

# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE SANTANA 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**  
**SANTANA 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 Edílson 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 Santana 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 .....  | 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 .....                                      | 20 |
| 6 - RECURSOS HÍDRICOS .....                               | 23 |
| 6.1 - Águas Superficiais .....                            | 23 |
| 6.2 – Águas Subterrâneas.....                             | 23 |
| 6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados .....           | 26 |
| 6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas..... | 29 |
| 7 – CONCLUSÕES.....                                       | 32 |
| 8 – RECOMENDAÇÕES .....                                   | 34 |
| 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                      | 35 |

### 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.

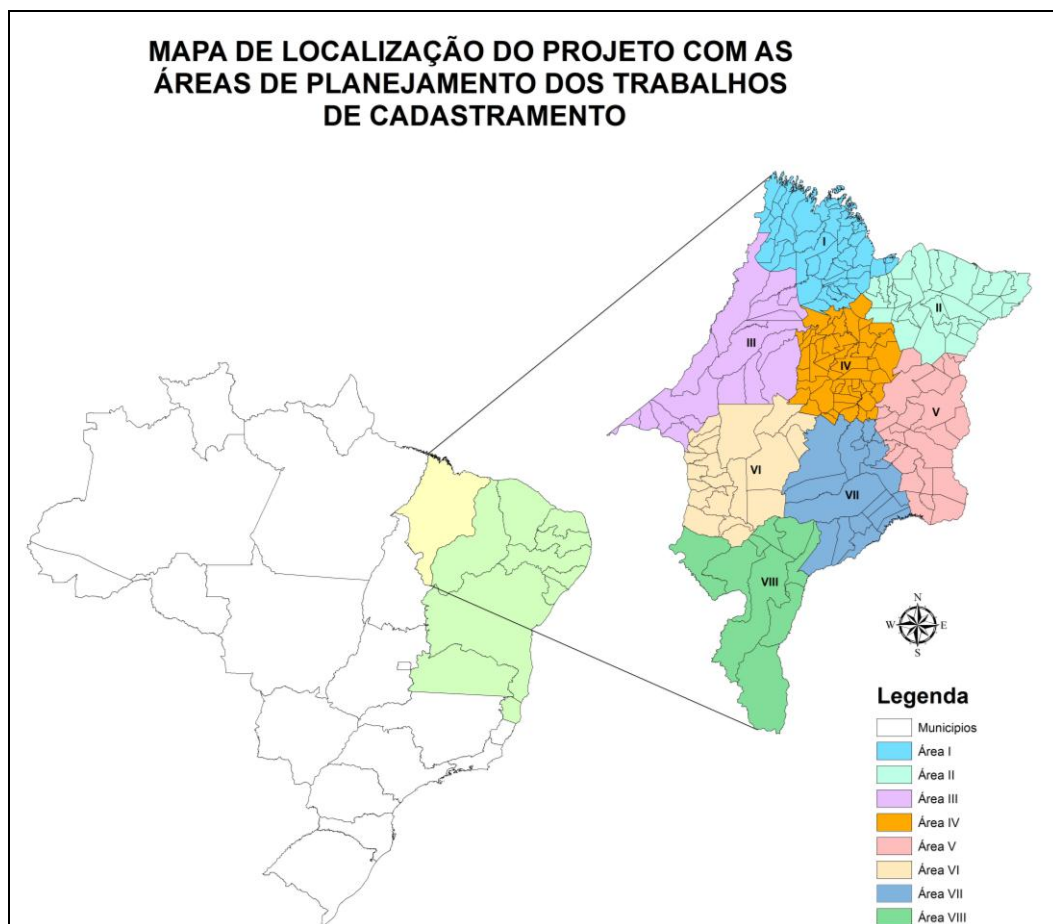
Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, 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.

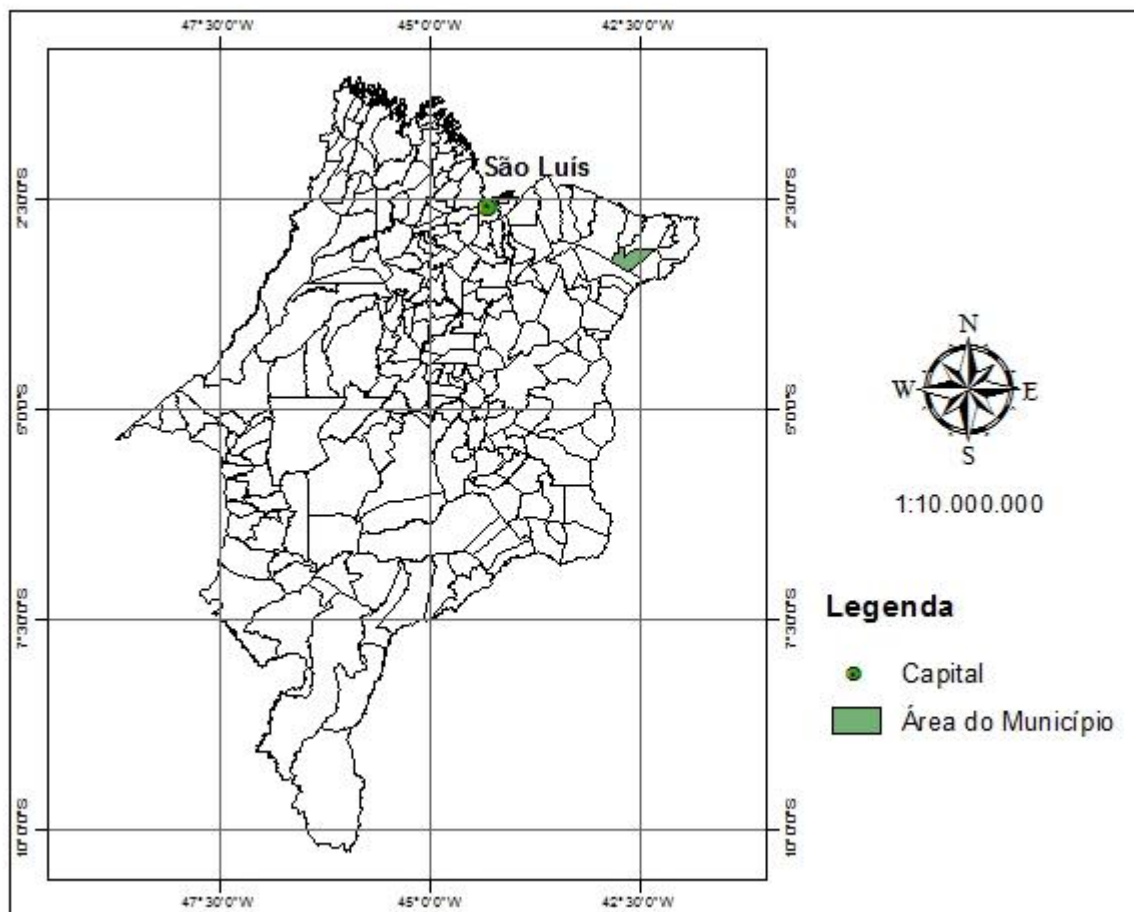
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

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**

A cidade de Santana do Maranhão teve sua autonomia política em 10/11/1994 e está inserida na mesorregião Leste maranhense, na microrregião Baixo Parnaíba maranhense (**Figura 2**), compreendendo uma área de 932,1 km<sup>2</sup>, uma população de aproximadamente 11.661 habitantes e uma densidade demográfica de 12,51 habitantes/km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Água Doce do Maranhão, Tutóia e Paulino Neves; ao Sul com Santa Quitéria; a Leste com Araiões e São Bernardo e a Oeste com Barreirinha (*Google Maps*, 2011)



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

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas  $-3^{\circ}06'36''$  de latitude sul e  $-42^{\circ}24'36''$  de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luís, capital do estado, em um percurso total em torno de 432 km, se faz da seguinte forma: 105 km pela rodovia BR-135 até a cidade de Itapecuru Mirim, 141 km pela BR-222 até a cidade de Chapadinha, 166 km pelas Rodovias MA-230/034, 20 km por uma estrada vicinal até a cidade de Santana 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 (IMESC).

O município foi elevado à condição de cidade, com a denominação de Santana do Maranhão, pela Lei Estadual nº 6.176 de 10/11/1994. Segundo o IBGE (2010), cerca de 15,8% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 58,78% e 46,5% respectivamente.

Na educação, Segundo dados do IMESC (2010), destacam-se os seguintes níveis escolares presentes na sociedade: Educação Infantil (14,69%); Educação de Jovens e Adultos (11,90%); Ensino Fundamental (63,49%); Ensino Médio (10%). O analfabetismo atinge mais de 49% da população da faixa etária acima de 07 anos, dados da CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com dois estabelecimentos públicos de atendimento. No censo de 2000, o Estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Santana do Maranhão obteve um dos piores desempenhos, com IDH de 0,488.

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 Santana do Maranhão a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/215 habitante, segundo o IMESC (2010).

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

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

De acordo com os dados da CNM (2000), a coleta de lixo domiciliar é inexpressiva, atendendo apenas 0,62% das residências, enquanto 96,7% delas lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam 2,64% 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 pelos dejetos urbanos, 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, não é efetuada a coleta diferenciada para o lixo dos estabelecimentos de saúde, sendo seu acondicionamento feito de forma inadequada, elevando o risco de poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela CEMAR (2011), através da subestação de Coelho Neto (ELETRONORTE). O sistema é suprido radialmente em 69KV, com tensão de 65MVA - 230/69KV, alimentada através do seccionamento da LT 230KV Peritoró/Teresina. O sistema é composto atualmente por cinco subestações, na tensão de 69/13,8KV (três subestações da CEMAR e dois consumidores especiais) e duas na tensão de 34,5/13,8K V. Segundo o IMESC (2010) existem 1.493 ligações de energia elétrica no município de Santana 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 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, restritos às áreas do centro-sul do estado, são superfícies com cotas acima de 200 metros.

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 leste maranhense é formado, em quase sua totalidade, por planaltos entremeados de chapadas, colinas e morros. A drenagem, utilizando-se de zonas de fraqueza nas rochas sedimentares de direção sul-norte, esculpiu relevos de áreas planas, rampeadas em relação à drenagem e/ou relevos residuais de topo plano. Dissecados em lombas, colinas e morros, esses relevos têm altitudes variando de 140 a 400 metros. O Planalto Dissecado do Itapecuru, com altitude entre 140 a 200 metros, apresenta um relevo de colinas e morros com vales pedimentados. Ocorrem, ainda, relevos residuais de topo plano e colinas, e, no trecho cortado pelo rio Itapecuru, tem-se um relevo plano que corresponde a um antigo nível de terraço desse rio. A região correspondente ao Patamar de Caxias caracteriza-se por apresentar

um relevo com áreas planas, rampeadas em relação à drenagem. Destacam-se também, relevos residuais em colinas, cristas, pontões e morros. Essa unidade apresenta altitudes que variam de 120 a 155 metros. Na área dos Tabuleiros do Médio Itapecuru, o relevo exibe um predomínio dos topos dissecados em lombas e colinas, com altitudes entre 180 a 240 metros. Na área dos Tabuleiros do Parnaíba, na margem esquerda do rio, ocorrem planos irregulares, em níveis altimétricos entre 20 e 400 metros, com vertentes dissecadas em colina e morros. Os Tabuleiros Sublitorâneos apresentam um relevo plano, entalhado por uma drenagem de direção sul-norte. Ao longo dessa drenagem, ocorrem lombas e colinas suaves com altitudes variando de 25 a 100 metros, decaindo de sul para norte.

As variabilidades de clima, de relevo e de solo 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 área do Planalto Dissecado do Itapecuru, a vegetação original de floresta foi substituída pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional varia de subúmido a semiárido e subúmido, com pluviosidade anual entre 1.400 a 1.600 mm. Na área do Patamar de Caxias, a cobertura vegetal é representada pelo contato da Savana com a Floresta, com o predomínio da primeira; o clima regional é subúmido a semiárido, com a pluviosidade anual entre 1.300 a 1.500 mm. Na região dos Tabuleiros do Médio Itapecuru, ocorre vegetação caracterizada pelo contato Savana/Floresta com a agropecuária e a agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido, com a pluviosidade variando de 1.200 a 1.400 mm. Nos Tabuleiros do Parnaíba, a vegetação é caracterizada pelo contato Savana/Floresta, com domínio da Savana Arbórea Aberta, que foi descaracterizada em alguns trechos para a implantação da agropecuária e da agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido, cuja pluviosidade anual varia entre 1.100 a 1.400 mm.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Gleissolos, Areias Quartzosas e Solos Aluviais (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.

Gleissolos compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo e encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água. São solos mal ou muito mal drenados em condições naturais, formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes, nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em áreas abaciadas e depressões.

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.

Solos Aluviais são solos minerais, não hidromórficos, pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes, nas margens de cursos d'água. Apresentam apenas um horizonte A sobre camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si. Devido a sua origem estar

relacionada a fontes diversas, esses solos são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas. Em geral, são solos de elevada potencialidade agrícola, ocorrendo em área de várzeas com relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola. As limitações de uso estão relacionadas aos riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade.

O município de Santana do Maranhão está localizado na mesorregião Leste maranhense, na microrregião do Baixo Parnaíba Maranhense (IBGE, 2010). O desmatamento, o deslizamento de encostas, a extração vegetal, a degradação da mata ciliar, as queimadas e a pesca ilegal não existem no município ou não configuram impactos ambientais significativos (CNM, 2002).

A altitude da sede do município é de 33 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com a temperatura oscilando entre 22,7°C e 31,4°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de janeiro a junho, com médias mensais superiores a 232 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 2,7 a 46,4 mm e no período chuvoso, de 76,1 a 375,6 mm, com média anual em torno de 1.518 mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo na região é formado por regiões de planície compostas por formação sedimentar recente. Além disso, existe a formação de dunas arenosas parcialmente cobertas, formando dunas móveis e fixas (FEITOSA, 2006). Os cursos d'água da região fazem parte da Bacia hidrográfica do Parnaíba e a vegetação é composta por Floresta Estacional com encaves de mata dos cocais (IMESC, 2008).

#### **5.4 – Geologia**

O município de Santana 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 superseqüências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).

Na área do município, o Terciário está representado pelo Grupo Barreiras (ENb); o Quaternário, Pelos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl) e Depósitos Aluvionares (Q2a).

Grupo Barreiras (ENb). A denominação Barreiras, com sentido estratigráfico, foi empregada pela primeira vez por Moraes Rego (1930 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) que, estudando a região oriental da Amazônia, chamou a atenção para a semelhança entre os sedimentos terciários que constituem os baixos platôs amazônicos e os que formam os tabuleiros das costas brasileiras norte, nordeste e leste. Mabesoone *et al.* (1972 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) descreveram os sedimentos Barreiras, no Nordeste, como constituídos por uma sequência afossilífera, de coloração variegada, composta predominantemente de arenitos siltico-argilosos, argilas areno-siltosas e leitos conglomeráticos, com predominância de cores avermelhadas e ocorrências de intercalações caulínicas de cores esbranquiçadas. Os sedimentos são comumente mal selecionados e com nítida predominância das frações areia e argila. Formam um relevo de interflúvios tabulares e colinas semiarredondadas, cortadas geralmente em falésias, frente ao oceano. Brandão (1995 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) denominou de “formação Barreiras” a sequência constituída de sedimentos areno-argilosos, sem ou com pouca litificação, coloração avermelhada, creme ou amarelada mal selecionadas; granulação variando de fina a média, com horizontes conglomeráticos e níveis lateríticos, sem cota definida, em geral associados à percolação de água subterrânea. A matriz é argilosa, caulínica, com cimento argilo-ferruginoso e, às vezes, silicoso. A estratificação é geralmente indistinta, notando-se apenas um discreto paralelismo entre os níveis de constituição faciológica diferentes. Localmente, podem apresentar estratificações cruzadas e convolutas. Ocorrem por toda faixa litorânea e repousam, discordantemente, sobre o embasamento cristalino, em discordância erosiva e angular. É capeada, na linha da costa, pelo cordão litorâneo de dunas, através de discordância, e, no interior, passa transicionalmente, em alguns pontos, para as Coberturas Colúvio-Eluviais. Aflora em quatro áreas situadas no extremo sudoeste do município de Santana do Maranhão.

Quanto à localização, os Depósitos Eólicos Continentais (as dunas) encontram-se presentes sobre os mais diversos domínios morfoclimáticos, desde regiões de clima semiárido até zonas de clima úmido e temperado (GOLDSMITH, 1985 *apud* SANTOS, 2008). Todavia, os extensos campos de dunas costeiras, em nível global, de acordo com Pye (1983 *apud* SANTOS, 2008), situam-se a sotavento de praias expostas a fortes ventos, com grande

disponibilidade de areia junto às costas, passíveis de mobilização pelo processo eólico. Corroborando com essas idéias, Mueche (1994) afirma que as dunas costeiras se formam em locais em que a velocidade do vento e a disponibilidade de areias finas são adequadas para o transporte eólico. Essas condições são frequentemente encontradas em praias de tipo dissipativo a intermediário, de gradiente suave, a exemplo do que ocorre em parte do litoral do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e em muitos locais do litoral do Maranhão, Piauí e Ceará. Nestes últimos, tais condições são favorecidas pela presença de ventos constantes, bem como pela maior amplitude de maré existente no litoral maranhense. Na resolução do CONAMA N° 303/2002, as dunas são definidas como unidade geomorfológica de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação. Quando recoberta por esta, são classificadas como dunas fixas. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Santana do Maranhão.

Os Depósitos de Cordões Litorâneos correspondem às Dunas Recentes ou Móveis, formadas a partir da acumulação de sedimentos removidos da face da praia pela deflação eólica e distribuem-se como um cordão contínuo, disposto paralelamente à linha de costa, somente interrompido pelas planícies fluviais e fluvio-marinhas, ou ainda, pela penetração até o mar de sedimentos da formação Barreiras e cangas lateríticas e quartzosas. Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou fixação de um revestimento pioneiro, o qual detém ou atenua os efeitos da dinâmica eólica, responsável pela migração das dunas. Ocupa uma vasta área a noroeste estendendo-se para sudoeste do município de Santana do Maranhão.

Os Depósitos Aluvionares que constituem os sedimentos clásticos inconsolidados, relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água são, basicamente, depósitos de planícies de inundação. Destacam-se por sua morfologia típica de planícies sedimentares, associadas ao sistema fluvial e são, de modo geral, constituídos por sedimentos arenosos e argilosos, com níveis de cascalho e matéria orgânica, inconsolidados e semiconsolidados. Ocupa uma vasta área ao longo da planície de inundação do rio Magu (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 Santana do Maranhão ocupa a bacia hidrográfica do rio Parnaíba, sendo drenado pelo rio Magu, que desemboca fluindo no rio Santa Rosa, um tributário do rio Parnaíba. A microbacia do rio Magu compreende os municípios de Santana do Maranhão, Água Doce do Maranhão e Araiões, inseridos parcialmente na área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba. O Magu nasce na porção central do município de Santana do Maranhão, onde estabelece divisa com o município de Água Doce, em sua porção sul, desaguando ao norte do município de Araiões no rio Santa Rosa, afluente do rio Parnaíba. Além do rio Magu, drenam a área do município os rios Coqueiro, Flecheira, Grande, Flecheirinha, Água Doce, do Papagaio e o riacho da Curva Grande e do Canto Grande.

### **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 Santana do Maranhão apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), dos Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl) e dos Depósitos Aluvionares (Q2a). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 45 pontos d'água sendo todos poços tubulares (100,0%).

A formação Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica, com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, induzindo características hidrodinâmicas que variam de ponto a ponto, dependendo do contexto hidrogeológico local. Suas possibilidades de captação estão restritas às fácies arenosas, normalmente inseridas em sequências argilosas. As comunicações hidráulicas entre os diferentes níveis são realizadas

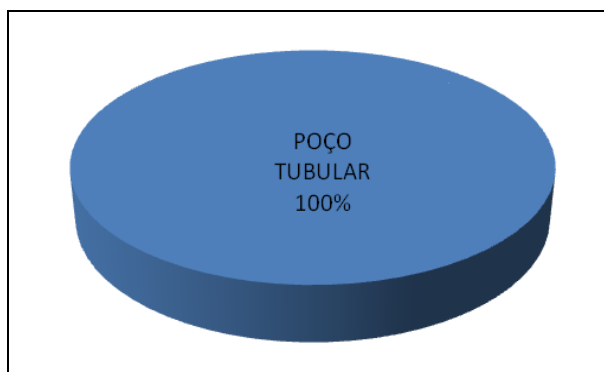
com grandes perdas de carga. Segundo Cavalcante (1998 *apud* AGUIAR, 1999), as vazões predominantes são inferiores a 2,0 m<sup>3</sup>/h, porém em algumas áreas podem apresentar valores bem superiores (máximas de 17,6 m<sup>3</sup>/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores, mais arenosos. Localmente, pode ser definida como um aquífero do tipo livre, com características regionais de semiconfinamento, em função da presença de níveis siltico-argilosos, segundo Aguiar (1999). Estudos mais recentes têm mostrado que as dunas/paleodunas e os sedimentos Barreiras constituem um sistema hidráulico único que tem sido denominado “Sistema Aquífero Dunas/Barreiras”. A recarga é proveniente da infiltração direta das águas de chuvas, da contribuição dos rios influentes, das lagoas e do sistema dunas/paleodunas. Seus principais exutórios são: as fontes, os rios e riachos perenes e as explorações de poços tubulares. É importante lembrar que a exploração de aquíferos, muito próxima de zonas costeiras, normalmente suscita precauções quanto à invasão de água salgada nesses pontos de captação, em função do avanço da cunha salina.

As dunas, relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais e aos Depósitos de Cordões Litorâneos formam um aquífero livre superior, constituído de areias bem classificadas, de alta permeabilidade, sobreposto discordantemente aos sedimentos da formação Barreiras e/ou sobre manchas aluvionares, ocasionalmente recortados pela rede de drenagem. Estão localizadas ao longo da costa, formando uma faixa paralela, de largura variável, cuja espessura pode atingir até 30,0 metros. Sua alimentação se faz, principalmente por infiltração direta das águas de chuvas. Seus principais exutórios são: as formações subjacentes; a evapotranspiração; o escoamento das águas subterrâneas das dunas para o mar e a exploração, tanto por poços tubulares, como por “amazonas”.

As Aluviões não possuem litologia bem definida, variando desde frações grosseiras, como cascalhos, areias grossas até frações argilosas e constituem importantes aquíferos do tipo livre. Sua alimentação se faz por infiltração lateral das águas dos rios e por infiltrações pluviométricas. Seus exutórios, através das restituições aos rios, têm início em abril prolongando-se até julho, com sensível rebaixamento do nível freático. De julho a setembro, essa restituição é muito pequena e, de setembro a abril, é praticamente nula. A evapotranspiração é outro exutório que consome grande quantidade de água das aluviões, além da exploração de poços do tipo “amazonas”. A proximidade do litoral, a baixa declividade dos rios e o avanço das marés, ao longo dos cursos d’água,

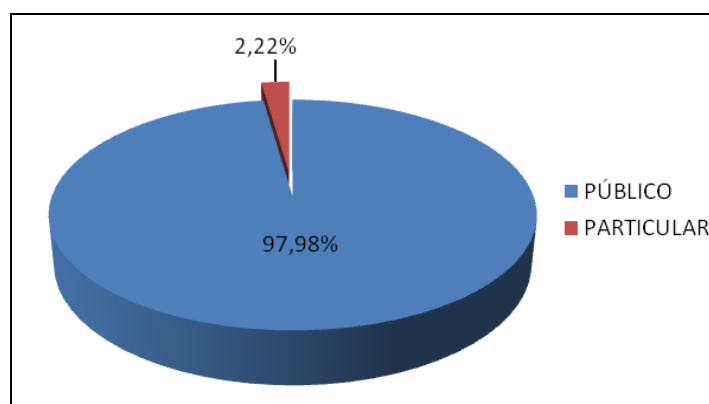
### 6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Santana do Maranhão registrou a presença de 45 pontos d'água, sendo todos poços tubulares, representativos (Figura 3).



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

Como os poços tubulares representam 100,0% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentado, serão específicas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (41 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (01 poço), 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 Santana do Maranhão.

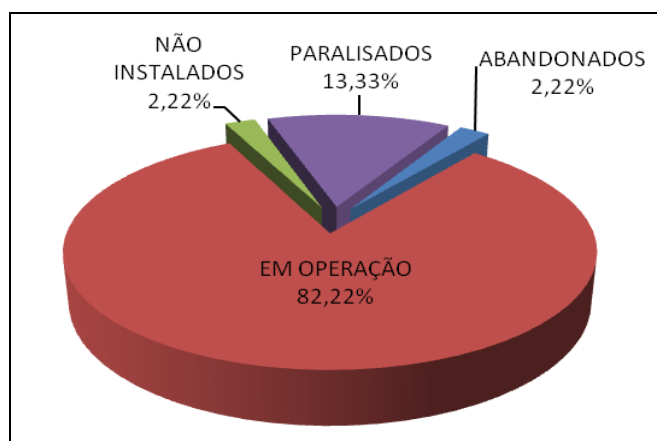


Foram identificadas nos trabalhos de campo quatro situações distintas, durante o cadastramento: *poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados*. Os poços em operação são aqueles que estão em pleno funcionamento. Os paralisados estão sem funcionar, em função de problemas relacionados à 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 5**.

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

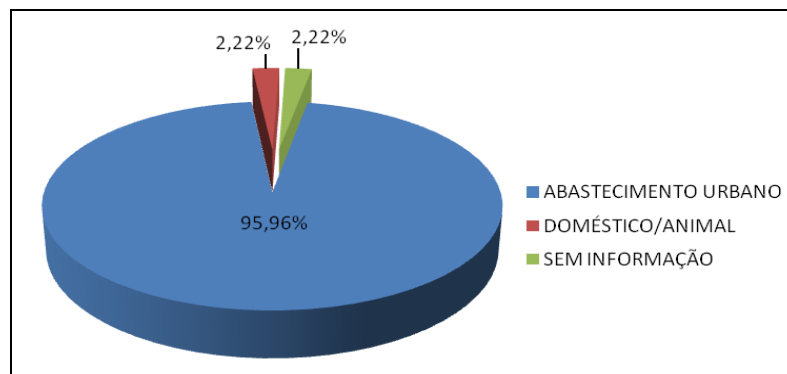
| NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS |             |             |                |             |
|---|-------------|-------------|----------------|-------------|
|   | Em operação | Paralisados | Não instalados | Abandonados |
| <b>Público</b>                            | <b>36</b>   | <b>6</b>    | <b>1</b>       | <b>1</b>    |
| <b>Particular</b>                         | <b>1</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>       | <b>0</b>    |
| <b>Total</b>                              | <b>37</b>   | <b>6</b>    | <b>1</b>       | <b>1</b>    |



**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados

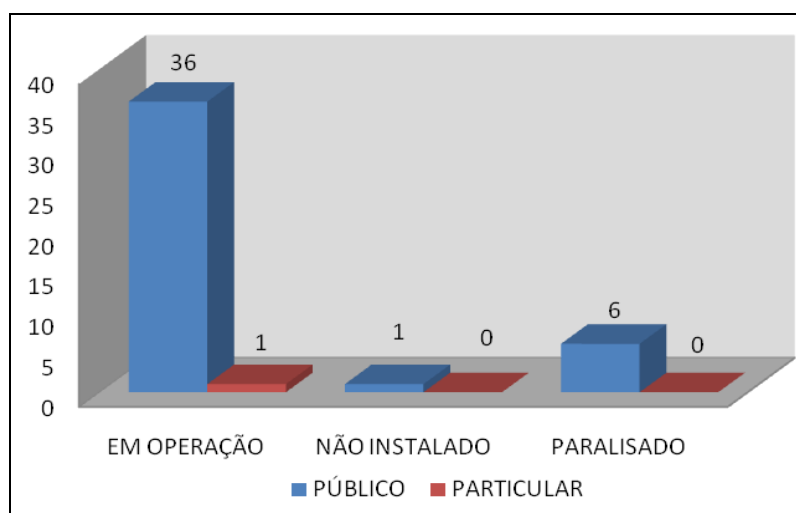
Em relação ao uso da água 43 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 01 para abastecimento doméstico e animal e em 01 poço não foi obtida informação sobre sua utilização. Nenhum poço é utilizado para uso doméstico, industrial, irrigação, pecuária, bem como para uso múltiplo (uso doméstico, 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 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 07 poços públicos estão desativados, enquanto que o particular está em operação. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 36 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 43 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

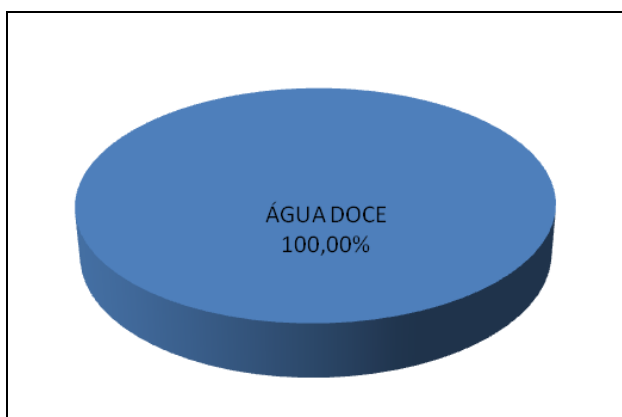
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir do valor da condutividade elétrica, medida por condutímetro 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 Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 89,46 mg/L, com valor mínimo de 16,90 mg/L, encontrado no povoado Jabuti (poço JB 547) e valor máximo de 507,65 mg/L detectado na localidade Buriti Seco (poço JA 447). 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 Santana do Maranhão permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos do Grupo Barreiras (ENb), do Terciário; Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl) e pelos Depósitos Aluvionares (Q2a), do Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Santana do Maranhão registrou a presença de 45 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (41 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (01 poço), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 43 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 01 para abastecimento doméstico e animal e em 01 poço não foi obtida informação sobre sua utilização;

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

7.6 - Verifica-se que 06 poços públicos estão desativados, enquanto que os particulares estão todos em operação. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 22 já existentes, em pleno uso;

7.7 - O município de Santana do Maranhão apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionados aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e); dos Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl); e dos Depósitos Aluvionares (Q2a);

7.8 - O Grupo Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, em consequência suas características hidrodinâmicas variam de ponto a ponto, dependendo do contexto hidrogeológico local, onde as vazões predominantes são inferiores a 2,0 m<sup>3</sup>/h. Porém em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máximas de 17,6 m<sup>3</sup>/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores mais arenosos;

7.9 - As dunas, tanto as relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais quanto às relacionadas aos Depósitos de Cordões Litorâneos, formam um aquífero livre superior, constituídos de areias bem classificadas, de alta permeabilidade;

7.10 - As aluviões não possuem litologia bem definida, variando desde frações grosseiras, como cascalhos, areias grossas, até frações argilosas. Constituem importantes aquíferos do tipo livre, no primeiro caso podendo formar razoáveis aquíferos;

7.11 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 43 poços;

7.12 - A Condutividade Elétrica, obtida nas amostras analisadas dos poços cadastrados, apresenta em 100,0%, 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;

7.13 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 89,46 mg/L, com valor mínimo de 16,90 mg/L, encontrado no povoado Jabuti (poço JB 547) e valor máximo de 507,65 mg/L detectado na localidade Buriti Seco (poço JA 447). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 100,0% das águas se enquadram no tipo doce;

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 on line**, 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/cemar/web/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45](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?IdUf=100121](http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?IdUf=100121)>. Acesso em: 23 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. 2002. Disponível em: <  
[http://www.cnm.org.br/dado\\_geral/ufmain.asp?IdUf=100121](http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?IdUf=100121)>. Acesso em: 03 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. 2009. Disponível em: <  
[http://www.cnm.org.br/dado\\_geral/ufmain.asp?IdUf=100121](http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?IdUf=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](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 Parnaiba. **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://geofp.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://geofp.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.USP Sér.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. 120 p.

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) |
|-------------|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------------|----------|--------|--------|------------------|----------------------------|------------------------|------------|
| JB281       | Pov. Exu                          | -3,32325    | -42,60255556 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 42       | 20     |        | Em operação      | Compressor                 | 109                    | 70,85      |
| JB282       | Pov. Cedro                        | -3,31961111 | -42,61373333 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 49                     | 31,85      |
| JB283       | Pov. Vila Nova                    | -3,31961111 | -42,64741667 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 68       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 56                     | 36,40      |
| JB295       | Povoado Riachão                   | -3,13845285 | -42,50120941 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 42       | 10     |        | Em operação      | Submersa                   | 77                     | 50,05      |
| JB296       | Povoado Morros                    | -3,15543333 | -42,50891095 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 42       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 45                     | 29,25      |
| JB297       | Pov. Canto Sujo I                 | -3,16445343 | -42,53772726 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 39                     | 25,35      |
| JB372       | Bairro São José                   | -3,12004728 | -42,39361259 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       |        |        | Paralisado       | Submersa                   |                        |            |
| JB373       | Bacuri I                          | -3,11404374 | -42,35898234 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 263                    | 170,95     |
| JB374       | São Gonçalo                       | -3,10326386 | -42,33415162 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 55       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 238                    | 154,70     |
| JB375       | Palmeiras                         | -3,10014931 | -42,32313336 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 50       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 163                    | 105,95     |
| JB376       | Passagem do Magu                  | -3,09404679 | -42,30985257 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 221                    | 143,65     |
| JB377       | Boa Esperança                     | -3,0928931  | -42,32883381 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       | 4      |        | Paralisado       | Não Instalada              | 223                    | 144,95     |
| JB378       | Boa Esperança                     | -3,0927066  | -42,33023266 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 70       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 230                    | 149,50     |
| JB379       | Baixa Funda                       | -3,09732872 | -42,33619798 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 30       |        |        | Paralisado       | Submersa                   | 557                    | 362,05     |
| JB380       | Bacuri II                         | -3,10712784 | -42,36005078 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 50       |        | 10     | Em operação      | Submersa                   | 235                    | 152,75     |
| JB381       | Tomaz Correia                     | -3,10976269 | -42,37019205 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 28       |        | 8      | Em operação      | Submersa                   | 161                    | 104,65     |
| JB382       | Bairro Santa Luzia                | -3,11443434 | -42,39370521 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 45       | 4      |        | Não instalado    |                            | 32                     | 20,80      |
| JB383       | Av.Emorges Araujo,126 (Centro)    | -3,11568266 | -42,41300086 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 23       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 64                     | 41,60      |
| JB384       | Av. José Amador (Centro)          | -3,11286449 | -42,41400258 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 30       |        |        | Paralisado       | Submersa                   |                        |            |
| JB385       | Rua Santa Barbara                 | -3,11128006 | -42,41456064 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       | 16     |        | Paralisado       |                            | 85                     | 55,25      |
| JB386       | Av. Roseane Sarney                | -3,11765048 | -42,41483398 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 35       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 91                     | 59,15      |
| JB387       | Av. Brasil                        | -3,11849722 | -42,41344007 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 45       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 77                     | 50,05      |
| JB388       | Santana Velha II                  | -3,12101313 | -42,43841588 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 30       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 52                     | 33,80      |
| JB389       | Santana Velha II                  | -3,11411373 | -42,44737932 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 59       |        |        | Em operação      | Compressor                 | 40                     | 26,00      |
| JB421       | Riacho do Meio                    | -3,06141667 | -42,68730556 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 55                     | 35,75      |
| JB422       | Centro do Eusébio dos Reis        | -3,12516667 | -42,73794444 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       |        | 10     | Em operação      | Submersa                   | 54                     | 35,10      |
| JB538       | Povoado Canto Sujo II             | -3,16032484 | -42,5478029  | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 40       | 15     |        | Em operação      | Submersa                   | 66                     | 42,90      |
| JB539       | Povoado São João dos Texeira      | -3,17369825 | -42,56011432 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 17     |        | Em operação      | Submersa                   | 64                     | 41,60      |
| JB540       | Povoado São João dos Texeira      | -3,18078758 | -42,56280399 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 19     |        | Em operação      | Submersa                   | 122                    | 79,30      |
| JB541       | Povoado Vereda I                  | -3,17365743 | -42,60909959 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 52       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 98                     | 63,70      |
| JB542       | Povoado Vereda II                 | -3,18256471 | -42,62267031 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 31                     | 20,15      |
| JB543       | Povoado Vereda III                | -3,19123998 | -42,6426355  | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 17     |        | Em operação      | Submersa                   | 40                     | 26,00      |
| JB544       | Povoado Cabeleira do Magô         | -3,25083548 | -42,61735635 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 17     |        | Em operação      | Submersa                   | 120                    | 78,00      |
| JB545       | Pov. Cabeceira do Miguel Marreiro | -3,25089617 | -42,61068025 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 75                     | 48,75      |
| JB546       | Pov. Santo Antônio                | -3,24101063 | -42,59623337 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       | 10     |        | Em operação      | Submersa                   | 49                     | 31,85      |
| JB547       | Pov. Jabuti                       | -3,22749021 | -42,58050288 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 60       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 26                     | 16,90      |
| JB548       | Pov. São Domingos                 | -3,2375873  | -42,54464066 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 56       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 71                     | 46,15      |
| JB549       | Pov. Pati                         | -3,21215761 | -42,54963543 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 56       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 68                     | 44,20      |
| JB550       | Pov. Coqueiro do Magô I           | -3,13672224 | -42,53450006 | Tubular           | Público             | Abastecimento urbano | 48       | 16     |        | Em operação      | Submersa                   | 66                     | 42,90      |



| 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) |
|-------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------------|----------|--------|--------|------------------|----------------------------|------------------------|------------|
| JB551       | Pov. Coqueiro do Magô II | -3,13231931 | -42,53347462 | Tubular           | Público             | Abastecimentto urbano | 48       | 20     |        | Em operação      | Submersa                   | 45                     | 29,25      |
| JB552       | Cabeceira do Rio Magô    | -3,25322223 | -42,61755559 | Tubular           |                     |                       |          |        |        | Abandonado       |                            | 65                     | 42,25      |
| JA446       | Buriti Seco              | -3,2654179  | -42,78993496 | Tubular           | Público             | Abastecimentto urbano | 63       |        |        | Paralisado       | Submersa                   | 777                    | 505,05     |
| JA447       | Buriti Seco              | -3,26616892 | -42,78789648 | Tubular           | Público             | Abastecimentto urbano | 60       |        |        | Em operação      | Submersa                   | 781                    | 507,65     |
| JA448       | Vertente                 | -3,23116072 | -42,75363931 | Tubular           | Público             | Abastecimentto urbano |          |        |        | Em operação      | Submersa                   | 82                     | 53,30      |
| JA449       | Fazenda Santa Quitéria   | -3,29391369 | -42,66102263 | Tubular           | Particular          | Doméstico Animal      |          |        |        | Em operação      | Submersa                   | 56                     | 36,40      |

## **ANEXOS**