estefânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: Não

Temp. da Amostra: --

Hora/Data do Exame: 16:30, 09/12/96

Laboratorista: José Maria P. da Silva

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	5,7
Cor mg/1 Pt.:	5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	4,6
Nitrogénio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	0,04
Nitritos mg/1 N:	Menos de 0,001
Cloretos mg/1 Cl:	4,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	12,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	14,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,1
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigénio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigénio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: EC: 07 - Pôço Tubular.

Técnico Responsável

Quím. Anibal Fernandes Tavares
ODOQ - Chefe do Núcleo de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 694/96

Local da Coleta: CPRM - EC: 06 - ARÃO ALVES CORRÊA , VILA DO CACHAÇO Nº 37 POSTO DE TEREZINHA

Solicitado por: CPRM

Procedência: SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Hora/Data da Coleta: 09:40, 05.12.96

Coletor: Estefânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: -

Temp. da Amostra: -

Hora/Data do Exame: 14:00, 19/12/96

Laboratorista: Beethoven Fernandes

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	5,8
Cor mg/1 Pt.:	Menos de 5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,5
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	0,2
Nitratos mg/1 N	0,25
Nitritos mg/1 N:	0,003
Cloretos mg/1 Cl:	27,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	12,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	12,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,2
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: Amostra procedente do Poço Amazonas.

Técnico Responsável

Quím Aníbal Azevedo Agrado
UDOQ - Chefe de Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 697/96

Local da Coleta: COLÔNIA DE ÁGUA BRANCA

Solicitado por: CPRM -PRIMAZ-SIAS

Procedência: SERRA DO NAVIO

Hora/Data da Coleta: 10:45, 05/12/96

Coletor: Estofânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: não

Temp. da Amostra: --

Hora/Data do Exame: 16:45, 09/12/96

Laboratorista: José Maria P. da Silva

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	4,5
Cor mg/1 Pt.:	5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,8
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	0,5
Nitritos mg/1 N:	Menos de 0,001
Cloretos mg/1 Cl:	4,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	1,5
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	1,5
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,1
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,7
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: EC- 12 - POÇO AMAZONAS

Ivanildes Azevedo Ferreira

Técnico Responsável

Engº Aníbal Pereira Mercado
ODOQ - Chefe da Seção de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 695/96

Local da Coleta: EC. 08 FRANCISCO AMARILDO - LOTEAMENTO DO CACHAÇO

Solicitado por: CPRM

Procedência: SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Hora/Data da Coleta: 09:27 , 05/12/96

Coletor: Esterânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: -

Temp. da Amostra: -

Hora/Data do Exame: 14:10, 19/12/96

Laboratorista: Beethoven Fernandes

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	5,3
Cor mg/1 Pt.:	Menos de 5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,7
Nitrogénio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	0,6
Nitritos mg/1 N:	0,003
Cloretos mg/1 Cl:	5,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	6,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	10,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,2
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigénio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigénio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: Amostra procedente do Poço Amazônas

Técnico Responsável

Quím. Aníbal Aguiar Agrado
ODOQ - Chefe de Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 697/96

Local da Coleta: EC - 21, MARIA SOARES DA SILVA

Solicitado por: CPRM

Procedência: SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Hora/Data da Coleta: 10:57, 05/12/96

Coletor: Esterânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: -

Temp. da Amostra: -

Hora/Data do Exame: 15:00, 19/12/96

Laboratorista: Beethoven Fernandes

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	4,8
Cor mg/1 Pt.:	Menos de 5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,0
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	0,10
Nitratos mg/1 N	0,8
Nitritos mg/1 N:	0,003
Cloretos mg/1 Cl:	6,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	4,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	6,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,2
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,6
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: Amostra procedente do Pôço Amazônas.

Técnico Responsável

Quím. Ambal [illegible] Aprovado
UDOQ - Chefe de Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 696/96

Local da Coleta: EC. 18 - POSTO DE SAÚDE DE ÁGUA BRANCA -RUA PRINCIPAL Nº 860

Solicitado por: CPRM

Procedência: SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Hora/Data da Coleta: 11:20, 05/12/96

Coletor: Esterânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: --

Temp. da Amostra: -

Hora/Data do Exame: 14:30, 19/12/96

Laboratorista: Beethoven Fernandes

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	7,6
Cor mg/1 Pt.:	Menos de 5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,7
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	0,02
Nitritos mg/1 N:	0,002
Cloretos mg/1 Cl:	5,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	32,0
Cálcio mg/1 Ca:	8,8
Magnésio mg/1 Mg:	2,4
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	34,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,2
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: Amostra procedente do Pôço Amazônas.

Técnico Responsável

Quím. Aníbal Azevedo Agrado
ODCQ. Chefe de Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 698/96

Local da Coleta: RUA AIRTON SENNA Nº 900

Solicitado por: CPRM -SIAS-PRIMAZ Procedência: SERRA DO NAVIO

Hora/Data da Coleta: 11:13 ; 05/12/96 Coletor: Esterânia Cardoso

Chuva no dia da Coleta: Não Temp. da Amostra: --

Hora/Data do Exame: 17:00, 09/12/96 Laboratorista: José Maria P. da Silva

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	5,0
Cor mg/1 Pt.:	5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	3,2
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	Menos de 0,05
Nitratos mg/1 N	0,5
Nitritos mg/1 N:	Menos de 0,001
Cloretos mg/1 Cl:	5,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	3,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	4,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,1
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,8
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: EC - 29 - Tipo Amazonas
José S. Castor.

Técnico Responsável

Quím. Aníbal [illegible]
ODOQ - Chefe do Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ

DIVISÃO DE CONTROLE SANITÁRIO

COSANPA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 698/96

Local da Coleta: EC - 24 - TEODORO CARDOSO GOMES

Procedência: SERRA DO NAVIO (AMAPÁ)

Solicitado por: CPRM

Coletor: Estefânia Cardoso

Hora/Data da Coleta: 11:05, 05/12/96

Temp. da Amostra: -

Chuva no dia da Coleta: -

Laboratorista: Beethoven Fernandes.

Hora/Data do Exame: 16:00, 19/12/96

Odor à Frio:	Nenhum
Odor à Quente:	"
Aspecto:	Bom
pH:	4,8
Cor mg/1 Pt.:	Menos de 5,0
Turbidez mg/1 SiO2:	1,4
Nitrogênio Amoniacal mg/1 N:	0,10
Nitratos mg/1 N	1,0
Nitritos mg/1 N:	0,002
Cloretos mg/1 Cl:	5,0
Dureza Total mg/1 CaCo3:	4,0
Cálcio mg/1 Ca:	-
Magnésio mg/1 Mg:	-
Alcalinidade a Fenolftaleina mg/1 CaCO3:	0,0
Alcalinidade ao Metil Orange mg/1 CaCO3:	6,0
Ferro Total mg/1 Fé:	Menos de 0,2
Matéria Orgânica (02 Consumido) mg/1 02:	0,6
Oxigênio Dissolvido mg/1 02:	
Demanda Bioquímica do Oxigênio mg/1 02 (B.O.D.):	
Bióxido de Carbono Total mg/1 CO2:	
Bióxido de Carbono Livre mg/1 CO2:	
Sulfato mg/1 SO4:	
Sílica mg/1 SiO2:	
Resíduo Total mg/1:	
Resíduo Fixo mg/1:	
Resíduo Volátil mg/1:	
Matéria Dissolvida mg/1:	
Matéria em Suspensão mg/1:	
Cloro Residual mg/1:	

LAUDO: A amostra examinada encontra-se dentro dos Padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde.

OBSERVAÇÃO: Amostra procedente do Pôço Amazônas.

Técnico Responsável

Quím. Aníbal Eduardo Araújo
UDQQ - Chefe de Controle de Qualidade

VISTO:
Químico Chefe da ODPC-CS

ANEXO IV

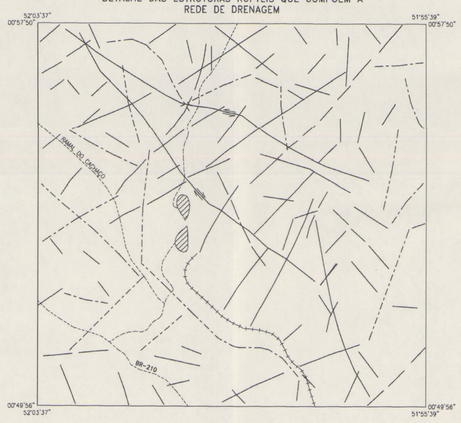
MAPA PRELIMINAR DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO E CADASTRAMENTO DE POÇOS DO MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO

ESCALA - 1:20.000

MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO

MAPA PRELIMINAR DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO

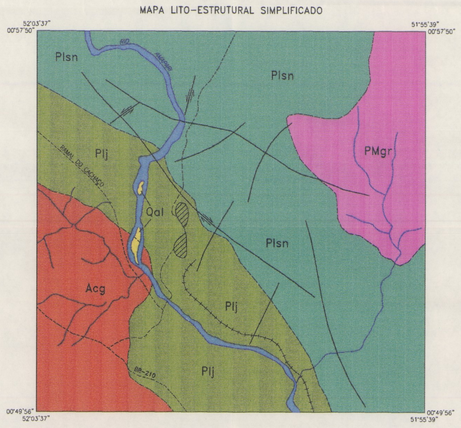
DETALHE DAS ESTRUTURAS RÚPTEIS QUE COMPÕEM A REDE DE DRENAGEM



ESCALA 1:100.000

0 1 2 3 4Km

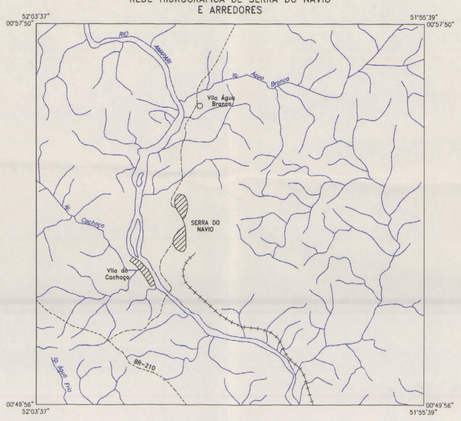
MAPA LITO-ESTRUTURAL SIMPLIFICADO



ESCALA 1:100.000

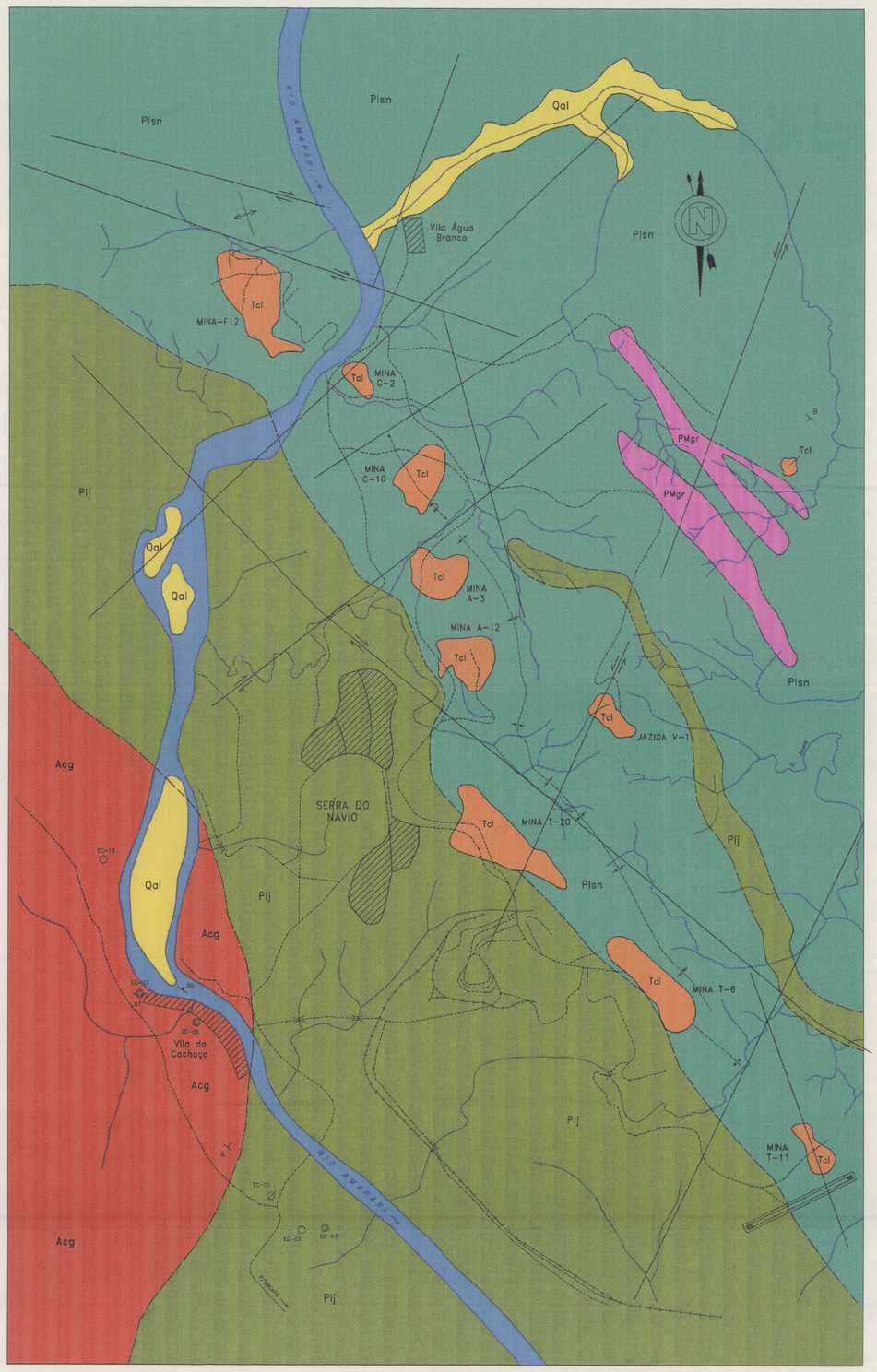
0 1 2 3 4Km

REDE HIDROGRÁFICA DE SERRA DO NAVIO E ARREDORES



ESCALA 1:100.000

0 1 2 3 4Km



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

GRUPO VILA NOVA

Qal — ALUVIÕES
Sedimentos inconsolidados, formados por cascalhos, areias, argilas e siltes.

Tcl — COBERTURAS DETRÍTICO LATERÍTICAS
Contituídos por minério de manganês, a partir do protominério gondítico, durante a laterização

PMgr — GRANITO INTRUSIVO SINTECTÔNICO
Granitos anorogênicos, de composição variando de granítica a sienograníticas.

Plsn — FORMAÇÃO SERRA DO NAVIO
Constituída predominantemente por xistos aluminosos (cummingtonita–biotita xisto, granada–quartzito e quartzo–biotita–granada xisto) e lentes de protominério manganesífero, grafitoso, biotítica e quartzoso.

Plj — FORMAÇÃO JORNAL
Caracteriza–se por um espesso pacote ortometamórfico de anfibolito, composto essencialmente de plagioclásio e hornblenda, e secundariamente quartzo e epídoto.

Acg — COMPLEXO GUIANENSE
Composto por rochas granito–gnaíssicas e migmatíticas de composição granodioríticas e variações sieno a monzograníticas.

CONVENÇÕES GEOGRÁFICAS

- Drenagem principal
- Estrada pavimentada com tráfego permanente
- Estrada de ferro
- Perímetro urbano
- Povoado
- Aeroporto
- Drenagem secundária
- Estrada carroçável

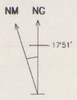
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico aproximado
- Contato geológico definido
- Fratura ou falhas indiscriminadas
- Fratura com potencial aquífero
- Foliação com mergulho de valor medido
- Eixo de dobra recumbente
- Eixo de sinclinal
- Eixo de anticlinal
- Eixo de sinclinal inferido
- Eixo de anticlinal inferido
- Mina e jazida

CONVENÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

- Poço amazonas
- Poço amazonas seco
- Poço tubular
- Poço tubular com análise físico–química
- Poço amazonas com análise físico–química

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1997



Usar, exclusivamente, os dados numéricos

Base cartográfica compilada a partir das folhas planimétricas NA.22–Y–D–I e II, IBGE – 1976, e do mapa geológico Distrito Serra do Navio elaborado pela ICOMI em 1994 nas escalas de 1:100.000 e 1:10.000, respectivamente.

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO

SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA ESQUEMÁTICA SEM ESCALA

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA – PRIMAZ
MAPA PRELIMINAR DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO E CADASTRAMENTO DE POÇOS DO MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO

ESCALA 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m

1997

O Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia–PRIMAZ vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais–CPRM, em Municípios dos Estados do Pará, Amapá e Rondônia.
Este Programa tem como Coordenador executivo o geólogo Manoel da Redenção e Silva, Supervisor GATE o geólogo Agildo Pina Neves e Chefe da frente Amapá o geólogo José Lima da Costa.
Os trabalhos de campo, nos arredores do perímetro urbano de Serra do Navio ficaram a cargo do geólogo Josafá Ribeiro de Oliveira e da Técnica em Mineração Estefânia Maria A. Cordoso.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA MME	GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ	PREFEITURA MUNICIPAL DE
CPRM Serviço Geológico do Brasil		SERRA DO NAVIO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA – PRIMAZ

MAPA PRELIMINAR DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO

ANEXO: IV

SN–MPPH.DWG