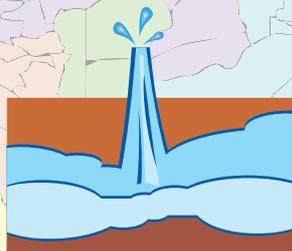


RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE ALTO PARNAÍBA

**PROJETO CADASTRO DE
FONTES DE ABASTECIMENTO
POR ÁGUA SUBTERRÂNEA**

ESTADO DO MARANHÃO



PAC PROGRAMA DE
ACELERAÇÃO DO
CRESCIMENTO

Dezembro/2011

Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Programa de Aceleração do Crescimento - PAC /CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
Departamento de Hidrologia
Divisão de Hidrogeologia e Exploração
Residência de Teresina

PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR
ÁGUA SUBTERRÂNEA

ESTADO DO MARANHÃO

RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE ALTO PARNAÍBA

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Geólogo: Francisco Lages Correia Filho/CPRM – Especialista em Recursos

Hídricos e Meio Ambiente

CONSULTORIA EXTERNA – SERVIÇOS TERCEIRIZADOS

Geólogo: Érico Rodrigues Gomes – M. Sc.

Geólogo: Ossian Otávio Nunes – Especialista em Recursos Hídricos

Geólogo: José Barbosa Lopes Filho – Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente

Teresina/Piauí

Dezembro/2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO,
ORÇAMENTO E GESTÃO
Maurício Muniz Barreto de Carvalho
Secretário do Programa de Aceleração do
Crescimento

SECRETARIA DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL
Claudio Scliar
Secretário

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Antônio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e
Desenvolvimento - DRI

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

Ana Beatriz da Cunha Barreto
Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração - DIHEXP

Antônio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho
Assistente de Produção DHT/RETE

COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Francisco Lages Correia Filho – CPRM/RETE
Carlos Antônio da Luz - CPRM/RETE

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

Carlos Antônio da Luz – Período 2008/2009
Francisco Lages Correia Filho – Período 2009/2011

COORDENAÇÃO DE ÁREA

Ângelo Trévia Vieira
Liano Silva Veríssimo
Felicíssimo Melo
Epifânio Gomes da Costa
Breno Augusto Beltrão
Ney Gonzaga de Sousa
Francisco Alves Pessoa
Jardo Caetano dos Santos (in memorian)
Pedro de Alcântara Braz Filho

EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

REFO

Ângelo Trévia Vieira
Epifânio Gomes da Costa
Felicíssimo Melo
Francisco Alves Pessoa
Liano Silva Veríssimo

RETE

Francisco Lages Correia Filho
Carlos Antônio da Luz
Cipriano Gomes Oliveira
Ney Gonzaga de Sousa
Francisco Pereira da Silva
José Carlos Lopes

SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

SUREG/SA

Jardo Caetano dos Santos (in memorian)
Pedro de Alcântara Braz Filho

SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

Érico Rodrigues Gomes – Geólogo, M. Sc.
Ossian Otávio Nunes – Geólogo, Especialista em Recursos Hídricos
José Barbosa Lopes Filho – Geólogo, Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente

RECENSEADORES

Adauto Bezerra Filho
Antônio Edilson Pereira de Souza
Antonio José de Lima Neto
Antonio Marques Honorato
Átila Rocha Santos
Celso Viana Maciel
Cipriano Gomes de Oliveira - CPRM/RETE
Claudionor de Figueiredo
Daniel Braga Torres
Daniel Guimarães Sobrinho
Ellano de Almeida Leão
Emanuelle Vieira de Oliveria
Felipe Rodrigues de Lima Simões
Francisco Edson Alves Rodrigues
Francisco Fábio Firmino Mota
Francisco Ivanir Medeiros da Silva
Francisco Pereira da Silva - CPRM/RETE
Gecildo Alves da Silva Junior
Glauber Demontier Queiroz Ponte
Haroldo Brito de Sá
Henrique Cristiano C. Alencar
Jardel Viana Marciel
Joaquim Rodrigues Lima Junior
José Bruno Rodrigues Frota
José Carlos Lopes - CPRM/RETE
Juliete Vaz Ferreira
Julio César Torres Brito
Nicácia Débora da Cunha
Pedro Hermano Barreto Magalhães
Raimundo Jeová Rodrigues Alves
Raimundo Viana da Silva
Ramiro Francisco Bezerra Santos
Ramon Leal Martins de Albuquerque
Rodrigo Araújo de Mesquita
Robson Ferreira da Silva
Robson Luiz Rocha Barbosa
Romero Amaral Medeiros Lima
Ronner Ferreira de Menezes
Roseane Silva Braga
Valdecy da Silva Mendonça
Veruska Maria Damasceno de Moraes

APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

Thiago Moraes Sousa - ASSFI/RETE
Marise Matias Ribeiro – Técnica em Geociências

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva
Bibliotecária - CPRM/RETE

ILUSTRAÇÕES

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE
Ney Gonzaga de Sousa - CPRM/RETE
Maria Tereza Barradas - Terceirizada
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

BANCO DE DADOS DO SIAGAS

Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

Consistência das Fichas

Evanilda do Nascimento Pereira - Terceirizada
Iris Celeste Nascimento Bandeira - CPRM/RETE
José Sidiney Barros - CPRM/RETE
Ney Gonzaga de Sousa - CPRM/RETE
Maria Tereza Barradas - Terceirizada
Mickaelon Belchior Vasconcelos - CPRM/RETE
Paulo Guilherme de O. Sousa - Terceirizado
Renato Teixeira Feitosa - Terceirizado
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

Coordenação

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASPDRI

Execução

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASPDRI
Gabriel Araújo dos Santos - CPRM/RETE
Maria Tereza Barradas - Terceirizada
Paulo Guilherme de O. Sousa – Terceirizado
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASSPDRI
Gabriel A. dos Santos – CPRM/RETE
Iris Celeste Bandeira Nascimento - CPRM/RETE
Maria Tereza Barradas - Terceirizada
Paulo Guilherme de O. Sousa - Terceirizado.

C824p Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Alto Parnaíba / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

31 p.: il.

1. Hidrogeologia – Maranhão - Cadastro. 2. Água subterrânea – Maranhão - Cadastro. I. GOMES, Érico Rodrigues. II. Nunes, Ossian Otávio. III. Lopes Filho, José Barbosa. IV. Título.

CDD 551.49098121

ILUSTRAÇÕES DA CAPA E DO CD ROM:

1. **Fotografia dos Lençóis Maranhenses** – extraída de www.brasilturismo.blog.br;
2. **Fotografia de Pedra Caída, Carolina/MA** – extraída de www.passagembarata.com.br;
3. **Fotografia Cachoeiras do Itapecuru, Carolina/Ma** – Otávio Nogueira, 18/07/2009. <http://www.flickr.com/photos/55953988@N00/3871169364>;
4. **Fotografia do Centro Histórico de São Luís** – <http://www.pousadaveneza.altervista.org/passeios.new.html>;
5. **Fotografias de Poços Tubulares** – CPRM/RETE/2009.

APRESENTAÇÃO

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cuja missão é gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil executa no nordeste brasileiro, para o Ministério de Minas e Energia, projetos visando o aumento da oferta hídrica, inseridos no Programa Geologia do Brasil, Subprograma Recursos Hídricos, Ação Levantamento Hidrogeológico, em sintonia com as políticas públicas do governo federal.

São ações ligadas diretamente à Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em parceria com o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal, orientadas dentro de uma filosofia de trabalho participativa e interdisciplinar com o intuito de fomentar atividades direcionadas para a inclusão social, reduzindo as desigualdades e estimulando a integração com outras instituições, visando assegurar a ampliação da oferta e disponibilidade dos recursos naturais, em particular dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Maranhão, de forma sustentável e compatível com as demandas da população maranhense.

Neste contexto o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão, cujos trabalhos de campo foram executados em 2008/2009 foi o último a ser realizado no nordeste brasileiro, abrangendo 213 municípios do território maranhense, excluindo-se, por questões metodológicas, apenas, a capital São Luis e os municípios periféricos de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar.

Dessa forma, essa contribuição técnica de significado alcance social credita à CPRM – Serviço Geológico do Brasil e ao Ministério de Minas e Energia, em parceria com o PAC – Plano de Aceleração do Crescimento, o cumprimento da missão institucional nas políticas públicas de governo que lhes é delegada pela União, de assegurar uma abordagem e tratamento adequados aos recursos hídricos subterrâneos, estimulando o seu aproveitamento de forma racional e sustentável, considerando-os como um bem natural, ecológico, social e econômico, vital para o desenvolvimento do país e para o bem estar e a saúde da população, particularmente no nordeste, face ao forte apelo social que representa no combate aos efeitos da seca e, como mecanismo com informações consistentes e atualizadas, na oferta de água de boa qualidade para as populações carentes, estimulando as políticas de saúde pública na eliminação de doenças de veiculação hídrica.

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
CPRM – Serviço Geológico do Brasil

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	9
2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	11
3 – OBJETIVO	11
4– METODOLOGIA	12
5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	13
5.1 – Localização e Acesso.....	13
5.2 - Aspectos Socioeconômicos	15
5.3 - Aspectos Fisiográficos	16
5.4 – Geologia.....	22
6 - RECURSOS HÍDRICOS	24
6.1 - Águas Superficiais	24
6.2 – Águas Subterrâneas	26
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos.....	26
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados	28
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	32
7 – CONCLUSÕES	34
8 – RECOMENDAÇÕES	36
9–REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

APÊNDICE

1. Planilha de Dados das Fontes de Abastecimento

ANEXOS

1. Mapa de Pontos D'Água
2. Esboço Geológico Municipal

1 – INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas, que abrange quase toda a região Nordeste e o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando um gerenciamento eficiente. Além disso, as decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, a caracterização e a disponibilidade dessas fontes hídricas.

Para esse efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes. Esse fato é agravado quando se observa a grande quantidade dessas captações de água subterrânea no semiárido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas por problemas de pequena monta, em muitos casos passíveis de ser solucionados com ações corretivas de baixo custo.

Para suprir as necessidades das instituições e demais segmentos da sociedade, atuantes no atendimento à população da região Nordeste quanto à garantia de oferta e disponibilidade hídricas, principalmente nos momentos críticos de estiagem, a CPRM executou o ***Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão***, em consonância com as diretrizes do Governo Federal e com os propósitos apresentados pelo Ministério de Minas e Energia.

2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Os trabalhos de cadastramento estenderam-se por todo o estado do Maranhão que foi dividido, metodologicamente, para efeito de planejamento, em oito áreas de atuação, compreendendo 213 municípios e cobrindo uma superfície aproximada de 330.511 km² (Figura 1).

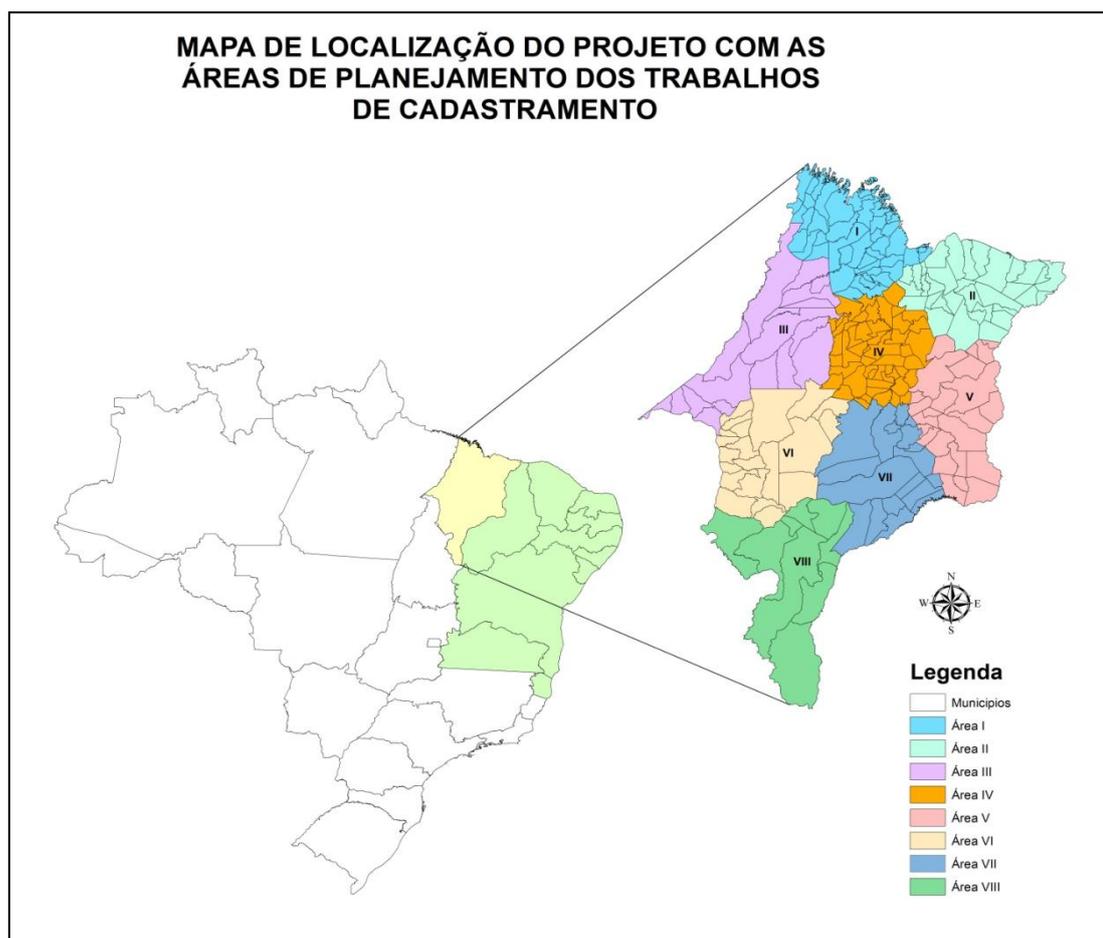


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

3 – OBJETIVO

Cadastrar todos os poços tubulares, poços amazonas representativos e fontes naturais, em todo o estado do Maranhão, abrangendo 213 municípios, excetuando-se a região

metropolitana da Ilha de São Luis, onde estão incluídos a capital e os municípios de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar, por questões metodológicas.

4- METODOLOGIA

O planejamento operacional para a realização deste projeto teve como base a experiência da CPRM em cadastramento de poços dos estados do Ceará, feito em 1998, de Sergipe, em 2001, além do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Alagoas, da Bahia, do Piauí e do norte de Minas Gerais e do Espírito Santos, em 2002/2003, realizados com sucesso.

Do ponto de vista metodológico, no estado do Maranhão, os trabalhos de campo foram executados a partir da divisão do estado em oito áreas de planejamento, nominadas de I a VIII, com superfícies variando de 35.431 a 50.525 km². Cada área foi levantada por uma equipe sob a coordenação de um técnico da CPRM e composta, em média, de quatro recenseadores, na maioria estudantes de nível superior dos cursos de Geologia e Geografia, selecionados e treinados pela CPRM. A área II, situada na porção nordeste do estado, abrange 33 municípios, cadastrados em 2008, sob a coordenação do geólogo Carlos Antônio da Luz. As áreas restantes, I, III, IV, V, VI, VII e VIII, com 180 municípios, foram cadastrados em 2009, sob a responsabilidade do geólogo Francisco Lages Correia Filho.

O trabalho contemplou o cadastro das fontes de abastecimento por água subterrânea (poços tubulares, poços amazonas e fontes naturais), com determinação das coordenadas geográficas, por meio do uso do Global Position System (GPS), e obtenção de todas as informações passíveis de ser coletadas, através de uma visita técnica (caracterização do poço, instalações, situação da captação, dados operacionais, qualidade e uso da água, aspectos ambientais, geológicos e hidrológicos).

Os dados coligidos foram repassados sistematicamente ao Núcleo de Geoprocessamento de Dados da CPRM – Residência de Teresina, para, após rigorosa análise, alimentarem um banco de dados que, devidamente consistido e tratado, possibilitou a elaboração de um mapa de pontos d'água e um esboço geológico de cada um dos municípios inseridos na área de atuação do projeto. As informações desse banco estão contidas neste relatório diagnóstico de fácil manuseio e compreensão, acessível a diferentes usuários. Os esboços geológicos municipais foram extraídos a partir de recortes do Mapa Geológico do

Brasil ao Milionésimo – GIS Brasil (CPRM, 2004), com alguns ajustes. Mas, em função da diferença de escala, podem apresentar distorções ou algum erro.

Na produção desses mapas, foram utilizadas bases cartográficas com dados disponibilizados pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, como hidrografia, localidades e estradas e os Mapas Municipais Estatísticos, em formato digital do IBGE (2007), elaborados a partir das cartas topográficas da SUDENE e do DSG – escala 1:100.000, sobre os quais foram colocados os dados referentes aos poços e fontes naturais, além da geologia e hidrogeologia. A base estadual com os limites municipais foi cedida pelo IBGE. Os trabalhos de montagem e arte final dos mapas foram realizados com o software ArcGIS 10.

Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

Além desse produto impresso, todas as informações coligidas em cada município estão disponíveis em meio digital, através de um CD ROM, permitindo a sua contínua atualização.

5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

5.1 – Localização e Acesso

O município de Alto do Parnaíba teve sua autonomia política em 08/06/1871 e está inserido na Mesorregião Sul Maranhense, dentro da Microrregião Gerais de Balsas (**Figura 2**), compreendendo uma área de 11.132 km². O município possui uma população de aproximadamente 10.765 habitantes e uma densidade demográfica de 0,96 habitantes/km², segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com o município de Tasso Fragoso; ao Sul, com o estado do Tocantins; a Leste, com o estado do Piauí e; a Oeste, com o município de Balsas (*Google Maps*, 2011).

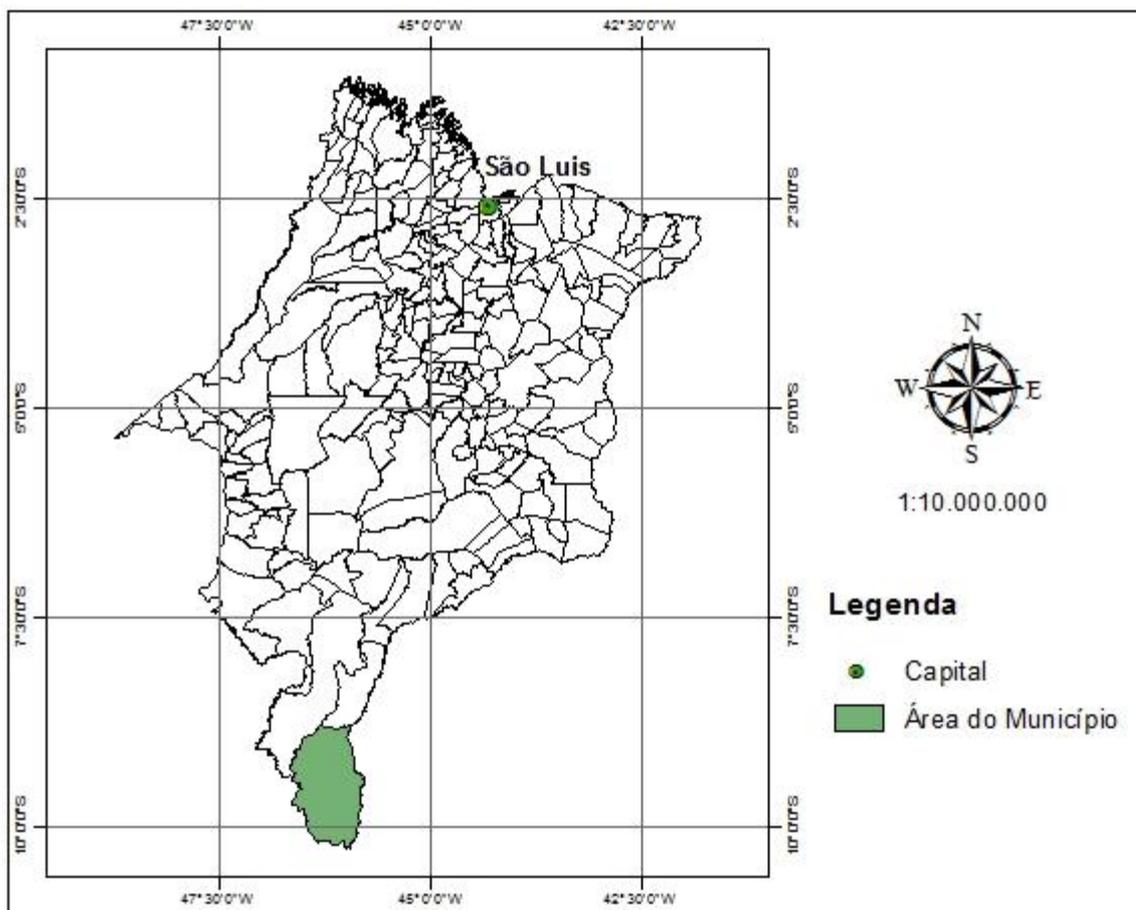


Figura 2 - Mapa de localização do município de Alto do Parnaíba.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: $-09^{\circ}06'36''$ de Latitude Sul e $-45^{\circ}55'48''$ de Longitude Oeste de Greenwich, dados do IBGE (2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, num percurso total aproximado de 984 km, se faz através do seguinte roteiro: 346 km pela BR-135 até a cidade de Presidente Dutra; 90 km pela BR-226 até a cidade de Barra do Corda; 231 km pelas rodovias estaduais MA-012/132 até a cidade de São Raimundo das Mangabeiras; 89 km pela BR -230 até a cidade de Balsas; e mais 228 km pela rodovia estadual MA-006 até chegar na cidade de Alto do Parnaíba (Google Maps, 2011).

5.2 - Aspectos Socioeconômicos

Os dados socioeconômicos relativos ao município foram obtidos, a partir de pesquisas nos site do IBGE (www.ibge.gov.br), da Confederação Nacional dos Municípios (CNM) (www.cnm.org.br) e no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (2010).

O município foi elevado à condição de cidade com a denominação de Alto do Parnaíba, pela lei provincial nº 974, de 08/06/1871. Segundo o IBGE (2010), cerca de 65,28% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo desse nível é de 61,79% e 52,19% respectivamente.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares: Educação Infantil (12,77%); Educação Especial (0,37%); Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano (77,49%); Ensino Médio do 1º ao 3º ano (9,35%), conforme o IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 20% da população na faixa etária acima dos sete anos (CNM, 2000).

No campo da saúde, a cidade conta com três estabelecimentos públicos de atendimento e um privado. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Alto do Parnaíba obteve baixo desempenho, com IDH de 0,636.

O Programa de Saúde da Família – PSF vem procedendo a organização da prática assistencial em novas bases e critérios, a partir de seu ambiente físico e social, com procedimentos que facilitam a compreensão ampliada do processo saúde/doença e da necessidade de intervenções que vão além de práticas curativas. Em Alto do Parnaíba a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/163 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, a extração vegetal, a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 159 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Alto do Parnaíba é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 2.288 domicílios através de uma central de abastecimento de água, (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial e subterrâneo dos efluentes domésticos e

pluviais que são lançados em cursos d'águas permanentes. E a disposição final do lixo urbano não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000), apenas 17,52% dos domicílios, têm seus lixos coletados, enquanto 82,06% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 0,41% jogam o lixo em lagos ou outros destinos. Dessa forma, a disposição final do lixo urbano e do esgotamento sanitário não atendem as recomendações técnicas necessárias, pois não há tratamento do chorume, dos gases produzidos no lixão, nem dos efluentes domésticos e pluviais, como forma de reduzir a contaminação dos solos, a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. Além disso, a coleta do lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada de forma inadequada, em vazadouros, juntamente com os resíduos urbanos, elevando o risco de poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela ELETRONORTE através da CEMAR (2011), pelo Sistema Regional de Porto Franco que compreende a região Sul maranhense. É suprido radialmente em 138KV e 69 KV com potência de 100MVA. Sua composição é de dez subestações, sendo uma na tensão de 138/69 KV, quatro em 69/13,8 KV, uma em 69/34,5KV e quatro em 34,5/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010), existem 2.304 ligações de energia elétrica no município de Alto Parnaíba.

5.3 - Aspectos Fisiográficos

O estado do Maranhão, por se encontrar em uma zona de transição dos climas semiárido, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia, e por ter maior extensão no sentido norte-sul, apresenta diferenças climáticas e pluviométricas. Na região oeste, predomina o clima tropical quente e úmido (As), típico da região amazônica. Nas demais regiões, o estado é marcado por clima tropical quente e semiúmido (Aw).

As temperaturas em todo o Maranhão são elevadas, com médias anuais superiores a 24°C, sendo que ao norte chega a atingir 26°C. Esse estado é caracterizado pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm. Na região oeste do estado, onde

predomina o clima tropical quente e úmido (As), as chuvas ocorrem em níveis elevados durante praticamente todo o ano, superando os 2.000 mm. Nas outras regiões, prevalece o clima tropical quente e semiúmido (Aw), com sucessão de chuvas durante o verão e o inverno seco, cujas precipitações reduzidas alcançam 1.250 mm. Há registros ainda menores na região sudeste, podendo chegar a 1.000 mm.

O território maranhense apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com baixo mergulho para o oceano Atlântico. Os grandes traços atuais do modelado da plataforma sedimentar maranhense revelam feições típicas de litologias dominantes em bacias sedimentares. Essa plataforma, submetida à atuação de ciclos de erosão relativamente longos, respondeu de forma diferenciada aos agentes intempéricos, em função de sua natureza, de estruturação e de composição das rochas, modelando as formas tabulares e subtabulares da superfície terrestre. Condicionados ao lineamento das estruturas litológicas, os gradientes topográficos dispõem-se com orientações sul-norte. As maiores altitudes estão localizadas na porção sul, no topo da Chapada das Mangabeiras, no limite com o estado do Tocantins. As menores altitudes situam-se na região norte, próximo à linha de costa.

Feitosa (1983) classifica o relevo maranhense em duas grandes unidades: planícies, que se subdivide em unidades menores (costeira, flúvio-marinha e sublitorânea), e planaltos. As planícies ocupam cerca de 60% da superfície do território e os planaltos 40%. São consideradas planícies as superfícies com cotas inferiores a 200 metros. Já os planaltos são superfícies com cotas acima de 200 metros, restritos às áreas do centro-sul do estado.

Jacomine *et al.* (1986 *apud* VALLADARES *et al.*, 2005), apresentam de maneira simplificada as seguintes formas de relevo no estado do Maranhão: chapadas altas e baixas, superfícies onduladas, grande baixada maranhense, terraços e planícies fluviais, tabuleiros costeiros, restingas e dunas costeiras, golfão maranhense e baixada litorânea.

O centro-sul do estado abriga as áreas de Planalto, com altitudes entre 200 e 800 metros, com as principais vertentes hidrográficas estando localizadas na chapada das Mangabeiras, na serra do Tiracambu e suas extensões (serras do Gurupi e da Desordem), na serra da Menina e no sistema formado pelas serras da Cruieira, Itapecuru, e Alpercatas. Este conjunto geomorfológico forma e individualiza as bacias hidrográficas dos rios Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé-Tromaí, Uru-Pericumã-Aurã, Mearim, Itapecuru, Tocantins, Parnaíba, Munim e outros rios menores sobre a bacia de Barreirinhas (Costa *et al.*, 1997). Os processos

erosivos agindo sobre os sedimentos das formações Piauí, Pedra de Fogo e Motuca originaram planos irregulares que se estendem do rio Tocantins a Oeste, acompanhando o rio Sereno, até o rio Parnaíba, a Leste, margeando este e também, a drenagem do rio das Balsas. As Coberturas Detríticas-Lateríticas que recobrem os sedimentos da formação Pedra de Fogo deram origem às chapadas do Alto Parnaíba, como a serra do Penitente. A erosão fluvial, contornando os chapadões da alta bacia do rio Itapecuru, expõe os arenitos da formação Sambaíba, originando os relevos em posição altimétrica inferior aos chapadões, dando origem a amplos vales pedimentados. Na região dos Tabuleiros do Parnaíba, na sua margem esquerda, ocorrem planos irregulares em níveis altimétricos diferenciados entre 20 a 400 metros, mais na parte Sul, com relevo nas vertentes dissecados em colinas e morros. Na região do Patamar das Cabeceiras do Mearim têm-se planos rampeados em níveis altimétricos que variam de 200 a 500 metros. Em alguns trechos, principalmente no baixo curso do rio Alpercatas e seus afluentes, o relevo é em colinas e morros residuais que se destacam na paisagem. Na região do Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras, as cotas altimétricas variam de 150 metros nas proximidades do rio Tocantins, a 650 metros na parte Leste. Na área dos Planos Arenosos de Riachão, drenada pelo rio Tocantins, as altitudes estão em torno de 150 metros e caracteriza-se pelos planos com areias quartzosas resultantes da decomposição dos arenitos da formação Sambaíba. A região dos Tabuleiros de Balsas caracteriza-se por relevos planos localmente limitados por escarpas e por vertentes dissecadas em lombas e colinas, estando em níveis altimétricos que variam de 150 a 400 metros. Os Vãos do Alto Itapecuru, correspondem aos vales do alto rio Itapecuru, do Alpercatas e do Balseiros que entalham as chapadas existentes nessa área. Na parte Oeste esses vãos se caracterizam como amplos vales pedimentados, com cotas altimétricas que variam de 350 a 400 metros, com a drenagem apresentando-se controlada por alinhamentos estruturais de direção oeste-leste; na parte Leste, a drenagem está disposta de Sul para Norte e os vãos acham-se dissecados em lombas e colinas, com as altitudes variando de 200 a 300 metros. Nos chapadões do Alto Itapecuru o relevo é plano, limitado por escarpas dissecadas. O topo dos chapadões é mantido pelo nível de laterita que forma as coberturas e as cotas altimétricas variam de 300 metros na parte Leste a 500 metros no Oeste. Esses chapadões acham-se recortados pela drenagem que isolou blocos, conhecidos regionalmente como serra das Alpercatas e serra do Itapecuru, além de denominações locais como serra da Crueira. Na

região das Chapadas do Alto Parnaíba, a exemplo dos chapadões do Alto Itapecuru, as chapadas se encontram recortadas pela drenagem e se dispõem na direção Sul-norte. O bloco principal é conhecido como serra do Penitente e as cotas altimétricas variam de 150 metros na margem do Parnaíba a 600 metros na citada serra. Na região dos Vãos do Alto Parnaíba o relevo caracteriza-se por vales amplos e pedimentados do alto curso dos rios Parnaíba, das Balsas e Miguel Alves Grande, afluente do rio Tocantins, onde dominam planos rampeados; ao longo do rio Manuel Alves Grande ocorre áreas abaciadas sujeitas a inundações no período chuvoso; esses vãos foram entalhados em cotas altimétricas que variam de 350 a 500 metros. Nas Cabeceiras do Parnaíba, o relevo caracteriza-se por rampas em direção a drenagem principal, enquanto que na parte Oeste destacam-se relevos residuais de topo plano, limitados por escarpas, configurando-se como restos das chapadas que ocorrem no Sul do estado. As cotas altimétricas nessa região variam de 500 a 650 metros e decaem de Sul para Norte. A área das Chapadas das Mangabeiras, que faz o limite Sul do estado do Maranhão com o estado do Tocantins, caracteriza-se por apresentar um relevo de topo plano com cotas altimétricas em torno de 800 metros. Este topo plano está limitado por escarpas dissecadas. As Planícies Fluviais correspondem às várzeas e terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios principais, compostos pelas aluviões, estando sujeitos a inundações durante as enchentes.

As diferentes condições climáticas, de relevo e de solos do território brasileiro, permitem o desenvolvimento de uma grande diversidade de ambientes naturais. A cobertura vegetal do Maranhão reflete em particular a influência das condições de transição climática, entre o clima amazônico e o semiárido nordestino. Na região do Tabuleiro do Parnaíba a vegetação é caracterizada pelo contato da Savana com a Floresta, dominando a Savana Arbórea Aberta, descaracterizada em alguns trechos, para a implantação da agropecuária e agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.400 mm. No Patamar das Cabeceiras do Mearim, predomina a cobertura vegetal Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. No Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras a vegetação dominante é da Savana Arbórea Aberta, Savana Densa e a Savana Parque; o clima regional é subúmido a semiárido na parte Sul e subúmido no Norte e a pluviosidade anual varia de 1.300 a 1.600 mm. Na região dos Planos Arenosos de Riachão, a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Parque, o clima

regional é subúmido na parte norte e subúmido a semiárido no setor Sudeste; a pluviosidade anual varia de 1.300 a 1.700 mm. Nos Vãos do Alto Parnaíba a vegetação dominante é a da Savana Arbórea Densa, Savana Aberta e Savana Parque, o clima é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.300 mm. Na área do Tabuleiro de Balsas a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Densa, descaracterizada pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. A região das Chapadas do Alto Itapecuru a vegetação predominante é a Savana Arbórea Aberta, descaracterizada, para implantação de agricultura comercial de soja, arroz e sementes de capim; o clima regional é subúmido a semiárido e subúmido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.500 mm. Na área dos Vãos do Alto Itapecuru a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e Savana Densa, descaracterizada pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. Na região das Chapadas do Alto Parnaíba a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Arbórea Densa, devastada na serra do Penitente, pela agricultura comercial de soja; o clima regional é subúmido a semiárido e subúmido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.500mm. Nas Cabeceiras do Parnaíba a vegetação é a Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.200 a 1.300 mm. Na Chapada das Mangabeiras a vegetação dominante é a Savana Parque no topo das serras e a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.200 a 1.300mm. Nas Planícies Fluviais a cobertura vegetal dominante são as Formações Pioneiras com influência fluvial.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, Solos Litólicos e Areias Quartzosas (EMBRAPA, 2006). Latossolo Amarelo são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum as coberturas areno-argilosas e argilosas derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e

suavemente ondulado esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais possuem textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topos de chapadas, com relevo que varia desde plano até fortemente ondulado. São originados de materiais de formações geológicas, principalmente sedimentares, de outras coberturas argilo-arenosas assentadas sobre outras formações geológicas. As áreas onde ocorrem essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência com destaque para a cultura de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. Nas áreas onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização.

Solos Litólicos são solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos, com horizonte A sobre a rocha ou sobre horizonte C. São de textura variável, freqüentemente arenosa ou média e preferencialmente ocupam locais com forte declividade, geralmente encostas de morros, serras e sopés de chapadas. As principais limitações quanto ao uso agrícola são a pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado que são as mais freqüentes de sua ocorrência.

Areias Quartzosas são solos arenosos, essencialmente quartzosos, que apresentem teores em argila inferiores a 15%, muito profundos, excessivamente drenados, forte a fortemente ácidos e com baixa a muito baixa fertilidade natural. Apresenta baixa saturação de bases e alta a média saturação de alumínio trocável. Não dispõem praticamente de nenhuma reserva de nutrientes para as plantas. A seqüência dos horizontes é do perfil do tipo A/C, onde A apresenta profundidade variável, com baixos teores de matéria orgânica.

O município de Alto Parnaíba do Maranhão está localizado na região Sul Maranhense, Microrregião Gerais de Balsas, com altitude da sede de 282 metros acima do nível do mar. O clima é tropical semi-úmido, com temperatura média anual de 23°C.

O clima da região do município, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho com médias mensais

superiores a 121 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica varia de 3,8 a 152,3mm e no período chuvoso de 6,0 a 210 mm, com precipitação anual em torno de 1.177mm, segundo o Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990.

O relevo é caracterizado por apresentar chapadas e chapadões com altitude em torno de 800 metros. No município de Alto Parnaíba a cobertura vegetal varia de acordo com as características do relevo, a proximidade dos cursos d'água e o grau de atividade antrópica. A vegetação predominante é do tipo cerrado subcaducifólio, constituída por árvores esparsas com caule, retorcidos, galhos curtos e casca grossa, como a Sucupira, o Angico, o Pequi, o Murici, a Faveira, o Ipê, entre outras. Nos vales dos rios e igarapés desenvolvem-se as matas-de-galerias. As espécies comuns são o Babaçu e o Buriti.

5.4 – Geologia

O município de Alto Parnaíba está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).

Na área do município, o Grupo Balsas está representado pelas formações Piauí (C2pi) Carbonífero, Pedra de Fogo (P12pf) Permiano e Sambaíba (T12s) Triássico; o Grupo Mearim, está representado pela formação Mosquito (J1βm) Jurássico.

Small (1913 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou o termo “série Piauí” para designar toda sequência paleozóica da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Posteriormente, Duarte (1936 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) e Oliveira & Leonardos (1943 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) restringiram o termo “série” para o de formação, representando apenas as camadas carboníferas do Pensilvaniano. Os limites stratigráficos atuais para a sequência pensilvaniana, compreendidos entre os arenitos e siltitos da formação Poti e o sílex basal da formação Pedra de Fogo é o conceito adotado por Lima & Leite (1978). Litologicamente a formação Piauí consiste de uma sequência essencialmente arenosa, com níveis de siltitos e folhelhos, além de intercalações de calcário. No topo desenvolvem-se, localmente, níveis de sílex. Os sedimentos arenosos da seção inferior são representados por arenitos avermelhados,

róseos e amarelados, finos a grosseiros, argilosos, localmente feldspáticos. A seção superior é constituída de arenitos avermelhados, amarelo-esbranquiçados, finos a médios, pintalgados de caulim, regularmente selecionados e grãos subarredondados. Estratificação cruzada tipo plano-tabular e acanalada de grande porte são as estruturas dominante na seção. Ocupa uma vasta área a Norte, Leste e Sudoeste do município de Alto Parnaíba

Plummer (1946) propôs o termo formação Pedra de Fogo para designar as camadas ricas em chert e fósseis vegetais Psaronius, que afloram no vale do rio Pedra de Fogo, entre Pastos Bons e Nova Iorque. Esse conceito foi adotado por Lima & Leite (1978). A formação caracteriza-se, essencialmente, por uma sequência de siltitos, folhelhos e calcários, com arenitos predominando na seção média. Em todo o pacote desenvolvem-se leitos de até 0,50m de espessura, lentes ou até nódulos achatados de sílex, uma característica marcante da unidade. Troncos de madeira silicificada, descritos como Psaronius, com até 50 cm de diâmetro, são encontrados na base e próximo do topo da formação. É comum, nos níveis de arenitos, estratificação cruzada, enquanto nos níveis de folhelhos e siltitos ocorrem fragmentos de conchas e impressões de restos vegetais. São frequentes estruturas de escorregamento (slumping) em “pequenos dobramentos”, causados por acomodação de estratos de diferentes competências. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Alto Parnaíba, expondo-se amplamente na sede municipal. Plummer (1948 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou originalmente o termo Sambaíba para designar os arenitos que afloram, em forma de mesetas, próximo à cidade de Sambaíba, no estado do Maranhão. Litologicamente, esta formação consiste de arenitos avermelhados, róseos, escuros e esbranquiçados, predominantemente finos a médios. Em geral, são pintalgados de caulim, com grãos subangulares à subarredondados e foscas. É comum, na seção mais superior, níveis de sílex. Ainda, no topo da unidade, onde ocorrem intercalações de níveis de basalto, esses arenitos apresentam-se bastante silicificados. Estratificação cruzada de grande porte do tipo torrencial é a estrutura sedimentar, predominante. Northfleet & Mello (1967 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) citam espessuras variáveis de 60 a 110 metros para a formação Sambaíba. Lima e & Leite (1978) referem-se a 40 metros de espessura na região de Lizarda-Gurupá, no estado do Tocantins. 200 metros, próximo a cidade de Sambaíba-MA. Na região centro-sul, da bacia, nota-se maior expressividade, em termos de espessura dessa unidade, enquanto na borda Oeste da bacia suas

espessuras são decrescentes no sentido E-W. O contato inferior da formação Sambaíba, com unidades Paleozóicas (formações Piauí e Pedra de Fogo) é discordante e, concordante com a formação Motuca (Lima & Leite, 1978). Seu contato superior com a formação Urucuiá é discordante e, em geral, marcado por uma superfície aplainada, com cobertura arenosa sendo, também discordante com a formação Corda. No contato dos arenitos Sambaíba com os basaltos observa-se o truncamento dos primeiros pelos basaltos. Ocupa vasta área na porção Sul do município de Alto Parnaíba.

Segundo a definição de Aguiar (1971), a formação Mosquito é litologicamente constituída por derrames basálticos com uma intercalação sedimentar, descontínua e restrita, onde foi observada, em sua porção inferior, exclusivamente nas proximidades da cidade de Fortaleza dos Nogueira, estado do Maranhão, por Lima & Leite (1978). Os basaltos são, em geral, de cores escuras, raramente em tons verde, afaníticos, com amígdalas preenchidas por calcedônia, zeólitos e material criptocristalino, esverdeado. Os arenitos são róseos e esbranquiçados, finos a médios, pintalgados de caulim, parcialmente silicificados, com estratificação plano-paralela ou cruzada. O contato superior da unidade com a formação Corda é discordante, marcado por uma superfície de erosão acentuada. O contato inferior do basalto com os sedimentos da formação Sambaíba mostra esses arenitos completamente truncados pelos basaltos. Aflora de forma irregular na porção Sul estendendo-se para Sudoeste do município de Alto Parnaíba (Ver mapa, **Anexo 2**).

6 - RECURSOS HÍDRICOS

6.1 - Águas Superficiais

O Maranhão é o único estado do Nordeste que menos se identifica com as características hidrológicas da região, pois não há estiagem e nem escassez de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, em seu território.

É detentor de uma invejável rede de drenagem com, pelo menos, dez bacias hidrográficas perenes. Podem ser assim individualizadas: Bacia do rio Mearim, Bacia do rio Gurupi, Bacia do rio Itapecuru, Bacia do rio Grajaú, Bacia do rio Turiaçu, Bacia do rio Munim, Bacia do rio Maracaçumé-Tromaí, Bacia do rio Uru-Pericumã-Aurá, Bacia do rio Parnaíba-Balsas, Bacia do rio Tocantins, além de outras pequenas bacias. Suas principais

vertentes hidrográficas são: a Chapada das Mangabeiras, a Chapada do Azeitão, a Serra das Cruzeiras, a Serra do Gurupi e a Serra do Tiracambu.

As bacias hidrográficas são subdivididas em sub-bacias e microbacias. Elas constituem divisões das águas, feitas pela natureza, sendo o relevo responsável pela divisão territorial de cada bacia, que é formada por um rio principal e seus afluentes.

O município de Alto Parnaíba, drenado pelo rio Parnaíba, está inserido na bacia hidrográfica desse rio, a qual se localiza na área transicional entre a Amazônia e a região Nordeste Ocidental. Por estar localizada numa área de transição, apresenta feições topográficas amazônicas na porção ocidental, feições aplainadas, sertanejas, no setor leste-sudeste, além de relevo subtabular que constitui as cuestas da porção central da bacia. Ela drena uma área aproximada de 331.441 km², distribuída entre os estados do Piauí, Maranhão e Ceará, sendo que uma parte está localizada no estado do Piauí, onde podem ser encontrados vários rios intermitentes. Em sua foz, o rio Parnaíba apresenta uma planície litorânea com aspectos variados. Ele se origina da junção dos rios Surubim, Água Quente e Boi Pintado, cujas nascentes situam-se na serra da Tabatinga que é o ponto de convergência dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, numa altitude aproximada de 800 metros, no extremo Sul do Maranhão. Após um percurso de aproximadamente 1.400 km, desemboca em forma de delta, entre as baías do Caju e das Canárias. A partir da nascente, o curso segue rumo Norte, margeado pelas serras do Penitente e Grande até a confluência com o rio Medonho, onde apresenta leve mudança para Nordeste, mantendo seu curso até o município de Nova Iorque. De lá sofre uma súbita inflexão para Leste, até Floriano, quando retorna seu rumo para Norte. Próximo a Duque Bacelar, o rio começa a fluir em direção Nordeste, acentuado-se próximo à Santa Quitéria, persistindo até a foz. Flui, predominantemente, sobre terrenos Paleozóicos, porém, próximo a sua desembocadura corre sobre terrenos Quaternários. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Gurguéia, Uruçuí Preto, Poti, Longá. Pela margem esquerda, rio das Balsas. Este tem suas cabeceiras na chapada das Mangabeiras com altitude média de 600 metros, após percorrer uma extensão de 525 km. Deságua no rio Parnaíba, à altura das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), cuja bacia hidrográfica tem cerca de 24.540 km². Trata-se de rio perene e tem como principais afluentes o rio Balsinhas, pela margem direita, e os rios Maravilhas e Neves, pela esquerda. Além do rio Parnaíba drena a área do município de Alto Parnaíba os rios Água Quente, Medonho,

Riozinho, Claro, Parnaibinha, Branco, Tiririca, Suçupara e os riachos Lajeado, Capim, Serra Branca, Cedro, Marimondo, Pedra Furada, dos Pilões, Trombetas, da Galiléia, da Forquilha, do Sumidouro, da Água Branca, Pureza, Brejo da Onça, da Salina, do Mundo Novo, da Promissão, do Porto Alegre e de Pastos Bons, dentre outros.

6.2 – Águas Subterrâneas

O estado do Maranhão está quase totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Trata-se de bacia do tipo intracratônica, com arcabouço geométrico influenciado por feições estruturais de seu embasamento, o que lhe impõe uma estrutura tectônica em geral simples, com atitude monoclinial das camadas que mergulham suavemente das bordas para o seu interior.

Segundo Góes *et al.* (1993), a espessura máxima de todo o pacote sedimentar dessa bacia está estimada em 3.500 metros, da qual cerca de 85% são de idade paleozóica e o restante, mesozóica. Dessa forma, o estado do Maranhão, por estar assentado plenamente sobre terrenos de rochas sedimentares, diferentemente dos outros estados nordestinos, apresenta possibilidades promissoras de armazenamento e exploração de águas subterrâneas, com excelentes exutórios e sem períodos de estiagem.

6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

É considerada água subterrânea apenas aquela que ocorre abaixo da superfície, na zona de saturação, onde todos os poros estão preenchidos por água. A formação geológica que tem capacidade de armazenar e transmitir água é denominada aquífero.

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das discontinuidades geológicas, caracterizando o que é denominado de “aquífero cárstico”; sedimentos consolidados, arenitos, e inconsolidados, as aluviões e dunas, que caracterizam o aquífero poroso ou intergranular.

O município de Alto Parnaíba apresenta dois domínios hidrogeológicos: o aquífero fissural relacionado aos basaltos e/ou diabásios da formação Mosquito (J1βm); e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Piauí (C2pi), Pedra de Fogo (P12pf) e Sambaíba (T12s). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados um total de 37 pontos d'água, sendo 36 poços tubulares (97,30%) e 01 poço amazonas (2,70%), representativo.

O aquífero Piauí ocorre como aquífero livre, próximo à calha do rio Parnaíba, enquanto que mais para o centro da bacia ele está confinado pelos sedimentos argilosos e siltosos sobrepostos das demais formações. Apresenta uma constituição litológica, reunindo arenitos róseos, maciços, com raras intercalações de folhelhos na parte inferior, podendo ser considerado um bom aquífero, enquanto na seção superior, com predominância de siltitos e folhelhos apresenta uma permeabilidade fraca, constituindo uma zona pouco promissora para a captação de água subterrânea. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio, em sua seção superior, e de médio a elevado na seção inferior, mais arenosa. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, infiltração vertical, ascendente e descendente, através das formações inferior e superior e pela contribuição da rede de drenagem superficial. Os principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico, diminui a infiltração, favorecendo um substancial aumento do processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

A formação Pedra de Fogo, representada predominantemente por siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silixitos, portanto litologias essencialmente pelíticas, representa um manancial de fraco potencial hidrogeológico. Esse aquífero é explorado no município principalmente através de poços tubulares rasos e poços escavados, tipo “amazonas”.

O aquífero Sambaíba, que ocorre tanto como aquífero livre como confinado na área do município, apresenta constituição litológica predominantemente arenosa (arenitos finos a médios, bem selecionados), com boa permeabilidade, caracterizando-se com de potencial

hidrogeológico médio a elevado. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, sendo bastante favorecido pelo relevo aplanado, onde se desenvolvem extensos areais; infiltração vertical, descendente, através das formações superiores e pela contribuição da rede de drenagem superficial, principalmente na época de cheias. Seus principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo aumento desse processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

A formação Mosquito, constituídas por basaltos e/ou diabásios, apresenta uma porosidade primária quase nula, condicionando a ocorrência de água subterrânea a uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas com circulação restrita às fraturas abertas, dando origem a reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, comumente denominado “Aquífero Fissural”, segundo Costa (2000). Nesse contexto hidrogeológico, em geral, seu potencial é praticamente nulo, fazendo com que sua exploração por poços tubulares, provoque a diminuição de suas reservas. Pelas suas características dimensionais e hidráulicas, bastante fracas e, considerando ainda, que existe uma expectativa de diminuição dessa oferta, ao longo do tempo, em função de épocas de estiagens mais prolongadas e das dificuldades de recarga impostas pelas próprias condições naturais do sistema, esse aquífero é pouco explorado na região.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Alto Parnaíba, registrou a presença de 37 pontos d’água, sendo 36 poços tubulares e 01 poço amazonas, representativos (**Figura 3**).

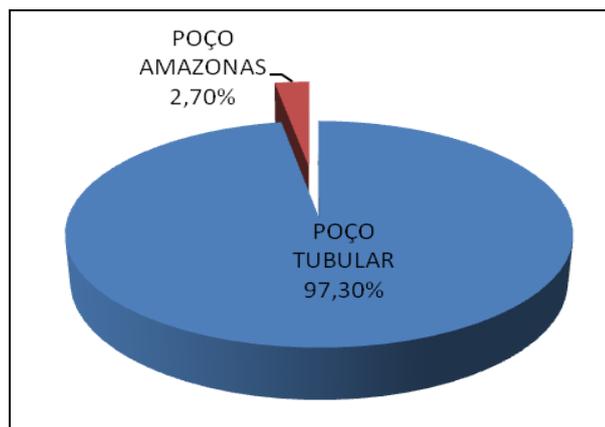


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 97,30% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentado, ficarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (12 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (23 poços), quando estão situados em propriedades privadas e sem informações (01 poço) como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

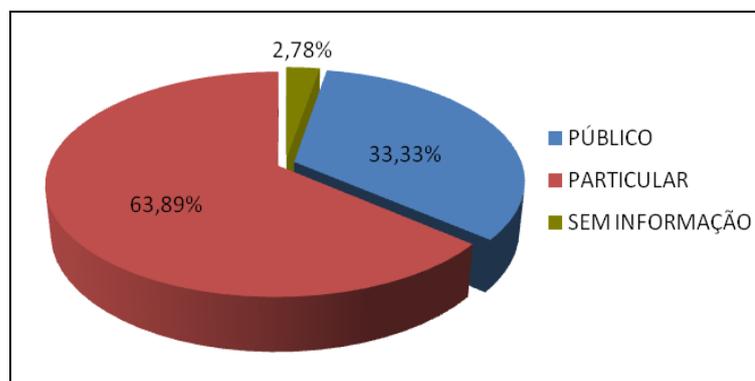


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Alto Parnaíba.

Foram identificadas nos trabalhos de campo quatro situações distintas, durante o cadastramento: *poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados*. Os poços em operação são aqueles que estão em pleno funcionamento. Os paralisados estão sem funcionar,

em função de problemas relacionados à manutenção ou quebra do equipamento. Os não instalados representam aqueles poços que foram perfurados, tiveram um resultado positivo, mas não foram equipados com sistema de bombeamento e de distribuição. E por fim, os abandonados que incluem poços secos e/ou obstruídos, representados por aqueles que não apresentam possibilidade de captação de água.

A situação dessas obras, levando-se em conta seu caráter público ou particular, é apresentada em números absolutos no **quadro 1** e, em termos percentuais, na **figura 4**.

Quadro 1 – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisado	Não instalado	Abandonado
Público	7	4	0	2
Particular	18	4	0	1
Total	25	8	0	3

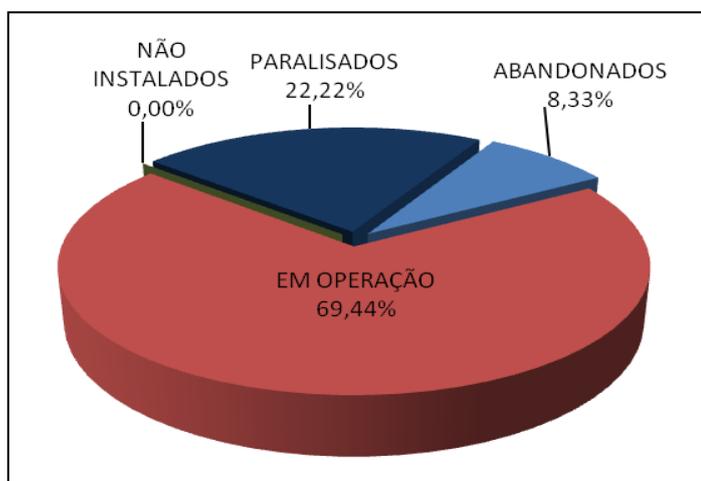


Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 14 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 04 poços para uso doméstico e animal, 01 para uso na indústria, 11 para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura) e em 06 não foram obtidas informações sobre a sua utilização. A **figura 6** exhibe em termos percentuais as diferentes destinações da água

subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão locados sobre terrenos sedimentares.

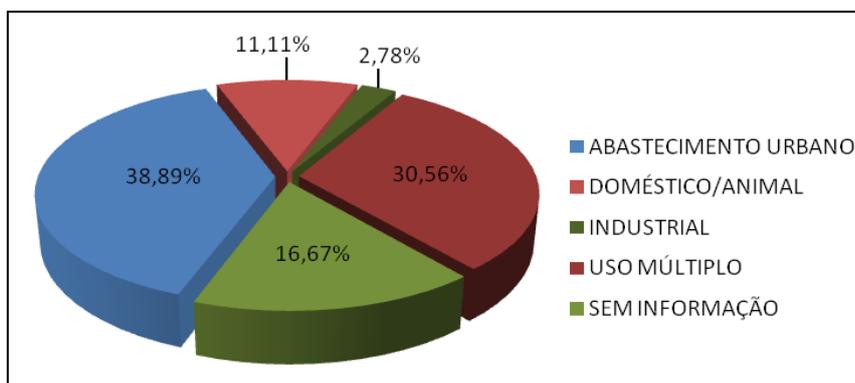


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

A **figura 7** mostra a relação entre os poços em operação e os poços desativados (paralisados e não instalados), mas passíveis de entrar em funcionamento. Verifica-se que 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 04. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 07 já existentes, em pleno uso.

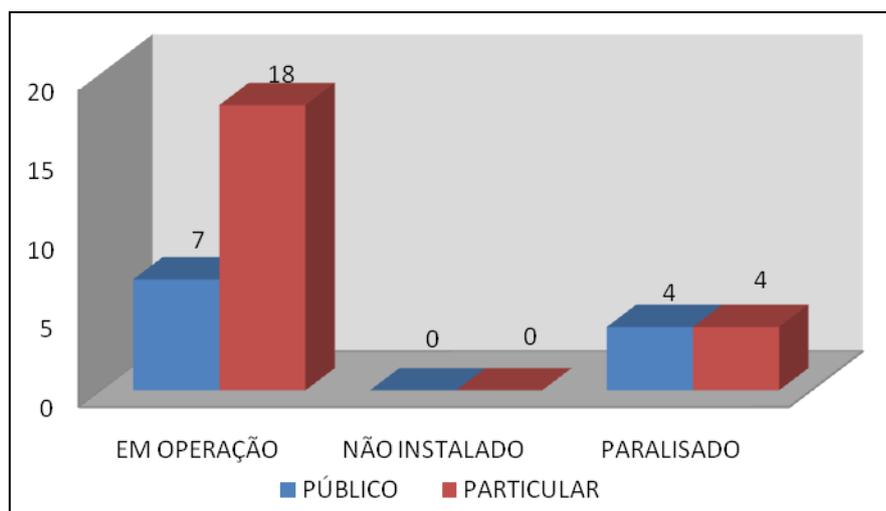


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas

Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 25 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir do valor da condutividade elétrica, medida por condutivímetro nas águas dos poços cadastrados e amostrados.

A água com demasiado teor de sais dissolvidos não é recomendável para determinados usos. De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, considera-se que águas com teores de STD menores do que 1.000 mg/L de sólidos totais dissolvidos são, em geral, satisfatórias para o uso doméstico, sendo consideradas de tipologia doce. Ressalta-se que para fins industriais podem ser utilizadas, respeitando-se os processos envolvidos, de acordo com critérios específicos de cada indústria.

Quadro 2 – Classificação das águas subterrâneas, quanto ao STD, segundo Mcneely *et al.* (1979).

Tipos de Água	Intervalo (mg/L)
Doce	< 1.000
Ligeiramente Salobra	1.000 – 3.000
Moderadamente Salobra	3.000 – 10.000

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 46,96 mg/L, com valor mínimo de 3,25 mg/L, encontrado na localidade Bela Vista (poço JJ 786) e valor máximo de 511,55 mg/L detectado na localidade Calcário (poço JJ 787). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 100,0% das águas se enquadram no tipo doce, **figura 8**.

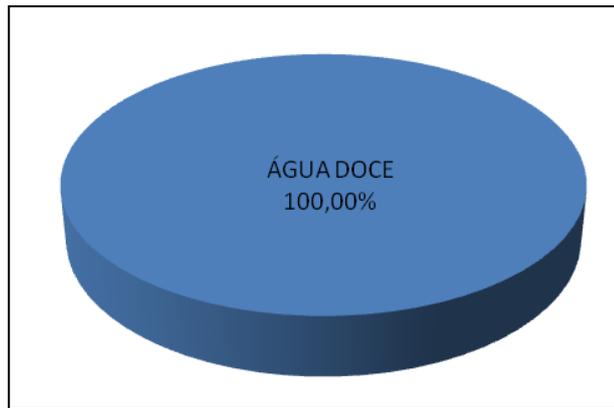


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

Os estudos hidrogeológicos e a análise e processamento dos dados coletados no cadastramento de poços no município de Alto Parnaíba permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, representado na área pelas formações Piauí (C2pi) - Carbonífero; Pedra de Fogo (P12pf) - Permiano; e Sambaíba (T12s) - Triássico; e pelos derrames basálticos da formação Mosquito (J1 β -m) – Jurássico;

7.2 – O inventário hidrogeológico, realizado no município de Alto Parnaíba, registrou a presença de 37 pontos d'água, sendo 36 poços tubulares e 01 poço amazonas;

7.3 - Todos os poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (12 poços), particulares (23 poços) e sem informações (01 poço);

7.4 - Em relação ao uso da água, 14 poços são utilizados para o abastecimento urbano; 04 para uso doméstico/animal; 01 para uso na indústria; 11 para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura); em 06 não foram obtidas informações sobre sua utilização;

7.5 - Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão localizados sobre terrenos sedimentares;

7.6 - Verifica-se que 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 04.

7.7 - O município do Alto Parnaíba apresenta dois domínios hidrogeológicos: o das rochas sedimentares, representado pelos sedimentos das formações Piauí (C2pi); Pedra de Fogo (P12pf) e Sambaíba (T12s); e o domínio hidrogeológico da formação Mosquito (J1 β -m).

7.8 - O aquífero Piauí apresenta em sua seção inferior uma litologia arenosa, podendo ser considerado um bom aquífero; enquanto que em sua seção superior, com uma litologia constituída por siltitos e folhelhos, apresenta uma permeabilidade fraca, constituindo uma zona pouco promissora para captação de água subterrânea. A formação Pedra de Fogo, com litologia essencialmente pelítica, torna-se uma unidade com fraco potencial hidrogeológico. O aquífero Sambaíba, constituído predominantemente por arenitos finos a médios, bem selecionados, apresenta uma boa permeabilidade, caracterizando-se com um potencial

hidrogeológico de médio a elevado, com excelente potencial para armazenamento e liberação de água subterrânea;

7.9 - A formação Mosquito, constituída por basaltos, a ocorrência de água subterrânea está relacionada a uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas com circulação restrita às fraturas abertas, dando origem a reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, comumente denominado “aquífero fissural”. Neste contexto hidrogeológico, em geral, o potencial é praticamente nulo;

7.10 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 25 poços;

7.11 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média, por poço, de 46,96 mg/L, com valor mínimo de 3,25 mg/L, encontrado na localidade Bela Vista (poço JJ 786) e valor máximo de 511,55 mg/L detectado na localidade Calcário (poço JJ 787). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 100,0% das águas se enquadram no tipo doce.

7.12 - Por não ser objetivo do projeto não foram realizados testes de bombeamento nos poços cadastrados;

7.13 - Em função da carência de dados dos poços existentes, do conhecimento de valores referenciais de vazões dos aquíferos da região e da imprecisão das informações coletadas, junto aos usuários e moradores, não foram abordados aspectos quantitativos das descargas de água subterrânea.

8 – RECOMENDAÇÕES

8.1 – A administração municipal deve conscientizar os líderes comunitários de que o sistema de abastecimento, onde o poço é a peça mais importante, pertence à comunidade e, dessa forma, devem protegê-lo e conservar em perfeito funcionamento, pois é uma obra de grande importância e benefício para todos da comunidade;

8.2 – Como é comum no município, locais de ocorrência aflorante do nível freático dos aquíferos, é importante conscientizar as comunidades sobre os riscos de contaminação desses mananciais, por lixos e fossas situados em locais inadequados, pois podem provocar sérias doenças de veiculação hídrica;

8.3 – A prefeitura municipal deve fazer anualmente análise físico-química completa nos poços públicos do município (tubular e amazonas), visando um acompanhamento sistemático da qualidade dessas águas para o seu uso adequado;

8.4 – Para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis no município é importante que se faça uma campanha de recuperação e instalação dos poços desativados e não instalados, com a finalidade de aumentar consideravelmente a disponibilidade de água;

8.5 – Deve ser assegurado, por parte do município, medidas de proteção sanitária na construção dos poços tubulares e amazonas, a fim de garantir boa qualidade de água para a população, do ponto de vista bacteriológico;

8.6 – Pela importância histórica e regional que representa o rio Itapecuru seu progressivo nível de poluição exige o desenvolvimento de um programa que vise o diagnóstico e o mapeamento das fontes poluidoras desse manancial.

9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G. A. de. Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1971. p. 113-122.

_____. **Bacia do Maranhão**: geologia e possibilidades de petróleo. Belém: PETROBRÁS/RENOR, 1969. Inédito.

AGUIAR, R. B. de. **Impacto da ocupação urbana na qualidade das águas subterrâneas na faixa costeira do município de Caucaia – Ceará**. 1999. Dissertação (Mestrado em Hidrologia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

ALCÂNTARA, E. H. de. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão-Brasil. **Caminhos de geografia – revista online**, São Luiz. Disponível em: <www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html> Acesso em: 23 abr. 2011.

ANDRADE, M. C. de. **Paisagens e problemas do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1969.

BRAGA, A. et al. **Projeto Fortaleza**: relatório final. Recife: DNPM;CPRM, 1977. v. 1.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SA. 23 São Luis e parte da folha SA. 24 Fortaleza**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. v. 3. (Levantamento de Recursos Naturais, 3).

BRITO NEVES, B.B. The Cambro-ordovician of the Borborema Province. **Boletim IG - Série Científica**, São Paulo, v. 29, p. 175-193, 1998.

CABRAL, J. Movimento das águas subterrâneas. In: FEITOSA, A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM, 2000. p. 35-52.

CALDAS, A. L. R.; RODRIGUES, M. DO S. Avaliação da percepção ambiental: estudo de caso da comunidade Ribeirinha da microbacia do Rio Magu. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, Rio Grande (RS), v.15, jul.-dez. 2005. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol15/art14.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

CAMPBELL, D.F. Estados do Maranhão e Piauí. In: Conselho Nacional do Petróleo. **Relatório de 1947**. Rio de Janeiro, 1948. p. 71-78.

CAMPOS, M. de et al. **Projeto Rio Jaguaribe**: relatório final. Recife:DNPM;CPRM, 1976. v. 1.

CEMAR. Sistema de Transmissão. 2011. Disponível em:
<http://www.mzweb.com.br/cemar/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45>. Acesso em: 21 jan. 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. 2000. Disponível em:
<http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?iIdUf=100121>. Acesso em: 23 jan. 2011.

_____. 2002. Disponível em:
<http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?iIdUf=100121>. Acesso em: 03 fev. 2011.

_____. 2009. Disponível em:
<http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?iIdUf=100121>. Acesso em: 21 fev. 2011.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea do Estado do Maranhão**: proposta técnica. Teresina: CPRM, 2009. 6 f. Inédito.

COSTA, J. L. **Programa Grande Carajás**: Castanhal, Folha SA.23-V-C- Estado do Pará. Belém: CPRM, 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. CD-ROM.

COSTA, J. L. *et al.* **Projeto Gurupi**: relatório final da etapa. Belém: CPRM, 1977. v.1.

COSTA, W. D.; SILVA, A.B. da. Hidrogeologia dos meios anisotrópicos. In: FEITOSA, A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM, 2000. p. 133-174.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta hidrogeológica do Brasil ao milionésimo**: Folha SB.23 - Teresina: bloco Nordeste. Inédito.

_____. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo: Sistema de Informações Geográficas-SIG: folha SB.23 Teresina.** Brasília: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

EMBRAPA. **Solos do Nordeste.** Recife, 2006. Disponível em:
<www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>. Acesso em: 11 jun. 2011.

FEITOSA, A. C. **O Maranhão primitivo: uma tentativa de constituição.** São Luís: Ed. Augusta, 1983.

_____. **Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA; REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006, Goiania. **Anais...** Goiânia, 2006. p.1-11.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico-cultural.** João Pessoa: Grafset, 2006.

GOÉS, A. M. **A Formação Poti (Carbonífero inferior) na Bacia do Parnaíba.** São Paulo: USP, 1995. 170 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar)-Universidade de São Paulo, 1995.

GOÉS, A. M. de O.; TRAVASSOS, W. A. S.; NUNES, K. C. **Projeto Parnaíba: reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias.** Belém: PRETROBRAS, 1993. 3 v.

GOÉS, A.M.O.; FEIJÓ, J.F. Bacia do Parnaíba. **B.Geoc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p. 57-67, 1994.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>
Acesso em: 01 mar. 2011.

IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.** São Luís, MA. 2003. 499 p.

IBGE. **Atlas do Estado do Maranhão.** Rio de Janeiro, 1984. 104 p., mapas color., il.

_____. **Censo 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **Mapas municipais estatísticos**. 2007. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/diagnosticos/maranhao.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2011.

_____. **Zoneamento geoambiental do estado do Maranhão**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador, 1997. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/diagnosticos/maranhao.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Perfil do Maranhão 2006/2007**. São Luís: IMESC, 2008. v.1.

_____. **Anuário Estatístico do Maranhão**. São Luís: IMESC, 2010. 791 p. v. 4.

JORNAL DO TEMPO. **Previsão**. Disponível em: <<http://jornaldotempo.uol.com.br>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

KEGEL, W. **Contribuição para o estudo do devoniano da Bacia do Parnaíba**. Rio de Janeiro: DNPM, 1953. 48 f. (Boletim 141).

KLEIN, E. L. et al. **Geologia e recursos minerais da folha Cândido Mendes SA.23-V-D-II, estado do Maranhão**: escala 1:100.000. Belém: CPRM, 2008. 150 p. il. Programa Geologia do Brasil - PGB.

KLEIN, E. L.; MOURA, C. A. V. Síntese geológica e geocronológica do Cráton São Luís e do Cinturão Gurupi na região do Rio Gurupi (NE – Pará / NW – Maranhão). **Geol.USPSér.Cient.**, São Paulo, v.3, p. 97-112, ago. 2003.

LEITE, J. F.; ABOARRAGE, A. M.; DAEMON, R. F. **Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba**: relatório final das etapas II e III. Recife: CPRM, 1975. v.1.

LEITES, S. R. (Org.) et al. **Presidente Dutra -SB.23-X-C**: estado do Maranhão. Brasília: CPRM, 1994. 100 p. il. Escala 1:250.000. 2 mapas. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa III.** Recife, DNPM/CPRM, 1978. v.1.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no Maranhão – PPCDMA: produto 4: síntese do diagnóstico, matriz do plano e contribuição do processo de consulta pública para elaboração.** Brasília, 2011.120p.

McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. Water quality sourcebook: a guide to water quality parameters. Ottawa, Canadá: [s.n.], 1979.

MESNER, J. C; WOOLDRIDGE, L. C. Estratigrafia das bacias paleozoica e cretácea do Maranhão. **B. Técn. Petrobrás**, Rio de Janeiro: Petrobrás, v.7, n.2, p. 137-164, Mapas. 1964.

MANOEL FILHO, J. Ocorrências das águas subterrâneas. In: FEITOSA, A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 2. ed. Fortaleza: CPRM, 2000. p. 13-33.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand, 1994. p. 253-308.

NOGUEIRA, N. M. C. **Estrutura da comunidade fitoplântica, em cinco lagos marginais do Rio Turiaçu, (Maranhão, Brasil) e sua relação com o pulso de inundação.** 2003. 122 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)-Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de São Carlos, São Paulo, 2003.

PASTANA, J. M. do (Org.). **Turiaçu- folha SA.23-V-D/ Pinheiro - folha SA.23-Y-B:** estados do Pará e Maranhão. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 1995. 205 p. il, Escala 1:250.000. 4 mapas. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

PETRI, S.; FÚLVARO, V. J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico).** São Paulo: T. A. Queiroz, USP, 1983. 631p. (Biblioteca de Ciências Naturais, 9).

PLUMMER, F. B. **Bacia do Parnaíba.** Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Petróleo, 1948. p. 87-143. Relatório de 1946.

RAMOS, W. L. B. e. **Composição do fitoplancton (zygnemaphyceae) de lagos da planície e inundação do Rio Pericumã, baixada maranhense, Maranhão – Brasil.** São Luís: Centro Federal de Educação do Maranhão, 2007. Trabalho de conclusão de curso.

RIBEIRO, J. A. P.; MEMO, F.; VERÍSSIMO, L. S. (Org.). **Caxias: Folha SB.23-X-B: estados do Piauí e Maranhão.** Brasília: CPRM, 1998. 130 p. il. 2 mapas. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.

SANTOS, E. J. dos. et al. A região de dobramentos nordeste e a Bacia do Parnaíba, incluindo o Cráton de São Luís e as bacias marginais. In: SCHOBENHAUS, C. (Coord.) et al. **Geologia do Brasil:** texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais - escala: 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984. p. 131-189.

SANTOS, J. H. S. dos. **Lençóis maranhenses atuais e pretéritos:** um tratamento espacial. 2008. 250 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, A. J. P. da. et al. Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozóicas interiores. In: BIZZI, L. A. (Ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil:** texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. p. 55-85.

SOARES FILHO, A. R. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba:** subprojeto hidrogeologia: relatório final – folha 07 – Teresina-NO. Recife: CPRM, 1979.2 v.

SUDENE. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste – Folha n. 4 – São Luís-SE.** Recife, 1977. 165 p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 51).

VALLADARES, C. C. et al. **Aptidão agrícola do Maranhão.** Campinas: Embrapa, 2005.

VIA RURAL. **Serviços:** áreas de proteção ambiental. <<http://br.viarural.com/>>. Acesso em: 08 set. 2011. Acesso em: 08 set. 2011.

APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-676	Taboca	-9,706062	-45,9144188	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Paralisado	Compressor		0,00
JJ-677	Boqueirão	-9,4181	-45,9229589	Amazonas	Público	Abastecimento urbano		13		Em operação	Submersa	48,2	31,33
JJ-678	Bonfim	-9,724038	-46,2361283	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Compressor	20,5	13,33
JJ-679	Morrinhos	-9,43238	-46,3017941	Tubular	Público	Abastecimento urbano	116			Em operação	Compressor	68,3	44,40
JJ-680	Morrinhos	-9,434649	-46,2891019	Tubular	Público					Paralisado			0,00
JJ-681	Pau Furado	-9,327521	-46,1987383	Tubular	Público					Paralisado	Submersa		0,00
JJ-682	Fazenda Salinas	-9,299455	-46,1537684	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	210	170		Em operação	Submersa	24	15,60
JJ-683	Fazenda Irmãos Boesing	-9,224476	-46,152261	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	180	130		Em operação	Submersa	8,59	5,58
JJ-684	Serra da Bacaba	-9,213624	-46,1463923	Tubular	Particular	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	65,9	42,84
JJ-685	Fazenda Jardim	-9,213002	-46,1466874	Tubular	Particular					Obstruído			0,00
JJ-686	Fazenda Esperança	-9,229245	-46,0894276	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	6,4	4,16
JJ-687	Fazenda Alto Paraná	-9,187666	-46,1316294	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	190			Paralisado	Submersa		0,00
JJ-688	Serra da Bacaba	-9,258342	-46,1211796	Tubular	Público	Abastecimento urbano	230	120		Em operação	Submersa	7,7	5,01
JJ-689	Serra da Bacaba	-9,268454	-46,1202891	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	240			Em operação	Submersa	7,6	4,94
JJ-690	Serra da Bacaba	-9,247157	-46,0599394	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	180			Em operação	Submersa	7,7	5,01
JJ-691	Serra da Bacaba	-9,184833	-46,0064025	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	165			Em operação	Submersa	11,1	7,22
JJ-777	Fazenda Campo Real	-8,984923	-46,0504282	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	200			Em operação	Submersa	7,8	5,07
JJ-778	Fazenda Pequena Holanda	-8,9868	-46,1184276	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	190			Paralisado	Submersa		0,00
JJ-779	Fazenda Pequena Holanda	-9,011026	-46,1454267	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	220			Em operação	Submersa		0,00
JJ-780	Fazenda Pequena Holanda	-8,992733	-46,1942805	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	160			Paralisado	Submersa	8	5,20
JJ-781	Fazenda Itapuá	-9,059537	-46,1781711	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	180	124		Em operação	Submersa	7,3	4,75
JJ-782	Fazenda Sandro	-9,106105	-46,3404287	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	180			Em operação	Submersa	11,4	7,41
JJ-783	Fazenda Mateiro	-9,016283	-46,4009715	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	130			Em operação	Submersa		0,00
JJ-784	Fazenda Cristalina	-9,058898	-46,4238776	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	200			Em operação	Submersa	8,8	5,72
JJ-785		-9,04545	-46,3668484	Tubular				75,7		Abandonado		15,3	9,95
JJ-786	Fazenda Bela Vista	-9,07895	-46,4532531	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	190			Em operação	Submersa	5	3,25
JJ-787	Calcário	-9,140196	-46,524042	Tubular	Particular	Indústria	200			Em operação	Submersa	787	511,55
JJ-788	Torre	-9,180155	-46,4744426	Tubular	Público	Abastecimento urbano	66	3		Em operação	Compressor	6	3,90
JJ-789	Fazenda São Pedro	-9,264516	-46,6417212	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	209	70		Em operação	Submersa	11,4	7,41
JJ-792	Fazenda Alvorada Baixo do Urucú	-9,099206	-46,6188044	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	166	40		Paralisado	Submersa		0,00
JJ-795	SEDE	-9,114522	-45,9331782	Tubular	Público	Abastecimento urbano	108			Em operação		173,3	112,65
JJ-796	Bairro São José	-9,120873	-45,9331031	Tubular	Público		100			Paralisado			0,00
JJ-797	Santa Cruz	-9,102903	-45,9339989	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100	0,5		Em operação	Submersa	170,8	111,02
JJ-798	Santa Cruz	-9,101535	-45,9325237	Tubular	Particular	Doméstico/Irrigação	80	3		Em operação	Centrífuga	171,3	111,35
JJ-799	Santa Cruz	-9,107269	-45,9350611	Tubular	Público					Abandonado			0,00
JJ-800	Santo Antonio	-9,111046	-45,9424801	Tubular	Público	Abastecimento urbano	103			Em operação	Submersa	139,3	90,55
JJ-801	Santo Antonio	-9,111105	-45,9487189	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	7,4	4,81

ANEXOS