

# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE AMARANTE DO MARANHÃO

**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**  
**AMARANTE DO MARANHÃO**

**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 - ASPDRI  
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 Amarante do Maranhão / 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](http://www.brasilturismo.blog.br);
2. **Fotografia de Pedra Caída, Carolina/MA** – extraída de [www.passagembarata.com.br](http://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 .....	10
2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	11
3 - OBJETIVO.....	12
4 - METODOLOGIA.....	12
5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	13
5.1 – Localização e Acesso.....	13
5.2 - Aspectos Socioeconômicos .....	14
5.3 - Aspectos Fisiográficos .....	16
5.4 – Geologia.....	21
6 - RECURSOS HÍDRICOS .....	22
6.1 - Águas Superficiais .....	22
6.2 – Águas Subterrâneas .....	24
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos .....	24
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados .....	25
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	28
7 – CONCLUSÕES .....	31
8 – RECOMENDAÇÕES .....	33
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

### 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 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 uma gestão eficiente. Além disso, as decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade dessas fontes hídricas.

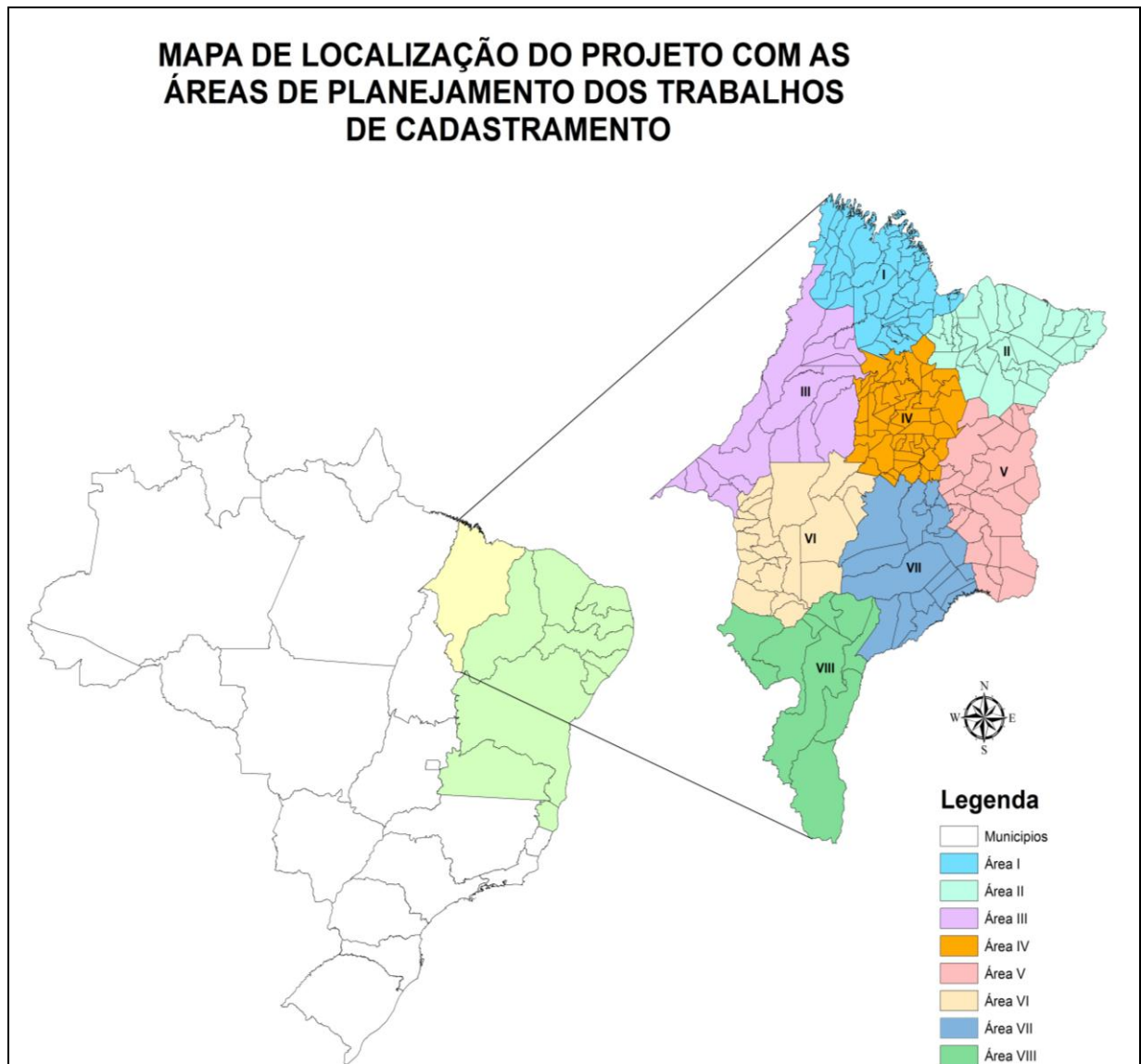
Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes, fato este agravado quando se observa a grande quantidade de captações de água subterrânea no semi-árido, 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 na região nordestina, no atendimento à população quanto à garantia de oferta hídrica, principalmente nos momentos críticos de estiagem, a CPRM está realizando 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 km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1** - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o 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 km<sup>2</sup>. 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.

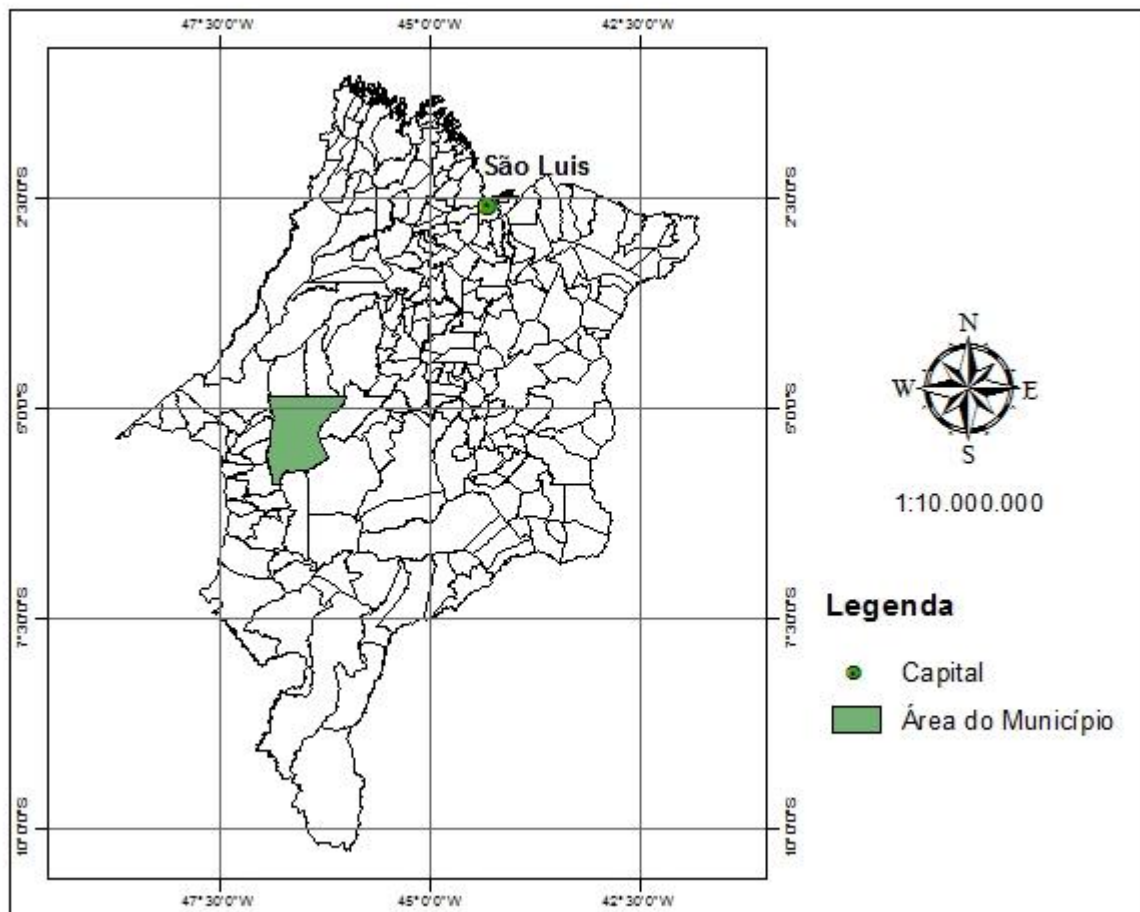
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

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 Amarante do Maranhão teve sua autonomia política em 31/12/1948, está inserido na Mesorregião Oeste Maranhense, dentro da Microrregião de Imperatriz (**Figura 2**), abrange uma área de 7.438 km<sup>2</sup>, com uma população de aproximadamente 37.894 habitantes e densidade demográfica de 5,09 habitantes/km<sup>2</sup>, (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Santa Luzia, Buriticupu e Bom Jesus das Selvas, ao Sul com os municípios de Grajaú, Sítio Novo e Montes Altos, a Leste com os municípios de Arame e Grajau e a Oeste com os municípios de Açailândia, João Lisboa, Senador La Rocque, Buritirana e Montes Altos, (*Google Maps*, 2011).



**Figura 2** - Mapa de localização do município de Amarante do Maranhão.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas:  $-05^{\circ}33'36''$  de Latitude Sul e  $-46^{\circ}44'24''$  de Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total de 678 km, se faz da seguinte maneira: 346 km pela BR –135 até a cidade de Presidente Dutra, 271 km pela BR-226 até a cidade de Grajaú e 61 km pela rodovia estadual MA–275 até a cidade de Amarante do Maranhão (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](http://www.ibge.gov.br)), da Confederação Nacional dos Municípios (CNM) ([www.cnm.org.br](http://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 Amarante do Maranhão pela lei estadual nº 996 de 21/10/1953. Segundo o IBGE (2010) cerca de 39,6% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 52,7% e o percentual dos que estão abaixo desse nível é de 41,19%.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares em Amarante do Maranhão: Educação Infantil (16,15%); Educação de Jovens e Adultos (5,92%); Educação Especial (0,53%); Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano (68%); Ensino Médio do 1º ao 3º ano (9,39%) conforme o IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 28% da população da faixa etária acima dos sete anos, dados da CNM (2000).

No campo da saúde conta com 20 estabelecimentos sendo 19 públicos e um de atendimento privado. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Amarante do Maranhão obteve baixo desempenho, com IDH de 0,582.

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 Amarante do Maranhão a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/242 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, a extração vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais e o setor empresarial com 106 unidades instaladas e o trabalho informal constituem as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Amarante do Maranhão é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende 2.440 domicílios através de uma central de abastecimento, (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que é lançado em cursos d'água permanentes, em lagoas e áreas livres públicas ou particulares e a disposição final do lixo urbano não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000), apenas 15,17% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 58,86% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 25,97% 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, de evitar a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. A coleta diferenciada para o lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada de forma inadequada juntamente com os demais resíduos urbanos, possibilitando um elevado risco de poluição aos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela ELETRONORTE através da CEMAR (2011) pelo Sistema Regional de Imperatriz que compreende a região Oeste maranhense. É suprido radialmente em 69 KV, composto por nove subestações, sendo seis na tensão 69/13,8 KV, uma na tensão 69/13,8/34,5 KV e duas na tensão 34,5/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010), existem 6.204 ligações de energia elétrica no município de Amarante do Maranhão.

### **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, flúviomarinha 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.

A região oeste maranhense abriga as áreas de planalto, com altitudes entre 200 e 300 metros, e as de planícies, com altitudes menores de 200 metros. A Faixa de Dobramentos Pré-Cambriana ocorre no médio e baixo rio Gurupi. O relevo nessas faixas corresponde às colinas e cristas dispostas, preferencialmente, na direção NW-SE, talhadas em rochas do embasamento cristalino do Complexo Maracaçumé e nos metassedimentos do Grupo Gurupi, caracterizado por colinas e lombas e planos rampeados em direção aos rios principais. A ação erosiva sobre as coberturas detrito-lateríticas, que recobrem os sedimentos da formação Itapecuru, originou um planalto dissecado do rio Gurupi ao rio Grajaú, com a drenagem principal orientada na direção SW-NE e N-S. Essa mesma ação possibilitou a elaboração de uma superfície plana, dissecada em alguns trechos, em lombas e colinas, contornando a Baixada Maranhense e estendendo-se para oeste até o rio Gurupi. A Superfície Gurupi caracteriza-se por uma superfície rampeada em direção ao rio Gurupi, talhada em formações sedimentares e dissecada em colinas e localmente morros, com as cotas altimétricas decaindo, de sul para norte e de leste para oeste, em direção ao rio Gurupi, variando de 20 metros, nas proximidades do litoral, até 300 metros, no limite com o Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú. Já na Superfície do Baixo Gurupi, localizada no extremo oeste do estado,

com altimetria variando de 10 a 40 m, o relevo apresenta-se plano em colinas e lombas, com superfície rampeada em direção ao litoral, esculpidas em rochas do embasamento cristalino do Complexo Tromaí. No Médio Gurupi, no noroeste do estado, o relevo caracteriza-se por uma dissecação em colinas e cristas dispostas, preferencialmente, de noroeste para sudeste, em função da estruturação geológica que expôs as rochas do embasamento do Complexo Maracaçumé e os metassedimentos do Grupo Gurupi. Entre as colinas e as cristas ocorrem planos rampeados. Essa unidade tem cotas altimétricas, que variam de 80 a 170 metros, e se encontram na área da Reserva Florestal do Gurupi. Na unidade do Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú, com altitudes entre 100 a 300 metros, o relevo apresenta-se limitado por escarpas que correspondem a restos de chapadas, de topo plano, que foram isolados pela dissecação e mantidas pelos níveis lateríticos. A Depressão de Imperatriz, posicionada na margem direita do rio Tocantins, está em níveis altimétricos de 95 m, chegando, em alguns trechos da área, a 300 m. Ela se caracteriza por relevos planos rampeados em direção às principais drenagens. Verificando-se, ainda, a presença de colinas e áreas abaciadas periodicamente inundadas. As Planícies Fluviais correspondem às várzeas e terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios principais, compostas pelas aluviões quaternárias, estando sujeitas às inundações durante as enchentes, e ocorrendo nos principais rios do estado.

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 oeste do estado, na Superfície Sublitorânea de Bacabal, a floresta foi devastada para dar lugar à implantação de grandes pastagens; o clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.700 a 1.900 mm. Na Superfície do Gurupi, tem-se a presença da Floresta Ombrófila, que se encontra conservada e se mantém em função da Reserva Florestal do Gurupi; o clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.600 mm a 2.000 mm. Na região do Baixo Gurupi, domina a vegetação Secundária de Floresta; o clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.600 a 2.000mm. Na região da Depressão de Imperatriz, em alguns trechos, ocorre o contato da Savana com a Floresta; o clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.300 a 1.800 mm. Na região do Planalto do Pindaré/Grajaú, a cobertura vegetal dominante é a Floresta Ombrófila, destacando-se também, em alguns trechos, a vegetação secundária e a Savana Arbórea Aberta; o clima regional varia de úmido, na parte norte da unidade, ao



subúmido a semiárido, no sul, com a pluviosidade variando de 1.000 a 1.800 mm. Na região das Planícies Fluviais, a vegetação dominante são as Formações Pioneiras, com influência fluvial, e as florestas ciliares ou mata de galerias, ocorrendo nos principais rios.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, Areias Quartzosas e Vertissolos (EMBRAPA, 2006). Latossolos Amarelos 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 com textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topo 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 as formações geológicas. As áreas onde ocorrem essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência, destacando-se as culturas de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. As 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.

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.

Vertissolos são solos minerais, hidromórficos ou não, argilosos (mais de 30% de argila), normalmente de cores escuras, com elevado nível de fertilidade natural, que

apresentam grande mudança de volume em função da variação do teor de umidade. Uma característica específica desse solo é o aparecimento de fendas durante a época seca. Os teores relativamente altos de argila com atividade alta tornam os solos muito plásticos e pegajosos, quando molhados, e de consistência extremamente dura, quando secos, além da baixa permeabilidade. São moderadamente profundos, imperfeitamente drenados e estão localizados em relevo plano a suavemente ondulado.

O município de Amarante do Maranhão está localizado na Mesorregião Oeste Maranhense, Microrregião de Imperatriz. A altitude da sede do município é de 249 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com temperaturas que oscilam entre 20,9°C e 29,5°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 191,9 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 6,9 a 133,2 mm e no período chuvoso de 85,9 a 273,4 mm, com média anual em torno de 1.426 mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo de Amarante do Maranhão, segundo Feitosa (2006), é formado por chapadas e planícies, se caracterizando por possuir um ambiente ondulado, contendo extensas áreas de baixada, ponteadas de relevos residuais que formam outeiros e superfícies tabulares, cujas bordas decaem em colinas de declividade variada. Os cursos d'água fazem parte da bacia hidrográfica do rio Pindaré e a vegetação é composta por floresta Ombrófila, floresta estacional decidual com encraves de cerrado, dados do IMESC (2008).

A floresta Ombrófila se caracteriza por possuir árvores altas com formação densa. No entanto em decorrência do desmatamento as espécies desse bioma se encontram espaçadas e intercaladas por uma formação vegetal secundária formada por arbustos e gramíneas. A floresta estacional decidual é típica de regiões planálticas, se caracteriza por possuir árvores de médio e grande porte que perdem suas folhas durante o período de estiagem. O cerrado caracteriza-se por possuir espécies de pequeno porte com galhos e troncos retorcidos e suberizados tipicamente de solos pobres e rasos.

## 5.4 – Geologia

O município de Amarante do Maranhão 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 Cretáceo está representado pelos sedimentos das formações Codó (K1c) e Itapecuru (K12it); o Quaternário, pelos Depósitos Detrito-Lateríticas (Nd).

Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) foi quem primeiro descreveu os folhelhos betuminosos associados aos calcários no vale do rio Itapecuru, na região de Codó-MA. Segundo Leite *et al.* (1975), a formação Codó consiste, litologicamente, em sua seção inferior, a conglomerados basais, sobrepostos a folhelhos cinza-esverdeado a pretos, localmente betuminosos, com fraturas preenchidas por pirita, além de níveis de calcário e camadas de gipsita. A seção média inicia-se por conglomerado polimítico, com seixos representativos da seção inferior retrabalhada, passando para folhelhos com ostracodes. No topo da unidade, tem-se arenitos e siltitos cinza, carbonosos, com restos vegetais calcíferos e piritosos. As áreas de afloramentos dos sedimentos da formação Codó são geralmente restritas e descontínuas. Ocorrem normalmente nos vales dos principais cursos d'água da região central da bacia. Estendem-se desde o flanco oeste, na região noroeste da confluência do rio Tocantins com o rio Araguaia, até o vale do Parnaíba, na região nordeste, próximo a Esperantina-PI. Carneiro (1974 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) estimou para a formação Codó a espessura de 75 a 80 metros na região de Sítio Novo, no município de Grajaú. Lima & Leite (1978) assinalam ao longo do rio Tocantins até a região de São José do Mearim, no Maranhão, espessura em torno de 20 metros; a norte de Marabá, no Pará, 15 metros; e, nas regiões de Codó (MA) e Esperantina (PI), sua espessura não ultrapassa 12 metros. Ocupa uma vasta área no extremo sul estendendo-se para leste do município de Amarante do Maranhão.

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1950 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) foi quem primeiro descreveu essa unidade, denominando-a de formação Serra Negra. Posteriormente, passou a usar o termo Itapecuru, atribuindo-lhe idade cretácea, posicionando-a, com discordância local, sobre a formação Codó. Litologicamente, essa unidade consiste, no flanco

oeste e noroeste da bacia, de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada. Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de grande porte. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios. O contato inferior da unidade com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais. Revela extensas e contínuas áreas de exposição, notadamente na região centro-oeste, norte e centro-leste da bacia, bem como, em faixas isoladas e restritas no flanco oeste, a W do município de Araguaiana e Colinas de Goiás. Sua espessura aflorante é superior a 200 metros. Os perfis de furos estratigráficos indicam espessuras variáveis de 270m (poço VGst-1MA), 400m (poço PMst-1-MA) e 600m (poço PAF-3-MA), segundo (Lima & Leite, 1978). Aflora em praticamente todos os quadrantes do município de Amarante do Maranhão, ao longo das drenagens dos rios Pindaré, Buriticupu, Serozal, Taruparu, Zutiua ou Gentil

Os Depósitos Detrito-Lateríticas (Nd), litologicamente, são sedimentos semiconsolidados ou incoerentes, mal classificados, de matriz areno-argilosa, com seixos de quartzo, caulim e limonita dispersos. A coloração é amarelada ou avermelhada, em decorrência da infiltração de óxidos de ferro. No contato com as rochas sotopostas, o material é mais grosseiro, às vezes conglomerático, com maior concentração de seixos de quartzo. As coberturas têm espessura variada, podendo atingir até 30 metros e, morfologicamente, apresentam-se como capeamentos de platô, encontradas nos mais diferentes níveis topográficos. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Amarante do Maranhão, expondo-se amplamente na sede municipal (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 Amarante do Maranhão é drenado pela bacia hidrográfica do rio Pindaré. Juntamente com os rios Munim, Itapecuru e Mearim, constitui um conjunto de bacias hidrográficas que deságua no Golfão Maranhense, drena uma área de aproximadamente 44.250 km<sup>2</sup> (IBGE, 1978) e situa-se inteiramente no estado do Maranhão. Suas nascentes estão localizadas na serra do Gurupi, em cotas acima de 300 m de altitude. A partir das nascentes, o rio Pindaré corre com poucos meandros no sentido sul-norte, até próximo à sede do município de Bom Jesus das Selvas, quando assume a direção sudoeste-nordeste. De Alto Alegre do Pindaré até as imediações de Pindaré-Mirim, o curso do rio assume o rumo oeste-leste, tomando a partir daí aspecto meandriforme e formando grandes lagos na região da Baixada Maranhense, como os de Viana e Penalva, para depois infletir na direção nordeste, até desaguar no rio Mearim, após um percurso de aproximadamente 436 km. O trecho médio superior flui sobre terrenos da formação Itapecuru, enquanto o trecho inferior está assentado sobre sedimentos Quaternários. No início do seu curso, o rio Pindaré apresenta uma largura que varia de 50 a 80 m, chegando a atingir 220m nos últimos quilômetros. Suas margens, no trecho à jusante de Pindaré-Mirim, são baixas, planas e sujeitas a inundações, com muitas lagoas marginais que, nos períodos das cheias, se interligam com os rios e lagos da Baixada Ocidental Maranhense. Esse rio tem como principais afluentes os rios Buriticupu, Negro, Paragominas, Zutiua, Timbira, Água Preta e Santa Rita. Além do rio Pindaré, drenam a área do município os rios Zutiua e Arapapa e os igarapés Timbira, Arapapá, Brejinho, do Fausto, Axinxá, Porco Morto, Taboca, do Camburão, Jenipapo, Água Preta, Arapazial, Buritizal, dentre outros. Além do rio Pindaré, drenam a área do município de Amarante do Maranhão os rios Buriticupu, Casa Só, Serozal, Taruparu, Santana, Zutiua ou Gentil e os riachos: Tapuio, Batalha, Faveira, dos Paranãs, Varandado, Mata Velha, Pau Ferrado, Água

Fria, Água Bonita, Boral, Cajueiro, Zé Paz, Marimbondo, Gameleira, Três Bocas, 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 monoclinal 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 Amarante do Maranhão apresenta um domínio hidrogeológico: o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações

Codó (K1c) e Itapecuru (K12it); e pelos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Detrito-Lateríticas (Nd). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados um total de 96 pontos d'água, sendo todos poços tubulares (100,0%).

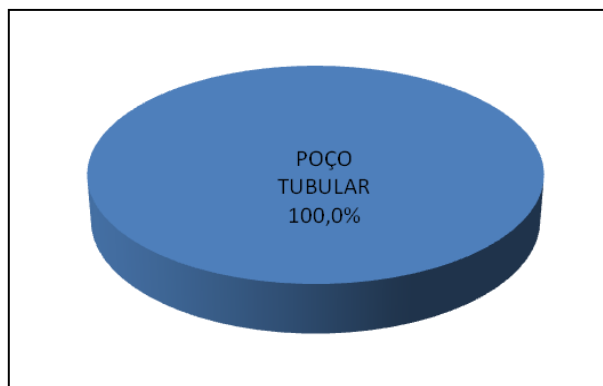
A formação Codó, representada, predominantemente, por siltitos, folhelhos e arenitos muito finos, argilosos, calcários e lentes de gipsita, caracteriza-se como um aquífero, ou seja, uma unidade semipermeável, delimitada no topo e/ou na base por camadas de permeabilidade muito maior, segundo Manoel Filho (2000). Seu potencial hidrogeológico é muito fraco a fraco. Pode ser explorada no município de Amarante do Maranhão, principalmente através de poços tubulares rasos e poços escavados, tipo “amazonas”.

O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre e semiconfinado, na área do município. Apresenta uma constituição litológica reunindo arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, esbranquiçados, avermelhados e cremes, com níveis sílticos e argilosos que caracteriza uma permeabilidade fraca a regular e uma produtividade de média a fraca com os poços tubulares apresentando vazões entre 3,2 a 25,0m<sup>3</sup>/h. Esse aquífero é alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; pela infiltração vertical ascendente, através das formações inferiores e contribuição dos rios influentes. Os 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 uma maior evapotranspiração nas áreas de recarga; a infiltração vertical descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

As Coberturas Detrito-Lateríticas são representadas por cangas lateríticas, arenitos, argilitos e conglomerados. Essas características litológicas determinam um aquífero com baixa permeabilidade e, conseqüentemente, com uma baixa produtividade, sendo explorados por meio de poços manuais de grandes diâmetros, tipo “amazonas”.

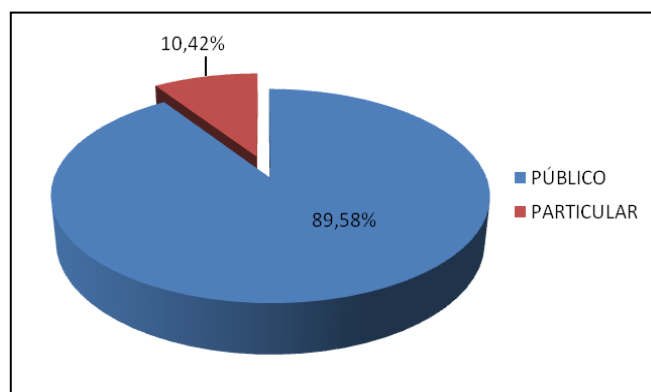
### **6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados**

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Amarante do Maranhão, registrou a presença de 96 pontos d'água, sendo todos poços tubulares, representativo (**Figura 3**).



**Figura 3** - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 100% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentados, ficarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (86 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (10 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.



**Figura 4** - Natureza dos poços cadastrados no município de Amarante do Maranhão.

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**.

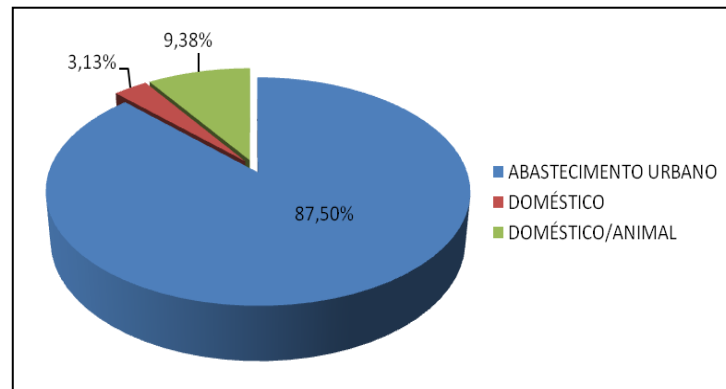
**Quadro 1** – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
<b>Público</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>Particular</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>



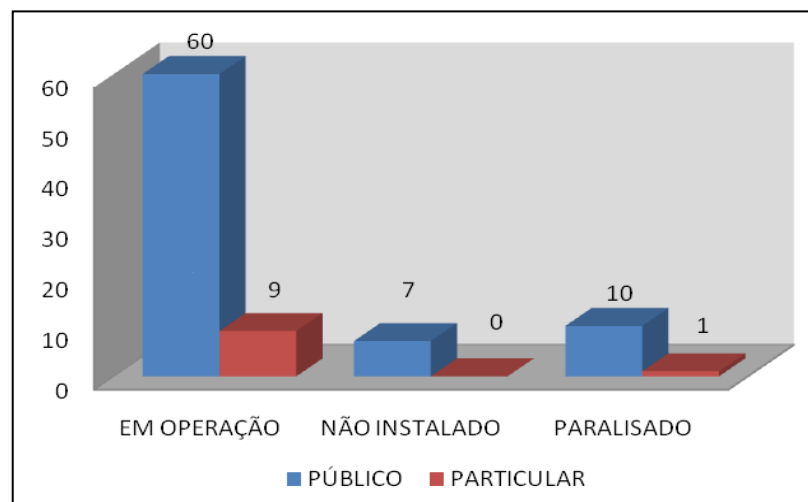
**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados.

Em relação ao uso da água 84 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 03 poços são para uso doméstico e 09 são para uso doméstico e animal. Nenhum poço cadastrado tem é utilizado na indústria, irrigação, pecuária, bem como para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura). A **figura 6** exibe 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 localizados 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 17 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 01. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 60 (sessenta) 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 62 poços, que é a capacidade de

uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

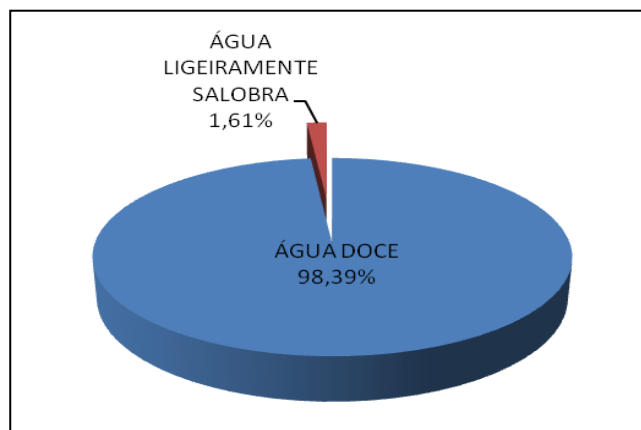
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir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

<b>Tipos de Água</b>	<b>Intervalo (mg/L)</b>
<b>Doce</b>	<b>&lt; 1.000</b>
<b>Ligeiramente Salobra</b>	<b>1.000 – 3.000</b>
<b>Moderadamente Salobra</b>	<b>3.000 – 10.000</b>

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 122,34 mg/L, com valor mínimo de 2,64 mg/L, encontrado na localidade Belo Monte II (poço JE 479) e valor máximo de 1.024,40 mg/L detectado na localidade Belo Monte I (poço JE 478). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 98,39% das águas se enquadram no tipo doce e 1,61% são ligeiramente salobra, **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 Amarante do Maranhão permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos das formações Codó (K1c) e Itapecuru (K12it) - Cretáceo; Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos (Nd) - Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Amarante do Maranhão, registrou a presença de 96 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos 87 poços tubulares, quando estão em terrenos de servidão pública e particulares 09 poços tubulares, quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 84 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 03 poços são para uso doméstico e 09 são para uso doméstico e animal;

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 17 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares registram apenas 01.

7.7 - O município de Amarante do Maranhão apresenta dois domínios hidrogeológicos: o das rochas sedimentares, representado pelos sedimentos das formações Codó (K1c), Itapecuru (K12it) e pelos Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos (Nd);

7.8 - A formação Codó, reunindo arenitos muito finos, argilosos, siltitos, folhelhos e lentes de silxitos, ou seja, com litologia essencialmente pelítica, torna-se uma unidade com fraco potencial hidrogeológico. Esse aquífero é explorado no município, principalmente através de poços tubulares rasos;

7.9 - O principal aquífero, para exploração de água subterrânea, no município, é o aquífero Itapecuru. Ocorre como aquífero livre ou semiconfinado. Por ser formado litologicamente por arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com intercalações de siltitos e argilitos, pode ser classificado como de potencial hidrogeológico de fraco a médio, com vazões variando entre 5,0 a 12,0 m<sup>3</sup>/h, podendo, em alguns casos, atingir mais de 40,0m<sup>3</sup>/h;

7.10 - As Coberturas Detríticas e/ou Lateríticas, representadas por lateritas, arenitos, argilitos e conglomerados, essas características litológicas determinam um aquífero com baixa permeabilidade e, conseqüentemente, com uma baixa produtividade, sendo explotados através de poços manuais de grandes diâmetros, tipo amazonas;

7.11 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 62 (sessenta e dois) poços;

7.12 - A Condutividade Elétrica, obtida nas amostras analisadas dos poços cadastrados apresenta em 98,39%, baixos valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), caracterizando a água como doce, ou seja, de boa potabilidade para o consumo humano, como determina a Portaria do MS nº 518/2004 e em 1,61% são caracterizadas como ligeiramente salobras;

7.13 - Em termos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 122,34 mg/L, com valor mínimo de 2,64 mg/L, encontrado na localidade Belo Monte II (poço JE 479) e valor máximo de 1.024,40 mg/L detectado na localidade Belo Monte I (poço JE 478). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 98,39% das águas se enquadram no tipo doce e 1,61% são ligeiramente salobra;

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

7.15 - 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](http://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/ceмар/web/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45](http://www.mzweb.com.br/ceмар/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](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](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](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, 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.

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

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

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](http://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.

GÓES, 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.

GÓES, 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](http://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 inundações 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)
JE384	Vaquejada	-4,8715961	-46,0123749		Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	630	409,50
JE423	Rua Joel Ferreira	-5,5829656	-46,7422823	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	59	38,35
JE424	Rua Fortunato Viana	-5,5799017	-46,7408931	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	71	46,15
JE425	Rua Fortunato Viana	-5,5798386	-46,7409883	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	127	82,55
JE426	Rua Tancredo Neves	-5,5723795	-46,7401709	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	55	35,75
JE427	Bairro São Raimundo	-5,5733019	-46,7497165	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	118	76,70
JE428	Rua São Sebastião	-5,5676861	-46,7520755	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	98	63,70
JE429	Trizidela I Colégio Vicente Sales	-5,5586098	-46,7535024	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	168	109,20
JE430	Trizidela II	-5,5570554	-46,7519663	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	73	47,45
JE453	Bom Dia	-5,5512275	-46,2805861	Tubular	Público	Abastecimento urbano	252			Em operação	Compressor de ar	28	18,20
JE473	Povoado Boa Vista	-5,6148385	-46,5000862	Tubular	Público	Abastecimento urbano	220			Em operação	Submersa	310	201,50
JE474	Povoado Margarida Alves	-5,5837965	-46,4510721	Tubular	Público	Abastecimento urbano	220			Em operação	Compressor de ar	595	386,75
JE475	Povoado São José	-5,5926574	-46,3919899	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Paralisado	Compressor de ar		0,00
JE476	Nova Esperança	-5,6368596	-46,4575462	Tubular	Público	Abastecimento urbano	115			Em operação	Compressor de ar	491	319,15
JE477	Greenville	-5,6155871	-46,4610449	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Paralisado	Compressor de ar		0,00
JE478	Belo Monte I	-5,5874467	-46,3469299	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	1576	1.024,40
JE479	Belo Monte II	-5,5353181	-46,3559729	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Compressor de ar	4	2,60
JE480	Olga Benaria	-5,6746078	-46,4106715	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Submersa	325	211,25
JE481	Fazenda Lagoa Grande	-5,7036896	-46,4197517	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	204			Em operação	Submersa	352	228,80
JE482	Piripiri dos Lucas	-5,73068	-46,468699	Tubular	Público	Abastecimento urbano	118			Em operação	Submersa	284	184,60
JE483	Fazenda São Pedro	-5,6598028	-46,5631944	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	94			Em operação	Submersa	463	300,95
JE484	Casulo	-5,5823062	-46,8072372		Público	Abastecimento urbano	110			Paralisado		76	49,40
JE485	Bananal	-5,7618703	-46,7661001	Tubular	Público	Abastecimento urbano	87			Paralisado	Compressor de ar		0,00
JE486	Gameleira	-5,7055499	-46,7892082	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Compressor de ar	13	8,45
JE487	Mundo Novo	-5,5917585	-46,5468429	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Em operação	Compressor de ar	426	276,90
JE488	Curitiba	-5,7216695	-46,6231841	Tubular	Público	Abastecimento urbano	105			Em operação	Submersa	95	61,75
JE489	Formosa	-5,3717866	-46,4665212	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Em operação	Compressor de ar		0,00
JE569	Fazenda Morada do Sol	-5,2749664	-46,7994566	Tubular	Público	Doméstico / Animal				Em operação	Submersa	88	57,20
JE570	Aldeia Cana Brava	-5,116126	-46,7341877	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Em operação	Compressor de ar	128	83,20
JE571	Fazenda Flanena	-5,2593828	-46,7431409	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	42			Em operação	Submersa	122	79,30
JE572	Fazenda São Raimundo	-5,2948738	-46,7889101	Tubular	Público	Doméstico/Animal	132			Em operação	Submersa	127	82,55
JE573	Aldeia Olho D'água	-5,3084297	-46,7089159	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65			Em operação	Compressor de ar	33	21,45
JE574	Aldeia Três Passagem	-5,2954639	-46,7251916	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	153	99,45
JE575	Centro dos Carros (Cate)	-5,3112943	-46,5283013	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor de ar	29	18,85
JE576	Nova Cabicera	-5,1005478	-46,5705032	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Não instalado			0,00
JE577	Aldeia Lagoa Comprida	-5,0576378	-46,5562929	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor de ar	105	68,25
JE578	Aldeia Catitu	-5,1241619	-46,5718926	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Não instalado			0,00
JE579	Aldeia Buração	-5,1370902	-46,5747143	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Não instalado			0,00
JE580	Aldeia Guaruhu	-5,2291221	-46,555338	Tubular	Público	Abastecimento urbano	82			Em operação	Compressor de ar	245	159,25
													24

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)
JE581	Aldeia Vila Feliz	-5,3058226	-46,5616036	Tubular	Público	Abastecimento urbano	84			Em operação	Compressor de ar	36	23,40
JE582	Aldeia Arariboia	-5,3755386	-46,5951903	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	48	31,20
JE583	Aldeia Novo Funil	-5,372572	-46,6020674	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Não instalado	Submersa		0,00
JE584	Aldeia Jussarau	-5,3437222	-46,6391356	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	4,7		Não instalado			0,00
JE585	Aldeia Jussarau	-5,3434003	-46,6387386	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Abandonado	Compressor de ar		0,00
JE586	Aldeia Mucura	-5,3236271	-46,6695786	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	222	144,30
JE587	Aldeia Bacabau	-5,3278542	-46,660502	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	242	157,30
JE588	Aldeia Tarumã	-5,3381968	-46,6510338	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	178	115,70
JE589	Aldeia Lagoa Queta	-5,3584583	-46,6284336	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Em operação	Submersa	131	85,15
JE590	Aldeia Jussarau	-5,35105	-46,6405947	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Paralisado	Submersa		0,00
JE591	Povoado Campo Formoso	-5,3666014	-46,6369362	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	93	60,45
JE592	Aldeia Borges	-5,4252667	-46,6560388	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor de ar	22	14,30
JE593	Aldeia Favera	-5,436194	-46,6328753	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	40	26,00
JE594	Aldeia Riachim	-5,4719801	-46,7109008	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Paralisado	Compressor de ar		0,00
JE595	Aldeia Riachim	-5,4731227	-46,7103107	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	15	9,75
JE596	Aldeia Barriguda	-5,442406	-46,7040611	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor de ar	36	23,40
JE597	Aldeia Nova	-5,52696	-46,7057777	Tubular	Público	Abastecimento urbano	98			Em operação	Submersa	33	21,45
JE598	Aldeia Governador	-5,5601818	-46,6695572	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Não instalado	Submersa		0,00
JE599	Aldeia Governador	-5,5599351	-46,6705872	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Paralisado	Compressor de ar		0,00
JE641	Aldeia Zutiwa	-5,3021898	-46,3516847	Tubular	Público	Abastecimento urbano	420			Em operação	Submersa	27	17,55
JE645	Aldeia Angico Torzo	-5,1260479	-46,2158949	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	278	180,70
JE655	Aldeia Trucuí	-4,8608037	-46,0137276	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor de ar	165	107,25
JE656	Aldeia Tiririca	-4,9117834	-46,0278871	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	457	297,05
JE657	Povoado Lagoa	-5,0582623	-46,8007592	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Submersa		0,00
JE658	Povoado Alto Bonito	-5,0155341	-46,7990863		Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa		0,00
JE659	Povoado Pé de Jaca / Alvorada II	-4,999612	-46,8438682	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa		0,00
JE660	Povoado Serra Pelada	-4,9709952	-46,8522901	Tubular	Particular	Doméstico	203			Em operação	Submersa	108	70,20
JE661	Povoado Serra Pelada	-4,9688599	-46,8534175	Tubular	Público	Abastecimento urbano	240			Não instalado			0,00
JE662	Povoado El. Shaday	-4,9441087	-46,8890608	Tubular	Público	Abastecimento urbano	190			Paralisado	Submersa	158	102,70
JE663	Assentamento da Creuza	-4,9270802	-46,8681046	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Submersa	87	56,55
JE664	Povoado Cikel	-4,982855	-46,7602079	Tubular	Público	Abastecimento urbano	440			Paralisado	Submersa	129	83,85
JE665	Povoado Cikel	-4,9816595	-46,7611647	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Abandonado			0,00
JE666	Vila Fortaleza	-5,0575042	-46,7635243	Tubular	Público	Abastecimento urbano	238			Em operação	Submersa	284	184,60
JE667	Vila Fortaleza	-5,0573952	-46,7635266	Tubular	Público	Abastecimento urbano	138			Abandonado			0,00
JE668	Povoado Jenipapo	-5,4059974	-46,4444737	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Compressor de ar	139	90,35
JE669	Povoado Jenipapo	-5,4061024	-46,4426501	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Compressor de ar		0,00
JE670	Povoado Melancia	-5,4070641	-46,4564085	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100	20		Em operação	Compressor de ar	103	66,95
JE671	Povoado Abobora	-5,3899683	-46,4827961	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80	5,84		Paralisado		198	128,70
JE672	Povoado Jabuti	-5,2513908	-46,8531086	Tubular	Público	Abastecimento urbano	82			Abandonado			0,00



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)
JE673	Povoado Jabuti	-5,2139226	-46,8552701	Tubular	Particular	Doméstico	100			Em operação	Submersa		0,00
JE674	Assentamento Limão / Alvorada	-5,0168701	-46,8592959	Tubular	Público	Abastecimento urbano	250			Em operação	Submersa		0,00
JE675	Povoado Alvoradinha	-5,0989477	-46,8642856	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa		0,00
JE676	Povoado Alvoradinha	-5,1023749	-46,8633821	Tubular	Público	Abastecimento urbano	230			Abandonado			0,00
JE677	Região do Jabuti	-5,2255758	-46,8208123	Tubular	Particular	Doméstico	100			Em operação	Submersa		0,00
JE678	Fazenda Pindaré	-5,2058632	-46,8089819	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	80	78		Paralisado	Submersa		0,00
JE679	Fazenda Pindaré	-5,2656858	-46,7927025	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	50			Em operação	Submersa		0,00
JE719	Rua Coelho Neto	-5,5660306	-46,743963	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Em operação	Submersa	157	102,05
JE720	Rua Coelho Neto	-5,566028	-46,7440438	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Abandonado			0,00
JE721	Rua Coelho Neto	-5,5691687	-46,7414871	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	97	63,05
JE722	Rua Coelho Neto	-5,569237	-46,7414688	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Abandonado			0,00
JE723	Povoado Mundo Novo	-5,5136946	-46,7904799	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	227	147,55
JE724	Grotão	-5,4840208	-46,8172548	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa		0,00
JE725	Grotão	-5,4839985	-46,8172212	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Abandonado			0,00
JE726	Pindarezinho I	-5,4990907	-46,9250513	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	246	159,90
JE727	Pindarezinho II	-5,4977038	-46,9269057	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Abandonado			0,00
JF176	Fazenda Caneleiro	-4,890359	-46,704474	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	120			Em operação	Submersa	167,1	108,62
JF177	Fazenda Vandy do Aliança	-4,905862	-46,718416	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	190			Em operação	Submersa	79,2	51,48

## ANEXOS