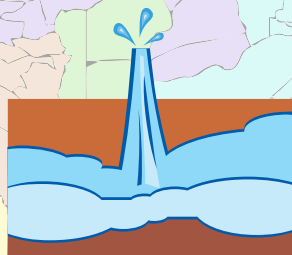


# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE DUTRA

**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**  
**PESIDENTE DUTRA**

**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 Presidente Dutra / 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.....	13
5.3 - Aspectos Fisiográficos .....	16
5.4 – Geologia .....	20
6 - RECURSOS HÍDRICOS .....	22
6.1 - Águas Superficiais .....	22
6.2 – Águas Subterrâneas .....	23
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos .....	24
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados .....	24
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	25
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.

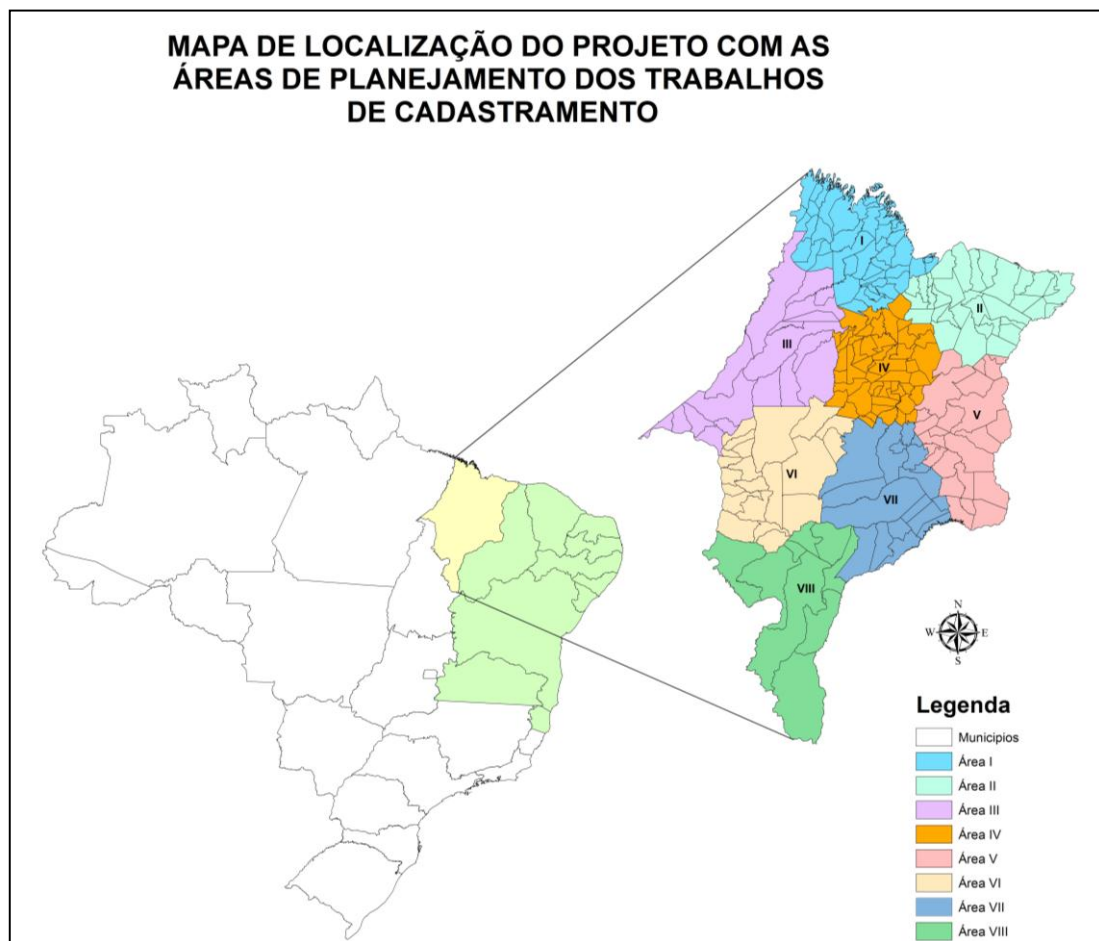
Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido,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

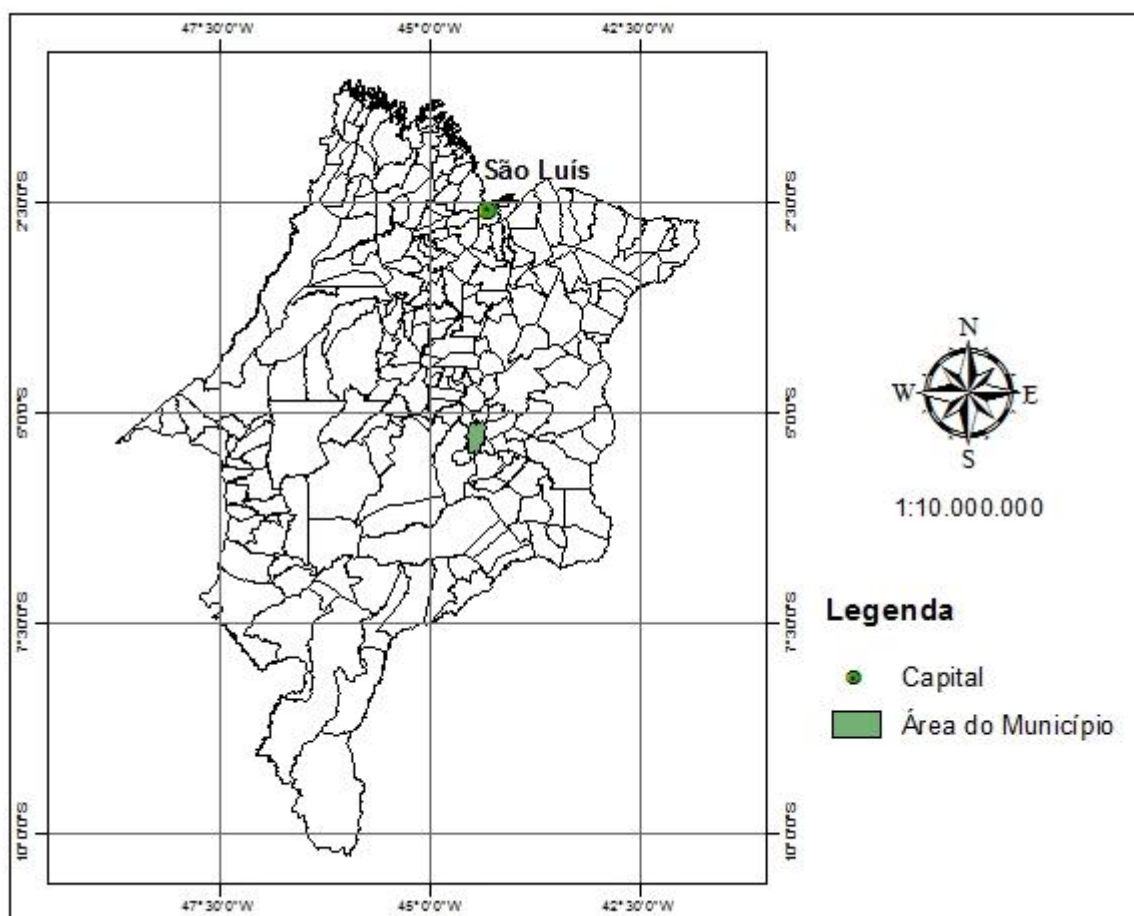
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

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 Presidente Dutra teve sua autonomia política em 30/12/1943 e está inserido na Mesorregião Centro Maranhense, dentro da Microrregião de Presidente Dutra (**Figura 2**), compreendendo uma área de 771,5 km<sup>2</sup>, população de aproximadamente 44.731 habitantes e uma densidade demográfica de 57,98 habitantes/km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Dom Pedro e São José dos Basílios; ao Sul, com Santa Filomena do Maranhão e São Domingos do Maranhão; a Leste, com Gonçalves Dias e Graça Aranha e; a Oeste, com Tuntum (*Google Maps*, 2011).



**Figura 2** - Mapa de localização do município de Presidente Dutra.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas:  $-5^{\circ}16'48''$  de Latitude Sul e  $-44^{\circ}29'24''$  de Longitude Oeste de Greenwich, dados do IBGE (2009).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso aproximado de 347 km se faz pela BR-135 até a cidade de Presidente Dutra (*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 Presidente Dutra pela lei estadual nº 820 de 30/12/1943. Segundo o IBGE (2010), cerca de 51,54% da

população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo desse nível é de 50,52% e 38,98% respectivamente.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares: Educação Infantil (15,19%); Educação de Jovens e Adultos (0,5%); Educação Especial (6,96%); Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano (59,59%); Ensino Médio do 1º ao 3º ano (17,75%), conforme informações do IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 27% da população da faixa etária acima de sete anos (CNM, 2000).

No campo da saúde, a cidade conta com 15 estabelecimentos públicos de atendimento e oito privados. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Presidente Dutra obteve desempenho baixo, com IDH de 0,624.

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 Presidente Dutra a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/172 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, o extrativismo vegetal, as lavouras permanente e temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 700 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Presidente Dutra é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 9.009 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 intermitentes, em lagoas e em áreas livres, públicas ou privadas. E a disposição final do lixo urbano não é feita adequadamente, em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000) apenas 62,08% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 35,16% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 2,76% 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 ELETRONORTE através da CEMAR (2011) pelo Sistema Regional de Presidente Dutra que compreende a região central do Maranhão. É suprido radialmente em 69 KV pela subestação de Peritoró, composta por cinco subestações, de 69/13,8 KV e três na tensão 34,5/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010) existem 12.352 ligações de energia elétrica no município de Presidente Dutra.

### **5.3 - Aspectos Fisiográficos**

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

As temperaturas em todo o Maranhão são elevadas, com médias anuais superiores a 24°C, sendo que ao norte chega a atingir 26°C. Esse estado é caracterizado pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm. Na região oeste do estado, onde predomina o clima tropical quente e úmido (As), as chuvas ocorrem em níveis elevados durante praticamente todo o ano, superando os 2.000 mm. Nas outras regiões, prevalece o clima tropical quente e semiúmido (Aw), com sucessão de chuvas durante o verão e o inverno seco, cujas precipitações reduzidas alcançam 1.250 mm. Há registros ainda menores na região sudeste, podendo chegar a 1.000 mm.

O território maranhense apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com baixo mergulho para o oceano Atlântico. Os grandes traços atuais do modelado da plataforma sedimentar maranhense revelam feições típicas de litologias

dominantes em bacias sedimentares. Essa plataforma, submetida à atuação de ciclos de erosão relativamente longos, respondeu de forma diferenciada aos agentes intempéricos, em função de sua natureza, de estruturação e de composição das rochas, modelando as formas tabulares e subtabulares da superfície terrestre. Condicionados ao lineamento das estruturas litológicas, os gradientes topográficos dispõem-se com orientações sul-norte. As maiores altitudes estão localizadas na porção sul, no topo da Chapada das Mangabeiras, no limite com o estado do Tocantins. As menores altitudes situam-se na região norte, próximo à linha de costa.

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

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

A região Centro Maranhense abriga as áreas de planalto, com altitudes entre 200 e 300 metros, e de planícies, com altitudes abaixo de 200 metros. A Superfície Sublitorânea de Bacabal caracteriza-se por apresentar uma superfície rampeada, com níveis altimétricos entre 70 e 100 metros. Corresponde a um relevo plano com dissecação incipiente em lombas e colinas, destacando-se ainda, em alguns trechos, morros residuais. Essas formas de relevo foram modeladas nas formações sedimentares, próximo à foz do rio Itapecuru.

A chapada de Barra do Corda, situada na parte central do estado, caracteriza-se pela dominância dos relevos planos, com dissecação em lombas e em amplos interflúvios tabulares, talhados em coberturas detríticas, com níveis lateríticos. Esses níveis mais resistentes mantêm o topo da chapada, que está em cotas altimétricas entre 80 a 300m. Na parte leste da chapada, a erosão expôs os arenitos friáveis da formação Grajaú com relevo dissecado em colinas. No patamar das cabeceiras do rio Mearim, o relevo apresenta-se plano, rampeado em níveis altimétricos, que chegam a variar de 200 a 500 metros. Em alguns trechos, principalmente no baixo curso do rio Alpercatas e seus afluentes, há relevo em colinas e morros residuais que se destacam na paisagem.

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 parte central do estado, ocorrem dois planaltos dissecados, numa área de variação climática que vai do úmido, na porção norte, ao subúmido e semiárido no sul. Essa variação gerou o aparecimento de duas feições florestais na área: a da Floresta Ombrófila e a da Floresta Estacional, onde as árvores perdem parte de suas folhas durante o período de estiagem. Na Superfície Sublitorânea de Bacabal, a cobertura vegetal foi devastada para dar lugar à implantação de pastagens e lavouras. O clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.700 a 1.900mm. Na chapada de Barra do Corda, tem-se uma área de contato da Savana com a Floresta Semidecidual. O clima regional alterna-se de subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.300 mm. No Patamar das Cabeceiras do Mearim, a cobertura vegetal é a Savana Parque além da Savana Arbórea Aberta. O clima regional diversifica-se de subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200mm.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Plintossolos (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.

Plintossolos são solos de textura média e argilosa que tem restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade e se caracterizam por apresentar horizonte plântico, podendo ser álicos, distróficos e eutróficos. Ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado e se originam a partir das formações sedimentares. Os Plintossolos eutróficos são os que propiciam maior produtividade com as diversas culturas. Os Plintossolos álicos e distróficos, principalmente os arenosos, são solos de baixa fertilidade natural e acidez elevada. Além do extrativismo do coco babaçu, nas áreas desse solo, tem-se o uso agrícola com a cultura de mandioca, arroz, feijão, milho, fruticultura e a pecuária extensiva, principalmente bovina. Em áreas com relevo plano e suavemente ondulado, esses solos favorecem o uso de máquinas agrícolas, porém devem ser observados os cuidados para evitar os efeitos da erosão.

O município de Presidente Dutra está localizado na Mesorregião Centro Maranhense, Microrregião de Presidente Dutra. O deslizamento de encostas, o desmatamento para a extração vegetal, a degradação da mata ciliar com assoreamento dos corpos d'água, as queimadas e a pesca ilegal não existem no município ou não configuram impactos ambientais significativos (IBGE, 2010).

A altitude da sede do município é de 112 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena com a temperatura oscilando entre 21,3°C e 32°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido seco com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de janeiro a junho, com médias mensais superiores a 159 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica varia de 3,7 a 165,7 mm e no período chuvoso de 21,2 a 276 mm, com média anual em torno de 1.256 mm, segundo o Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990.

O relevo na região é formado pelo planalto oriental que constitui um conjunto de morfoesculturas ao Leste que se prolonga para o Nordeste do Maranhão. Apresenta formas tabulares, com cotas máximas de 460 metros que decaem para vales mais amplos em colinas

de declividade média e alta (FEITOSA, 2006). Os cursos d'água da região do município fazem parte da bacia hidrográfica do Mearim.

A vegetação é composta por floresta estacional decidual com árvores espaçadas. Além disso, existem encraves de cerrado, uma vegetação que possui árvores com troncos e galhos retorcidos, conforme dados do IMESC (2008).

#### 5.4 – Geologia

O município de Presidente Dutra 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 Cretáceo está representado através das formações Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it).

Aguiar (1969) usou o nome formação Grajaú no mesmo sentido de Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984), posicionando-a sobre os basaltos Sardinha ou sobre os arenitos da formação Corda. Seu contato superior com a formação Codó é assinalado como concordante. Lisboa (1935) denominou “arenito Grajaú” uma seção sob os folhelhos e calcários da formação Codó, atribuindo-lhe idade cretácea. Essa seção consiste, essencialmente, de arenitos esbranquiçados a cremes, finos a conglomeráticos, com estratificação cruzada e plano-paralela, com grãos predominantemente limpos, brilhantes e arredondados. Esses arenitos ocorrem tanto friáveis como silicificados. Localmente, são encontradas intercalações de camadas de até 2 m de espessura de argilitos vermelhos, arroxeados, marrons e cremes, com aleitamento regular, ondulado. Essa unidade aflora largamente na porção centro-oeste e parte da região centro-norte da bacia, constituindo uma faixa relativamente estreita e descontínua, de direção aproximada E-W, mantendo estruturalmente as mesmas direções das camadas mesozóicas. O posicionamento litoestratigráfico das formações Grajaú e Codó sugerem uma equivalência cronoestratigráfica entre essas duas unidades. Ocupa uma vasta área na porção leste e uma área no extremo sul do município de Presidente Dutra.

Lisboa (1935) 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. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Presidente Dutra, expondo-se amplamente na sede municipal.

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1948) 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). Ocupa uma área restrita a norte e várias áreas a nordeste, leste e sudeste do município de Presidente Dutra (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 Presidente Dutra pertence à bacia hidrográfica do rio Mearim. Tratasse de um rio genuinamente maranhense, nasce nas encostas da serra da Menina, próximo à Fortaleza dos Nogueiras, numa altitude de 650 metros, sob a denominação de ribeirão Água Boa. Nessa mesma região, existem outros cursos de água formadores dos rios Grajaú, Parnaíba e Tocantins. O rio Mearim assume, durante longo trajeto, direção sudoeste-nordeste, até a proximidade de Esperantinópolis. Nesse ponto, após receber o afluente, Flores, direciona-se para norte, permanecendo mais ou menos nesse rumo até desembocar na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços contornando a Ilha dos Caranguejos, depois de percorrer mais de 930 km. A partir de Bacabal, a meandricidade desse rio torna-se mais acentuada, com formação de vários lagos, destacando-se dentre eles o lago Açú, considerado um dos maiores e mais importante da região, localizado próximo à confluência com o rio Grajaú. O alto Mearim estende-se desde as nascentes à foz do rio Flores, afluente pela margem direita, com uma extensão aproximada de 400 km. Forma uma bacia modesta, com pequena contribuição de seus afluentes, como os ribeirões Bem Aceito, da Barra, Prata,

Brejão, Água Boa, Midubim, Poção e dos Ovos, que apresentam descargas reduzidas e são, em sua maioria, intermitentes. O próprio rio Mearim e seus afluentes só começam a ter volume d'água expressivo após 160 km de percurso, ao receberem a contribuição de afluentes perenes. Nesse trecho, destacam-se os rios Corda e Enjeitado. O rio Corda ou Capim, com uma bacia hidrográfica de 4.700 km<sup>2</sup>, é o mais importante tributário do alto curso. Nasce nas vertentes da serra Branca, numa altitude aproximada de 450 metros e, com suas águas límpidas e rápidas, percorre cerca de 240 km, até confluir com o rio Mearim, em Barra do Corda. No médio Mearim, entre Barra do Corda e Porto Seco das Mulatas, as larguras são variáveis, desde 40 metros em Barra do Corda até 90 metros em Bacabal. O baixo Mearim estende-se desde Porto Seco das Mulatas até a foz, na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços que contornam a Ilha dos Caranguejos, sendo sua maior característica nesse trecho a meandricidade. A partir de Arari, no Golfão Maranhense, suas margens tornam-se alagadiças e pantanosas. A extensão da propagação das marés se estende a mais de 200 km, sendo responsável pelo alagamento do rio. Além do rio Flores, são também afluentes do Mearim os rios Corda e Enjeitado, pela margem direita e Grajaú e Pindaré, pela margem esquerda. O rio Mearim banha as cidades de Formosa da Serra Negra, Barra do Corda, Pedreiras, Trizidela do Vale, Bacabal, São Luís Gonzaga, Esperantinópolis, Vitória do Mearim e Arari. O rio Grajaú nasce na serra da Cinta, no extremo sudoeste do estado e desloca-se no sentido sudoeste-nordeste, drenando a porção central da bacia do Mearim, sendo o mais extenso curso d'água dessa bacia. Drena a área do município de Presidente Dutra o rio Preguiças e os riachos do Charcão, do Poção, Grande, Cajazeiras, Bacupari, da Barriguda, Sinhá, das Porteiras, 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 Presidente Dutra apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso intergranular relacionado aos sedimentos consolidados das formações Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 149 pontos d'água sendo 139 poços tubulares (93,29%) e 10 poços amazonas (6,71%).

O aquífero Grajaú, que ocorre na área do município como aquífero livre e confinado, apresenta uma constituição litológica representada por arenitos róseos, cremes e esbranquiçados, finos a médios, com intercalações de siltitos, argilitos e clásticos grosseiros que dão origem a uma permeabilidade regular. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio. Sua alimentação ocorre através da infiltração direta das precipitações pluviométricas na área de recarga; contribuição da rede de drenagem superficial, principalmente em períodos de cheias. Os principais exutórios são: a evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo um aumento desse processo; a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente durante as épocas de chuvas; fontes de

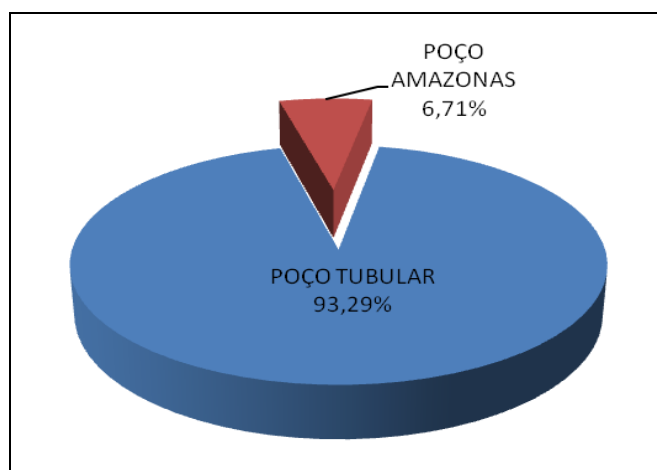
contato; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero e a exploração de poços tubulares, existentes.

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 Presidente Dutra 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.

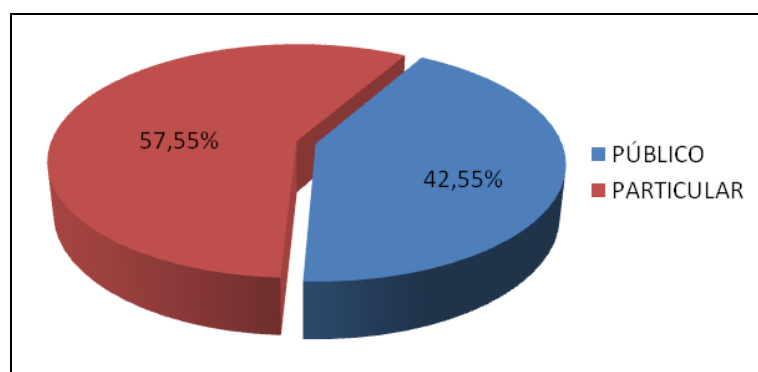
### 6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Presidente Dutra, registrou a presença de 149 pontos d’água, sendo 139 poços tubulares e 10 poços amazonas, representativos (**Figura 3**).



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

Como os poços tubulares representam 93,29% dos pontos cadastrados as discussões sobre o estudo, a seguir apresentado, ficarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (69 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (70 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.

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

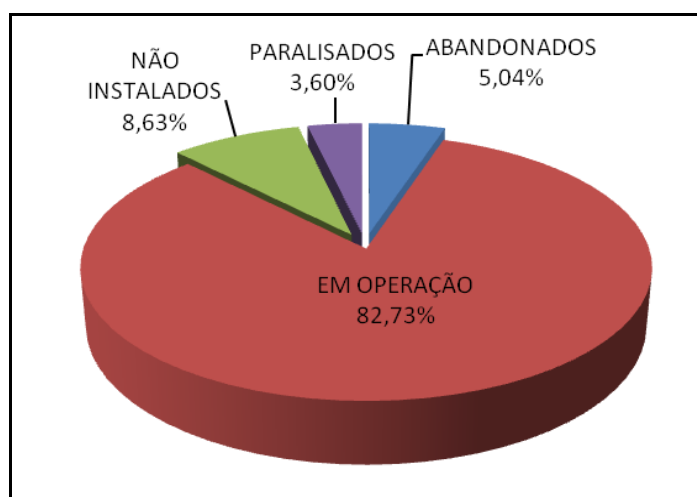


abandonados que incluem poços secos e/ou obstruídos, representados por aqueles que não apresentam possibilidade de captação de água.

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**.

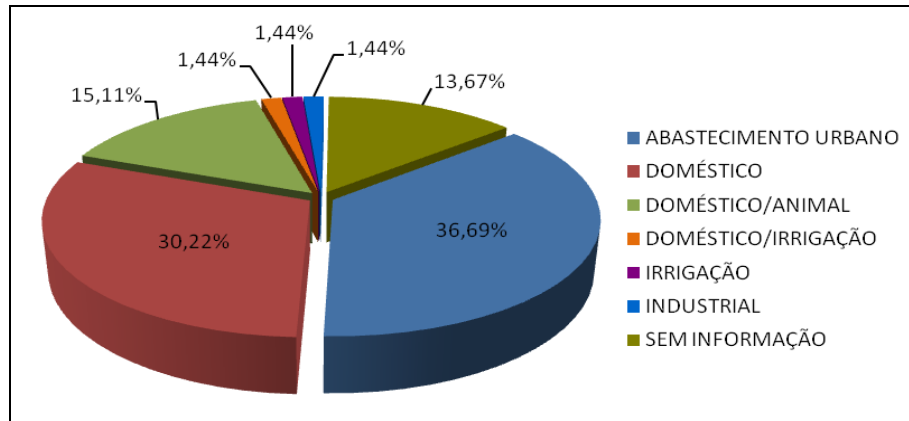
**Quadro 1** – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
<b>Público</b>	<b>53</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>3</b>
<b>Particular</b>	<b>62</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>7</b>



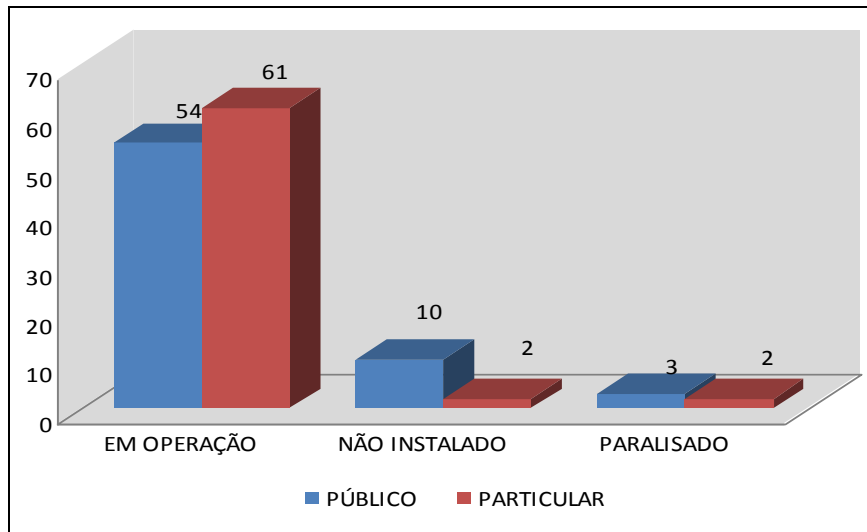
**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 51 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 42 são para uso doméstico, 21 são para uso doméstico e animal, 02 para uso doméstico e irrigação, 02 para uso na indústria, 02 para irrigação e em 19 poços não foram obtidas informações sobre o uso da água. A **figura 6** exhibe em termos percentuais as diferentes destinações da água subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão 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 13 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 4. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 54 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 122 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

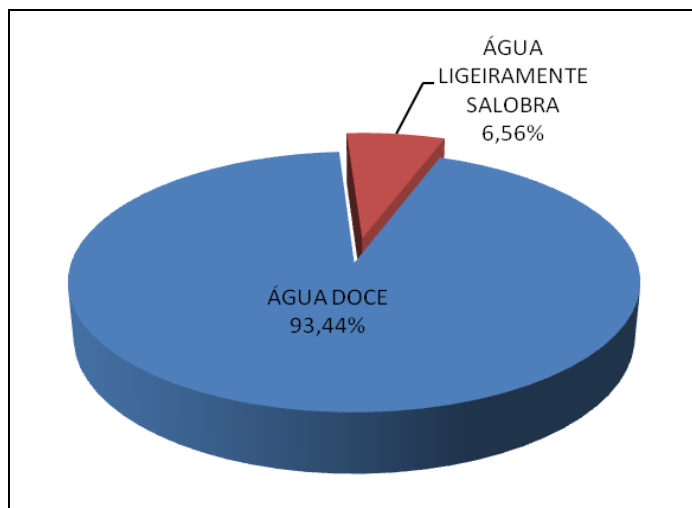
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir 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 Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 409,67 mg/L, com valor mínimo de 67,60 mg/L, encontrado no povoado Trapiá (poço JG 209) e valor máximo de 1.781,0 mg/L detectado no povoado Sudene (poço JG 185). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 93,44% das águas se enquadram no tipo doce e 6,56% são ligeiramente salobras, **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 Presidente Dutra permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos das formações Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it) - Cretáceo;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Presidente Dutra, registrou a presença de 149 pontos d'água, sendo 139 poços tubulares e 10 poços amazonas;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (69 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (70 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 51 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 42 são para uso doméstico, 21 são para uso doméstico e animal, 02 para uso doméstico e irrigação, 02 para uso na indústria, 02 para irrigação e em 19 poços não foram obtidas informações sobre o uso da água;

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 13 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 4;

7.7 - Em relação à geologia do município, existe um domínio hidrogeológico: o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it);

7.8 - O aquífero Grajaú, que ocorre na área do município como aquífero livre, apresenta uma constituição litológica constituída por arenitos finos a médios, com intercalações de siltitos, argilitos e clásticos grosseiros, com uma permeabilidade regular. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio;

7.9 - O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre ou semiconfinado na área do município. 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 - A formação Codó, reunindo siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silixitos, ou seja, com litologia essencialmente pelítica, torna-se uma unidade com fraco potencial hidrogeológico;

7.11 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 122 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 409,67 mg/L, com valor mínimo de 67,60 mg/L, encontrado no povoado Trapiá (poço JG 209) e valor máximo de 1.781,0 mg/L detectado no povoado Sudene (poço JG 185). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 93,44% das águas se enquadram no tipo doce e 6,56% são ligeiramente salobras;

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/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?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, 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: PETROBRAS, 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://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.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 paleozóica 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 fitoplâncton (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)
JF265	Povoado Lagoa da Cruz	-5,264039	-44,354864	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Em operação	Submersa	604	392,60
JF270	Povoado Baixão Grande	-5,175843	-44,358856	Tubular	Público	Abastecimento urbano	162			Em operação	Submersa	502	326,30
JG008	São Francisco	-5,372948	-44,371333	Tubular	Público	Abastecimento urbano	220	54	104	Em operação	Submersa	384	249,60
JG073	Canafístula dos Morais	-5,265391	-44,390849	Tubular	Público	Abastecimento urbano	128			Em operação	Submersa	726	471,90
JG074	Centro do Meio	-5,249797	-44,394819	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Compressor		
JG075	Canafístula dos Morais	-5,270755	-44,39557	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Paralisado	Submersa	666	432,90
JG076	Massapê	-5,269441	-44,361822	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	60		Em operação	Submersa	1686	1.095,90
JG077	Barra da Limpeza	-5,280036	-44,393333	Tubular	Particular	Doméstico	124	54		Em operação	Submersa	1686	1.095,90
JG078	Povoado Firmino	-5,296939	-44,408181	Tubular	Particular		112	35		Não instalado		578	375,70
JG079	Povoado Firmino	-5,29695	-44,408514	Tubular	Particular	Irrigação	40	10		Não instalado		2120	1.378,00
JG080	Povoado Firmino	-5,299375	-44,410193	Tubular	Público	Abastecimento urbano	148		22	Em operação	Submersa	474	308,10
JG081	Povoado Firmino	-5,298897	-44,391198	Tubular	Público	Doméstico/irrigação	120	35,8	39,4	Em operação	Submersa	1022	664,30
JG082	Fazenda São Carlos	-5,315532	-44,360679	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Paralisado	Compressor		
JG083	Centro dos Soares	-5,30129	-44,375914	Tubular	Público		113			Não instalado			
JG084	Fazenda do Edgar	-5,30254	-44,379294	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Em operação	Compressor	868	564,20
JG085	Centro dos Soares	-5,299782	-44,384739	Tubular	Particular		50	38		Abandonado		1248	811,20
JG086	Jenipapo	-5,323879	-44,39867	Tubular	Público	Abastecimento urbano	135		42	Em operação	Submersa	613	398,45
JG087	Jenipapo dos Paulinos	-5,327548	-44,404056	Tubular	Público		160	20		Não instalado		510	331,50
JG088	Jenipapo	-5,334313	-44,399663	Tubular	Particular	Doméstico	52	10		Em operação	Submersa	1046	679,90
JG089	Jenipapo	-5,338937	-44,396841	Tubular	Particular	Doméstico	22	4,46		Abandonado	Submersa	1046	679,90
JG090	Rebojo	-5,305705	-44,422767	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	20		Em operação	Submersa	685	445,25
JG091	Rebojo	-5,300979	-44,423449	Tubular	Particular	Doméstico	60	8		Em operação	Submersa	648	421,20
JG092	Chácara Imperial	-5,300426	-44,436092	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	57	12		Em operação	Submersa	1479	961,35
JG093	Sítio Alegre	-5,300276	-44,440234	Tubular	Particular	Doméstico	150			Em operação	Submersa	942	612,30
JG094	Povoado Alegre	-5,301161	-44,454144	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	170	23		Em operação	Compressor	380	247,00
JG095	Povoado Alegre	-5,302046	-44,453344	Tubular	Particular	Doméstico	60	20		Em operação	Submersa	880	572,00
JG096	Povoado Alegre	-5,306525	-44,452309	Tubular	Particular	Doméstico	120		30	Em operação	Compressor	730	474,50
JG097	Povoado Alegre	-5,307764	-44,447379	Tubular	Particular	Doméstico	20	15		Em operação	Submersa	1671	1.086,15
JG098	Povoado Alegre	-5,31211	-44,440899	Tubular	Público		180	42		Não instalado			
JG099	Povoado Alegre	-5,311149	-44,44401	Tubular	Particular	Doméstico	80	60		Em operação	Submersa	913	593,45
JG100	Povoado Alegre	-5,312625	-44,441859	Tubular	Particular	Doméstico	120	40		Em operação	Compressor	1473	957,45
JG101	Chácara Arapuá	-5,298457	-44,457834	Tubular	Particular	Irrigação				Obstruído	Submersa		
JG102	Povoado Recanto	-5,296059	-44,460393	Tubular	Particular		100	10		Não instalado		655	425,75
JG103	Fazenda Serra Verde	-5,298114	-44,46182	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Em operação	Submersa	786	510,90
JG104	Fazenda Serra Verde	-5,298125	-44,461809	Tubular	Particular			7		Abandonado		1001	650,65
JG105	Povoado Recanto	-5,293195	-44,468322	Tubular	Particular	Doméstico	110	20		Em operação	Submersa	452	293,80
JG106	Chácara Tarumã	-5,29813	-44,478364	Tubular	Particular	Doméstico Animal	100		20	Em operação	Submersa	676	439,40
JG107	Cerâmica Nossa Senhora de Fátima	-5,298967	-44,483176	Tubular	Particular	Indústria				Em operação	Submersa	142,7	92,76

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)
JG108	Agropecuária P.	-5,322742	-44,478246	Tubular	Particular	Doméstico Animal	51	23		Em operação	Submersa	706	458,90
JG109	Matadouro	-5,316133	-44,472908	Tubular	Particular	Doméstico	66			Em operação	Submersa	761	494,65
JG110	Coco Fundo	-5,322018	-44,474223	Tubular	Particular	Doméstico Animal	20	8		Em operação	Submersa	364	236,60
JG111	Aroeira II	-5,321503	-44,466278	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	363	235,95
JG112	Ipueira	-5,336443	-44,453012	Tubular	Particular	Doméstico	26	8		Em operação	Submersa	273	177,45
JG113	Ipueira	-5,337972	-44,449428	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	20		Em operação	Submersa	228	148,20
JG114	Ipueira	-5,323777	-44,468365	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	23			Em operação	Submersa	809	525,85
JG115	Loteamento Natureza	-5,315323	-44,479002	Tubular	Particular		108		22	Em operação	Submersa	695	451,75
JG116	Chácara Priscila	-5,317517	-44,481872	Tubular	Particular	Doméstico	112	22		Em operação	Submersa	313	203,45
JG117	J. F. Tratores	-5,330558	-44,478863	Tubular	Particular	Doméstico	29	9		Em operação	Submersa	1113	723,45
JG118	Flash Motel	-5,332001	-44,478493	Tubular	Particular	Doméstico		22		Em operação	Submersa	661	429,65
JG119	Fazenda Zé dos Pneus	-5,36791	-44,466798	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Em operação	Submersa	524	340,60
JG120	Fazenda Sr. Raimundo	-5,37681	-44,465945	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Compressor	416	270,40
JG121	Invenção	-5,427278	-44,470838	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	171	111,15
JG122	Posto Santo Antonio II	-5,45189	-44,460785	Tubular	Particular	Doméstico	120			Em operação	Submersa	226	146,90
JG123	Fazenda Paraíso	-5,440078	-44,424366	Tubular	Particular	Doméstico Animal	100			Em operação	Submersa	320	208,00
JG124	Centro do Meio	-5,433871	-44,416067	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação		636	413,40
JG125	Fazenda Nordestina	-5,483717	-44,453597	Tubular	Particular	Doméstico Animal	108			Em operação	Compressor	809	525,85
JG126	Restaurante Esporte Bier	-5,28025	-44,494141	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	512	332,80
JG127	Trinidad Hotel	-5,282482	-44,492837	Tubular	Particular	Doméstico	36	24		Em operação	Submersa	564	366,60
JG128	Escola Sagrada Família	-5,283609	-44,490863	Tubular	Particular	Doméstico	40	28		Em operação	Submersa	393	255,45
JG129	Paróquia São Sebastião	-5,284499	-44,490622	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Submersa	408	265,20
JG130	Praça do Mercado	-5,285373	-44,49258	Tubular	Público	Abastecimento urbano	85	12,9	26	Em operação	Submersa	515	334,75
JG131	COHAB	-5,288608	-44,500326	Tubular	Público	Abastecimento urbano	104	16,3	19,7	Em operação	Submersa	417	271,05
JG132	Campo Dantas	-5,299112	-44,488379	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	222	144,30
JG133	Campo Dantas	-5,30475	-44,487838	Tubular	Público	Abastecimento urbano	111	14,3	19,3	Em operação	Submersa	1615	1.049,75
JG134	Hotel Tavares	-5,300501	-44,487591	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	567	368,55
JG135	Hospital Regional de Urgência e Emergência	-5,291694	-44,492139	Tubular	Público	Doméstico		50		Abandonado	Submersa		
JG136	Lava Jato Popular	-5,287528	-44,500139	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	997	648,05
JG137	Ambulatório da Maternidade Infantil	-5,296778	-44,498333	Tubular	Público	Doméstico	150		9	Em operação	Submersa	389	252,85
JG138	Bairro de Fátima	-5,30625	-44,493472	Tubular	Público	Abastecimento urbano	124		52	Em operação	Submersa	294	191,10
JG139	Sibrazen	-5,312833	-44,483444	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	172,7	112,26
JG140	C. E. Deputado Remy Soares	-5,312083	-44,484056	Tubular	Público		152			Em operação	Submersa	246	159,90
JG141	C. E. Deputado Remy Soares	-5,312222	-44,483389	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Submersa	278	180,70
JG142	Posto Serv Center	-5,301194	-44,488611	Tubular	Particular	Doméstico	100		5	Em operação	Submersa	239	155,35
JG143	Aeroporto	-5,30625	-44,487583	Tubular	Público		150			Paralisado	Submersa		
JG169	Pousada Colibri	-5,300351	-44,487484	Tubular	Particular	Doméstico	51			Em operação	Submersa	1016	660,40
JG170	Hotel Brasil	-5,298371	-44,485971	Tubular	Particular	Doméstico	68	8	18	Em operação	Submersa	693	450,45
													25



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)
JG171	Fazenda Maristela	-5,239706	-44,479968	Tubular	Particular	Doméstico Animal	112			Em operação	Compressor	626	406,90
JG172	Fazenda Nossa Senhora de Guadalupe	-5,255107	-44,48022	Tubular	Particular	Doméstico Animal	102			Em operação	Compressor	332	215,80
JG173	Colégio Presidente Costa e Silva	-5,223457	-44,479721	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	433	281,45
JG174	Fazenda Varjão	-5,221129	-44,479694	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Compressor	1228	798,20
JG175	Povoado Palma	-5,186958	-44,470736	Tubular	Público	Abastecimento urbano	128			Em operação	Submersa	566	367,90
JG176	Povoado Palma	-5,188894	-44,470623	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	532	345,80
JG177	Povoado Palma	-5,180563	-44,468107	Tubular	Público	Abastecimento urbano	84			Em operação	Submersa	376	244,40
JG178	Calumbim	-5,167646	-44,458242	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação		461	299,65
JG179	Povoado Mira Norte	-5,148195	-44,456858	Tubular	Público	Abastecimento urbano	154			Em operação	Submersa	460	299,00
JG180	Centro da Sinhá	-5,130937	-44,483138	Tubular	Público	Abastecimento urbano	194			Em operação	Submersa	496	322,40
JG181	Povoado Centro dos Bóia	-5,119184	-44,494785	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	470	305,50
JG182	Povoado Centro dos Bóia	-5,117859	-44,496732	Tubular	Público		43			Abandonado	Submersa		
JG183	Povoado Escondido	-5,15453	-44,454691	Tubular	Público	Indústria	80			Em operação	Submersa	1664	1.081,60
JG184	Povoado Sudene	-5,163242	-44,468971	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Em operação	Submersa	601	390,65
JG185	Povoado Sudene	-5,164594	-44,470484	Tubular	Público		85	20		Abandonado	Submersa	2740	1.781,00
JG186	Centro dos Pereiras	-5,151059	-44,508378	Tubular	Público	Abastecimento urbano	124			Em operação	Submersa	607	394,55
JG187	Povoado Maria Preta	-5,145823	-44,415836	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	425	276,25
JG188	Povoado São João	-5,138828	-44,379053	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	509	330,85
JG189	Povoado São João	-5,138866	-44,379085	Tubular	Público					Não instalado			
JG190	Povoado São Miguel	-5,17558	-44,382148	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	543	352,95
JG191	Crioli do Joviniano	-5,220963	-44,395344	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	504	327,60
JG192	Crioli do Joviniano	-5,223801	-44,391788	Tubular	Público	Abastecimento urbano	214			Em operação	Submersa	440	286,00
JG193	Crioli do Joviniano	-5,278367	-44,43643	Tubular	Público					Não instalado			
JG194	Fazenda Mandacarú	-5,28024	-44,462893	Tubular	Particular	Doméstico e Animal	120	22	24	Em operação	Submersa	618	401,70
JG195	Fazenda Mandacarú	-5,281189	-44,4624	Tubular	Particular	Doméstico Irrigação	120	21,7	23,7	Em operação	Submersa	437,1	284,12
JG196	Bairro São Benedito	-5,279515	-44,474647	Tubular	Público	Doméstico	60			Em operação	Compressor	770	500,50
JG197	Bairro São Benedito	-5,28319	-44,491276	Tubular	Público	Abastecimento urbano	108	17,5	19,2	Em operação	Submersa	413	268,45
JG198	Loteamento Santa Maria	-5,313714	-44,488117	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	393	255,45
JG199	Povoado Lagoa Grande	-5,324813	-44,494565	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Paralisado	Submersa	241	156,65
JG200	Povoado Lagoa Grande	-5,323423	-44,494404	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano	40	6,5		Poço Escavado	Submersa	236	153,40
JG201	Fazenda Santa Terezinha	-5,340246	-44,510572	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Em operação	Submersa	176,5	114,73
JG202	Fazenda Santa Terezinha	-5,340182	-44,510502	Amazonas	Particular	Doméstico Animal		4		Abandonado		1120	728,00
JG203	Povoado Cigana	-5,354424	-44,515223	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	181,8	118,17
JG204	Fazenda São José	-5,357503	-44,515706	Tubular	Particular	Doméstico Animal	37			Em operação	Submersa	325	211,25
JG205	Taboca dos Lopes	-5,385447	-44,507493	Tubular	Público	Abastecimento urbano	84			Em operação	Submersa	159,9	103,94
JG206	Escola Municipal Coelho Neto	-5,407285	-44,514708	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	171	111,15
JG207	Localidade Colher de Pau	-5,41832	-44,518699	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140		10	Em operação	Submersa	135,9	88,34
JG208	Alto Bonito	-5,421689	-44,519906	Tubular	Particular	Doméstico	43			Em operação	Submersa	638	414,70
													26

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)
JG209	Povoado Trapiá	-5,422059	-44,493535	Tubular	Público	Abastecimento urbano	125			Em operação	Submersa	104	67,60
JG210	Rodage	-5,423732	-44,475939	Tubular	Público		150			Não instalado			
JG211	Boa Vista	-5,420766	-44,465935	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65			Em operação	Submersa	166,1	107,97
JG212	Pitombeira	-5,378559	-44,467442	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Em operação	Submersa	721	468,65
JG213	Fazenda Santa Maria	-5,345906	-44,476181	Tubular	Particular	Doméstico Animal				Em operação	Submersa	304	197,60
JG214	Canto do Cocal	-5,353679	-44,472608	Tubular	Público		150			Não instalado			
JG215	Escola Municipal Joana D'Arc	-5,377443	-44,471138	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Submersa	381	247,65
JG216	Povoado Jacoca	-5,39528	-44,475521	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano	70			Poço Escavado	Injetora	335	217,75
JG217	Povoado Jacoca	-5,389609	-44,485247	Amazonas	Particular	Doméstico	20		14	Em operação	Submersa	785	510,25
JG218	Povoado Angical	-5,449991	-44,461863	Tubular	Público	Abastecimento urbano	68	12	23	Em operação	Submersa	223	144,95
JG219	Povoado Angical	-5,449986	-44,461767	Tubular	Público		149	11		Não instalado			
JG220	Povoado Boa Vista	-5,428217	-44,465237	Amazonas	Particular		9	3		Paralisado	Sarilho	244	158,60
JG221	Povoado Boa Vista	-5,428898	-44,465194	Amazonas	Particular	Doméstico	9		6	Em operação	Submersa	344	223,60
JG222	Povoado Pedra Branca	-5,289391	-44,546514	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	534	347,10
JG223	Chácara João Francisco	-5,286672	-44,509757	Tubular	Particular	Doméstico	25			Em operação	Submersa	823	534,95
JG224	Loteamento Bom Sucesso	-5,277445	-44,504226	Tubular	Público					Não instalado			
JG225	Localidade Pé-do-Morro	-5,277874	-44,519622	Tubular	Particular	Doméstico	40			Em operação	Submersa	258	167,70
JG226	Fazenda Diamantina	-5,265235	-44,535061	Tubular	Particular	Doméstico Animal	130			Em operação	Submersa	409	265,85
JG227	Fazenda São José	-5,255885	-44,548654	Tubular	Particular	Doméstico Animal	126	30	36	Em operação	Submersa	408	265,20
JG229	Povoado Santa Rita do Norte	-5,23041	-44,545022	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	357	232,05
JG230	AABB Comunidade	-5,279451	-44,499822	Tubular	Público	Abastecimento urbano	45			Em operação	Compressor		
JG231	Localidade Pé-do-Morro	-5,278646	-44,517583	Amazonas	Particular	Doméstico	75	11		Poço Escavado	Submersa	224	145,60
JG232	Fazenda Pé-do-Morro	-5,278432	-44,521558	Amazonas	Particular	Doméstico Animal	15	16,5		Poço Escavado	Submersa	1698	1.103,70
JG233	Fazenda Pé-do-Morro	-5,279623	-44,520625	Amazonas	Particular	Doméstico Animal		6		Paralisado		1163	755,95
JG234	Fazenda Parque Haras VB	-5,245897	-44,529471	Tubular	Particular	Doméstico Animal	60			Em operação	Submersa	1034	672,10
JG235	Fazenda Parque Haras VB	-5,246278	-44,529358	Tubular	Particular	Doméstico Animal	25			Em operação	Submersa	1940	1.261,00
JG236	Fazenda Parque Haras VB	-5,24366	-44,529605	Amazonas	Particular			2		Abandonado		395	256,75
JG237	Hospital Bené Soares	-5,285052	-44,499135	Tubular	Particular	Doméstico		8	13	Em operação	Submersa	352	228,80
JG238	Creche dos Padres	-5,302738	-44,49266	Tubular	Particular	Doméstico	160			Em operação	Submersa	292	189,80
JG239	Cooperativa de Leite	-5,306938	-44,490756	Tubular	Particular					Paralisado			
JG240	Rua Jean Carvalho	-5,305039	-44,482736	Tubular	Público	Abastecimento urbano	96			Em operação	Submersa	139,3	90,55
JG241	Supermercado Mendonça	-5,284622	-44,492612	Tubular	Particular	Doméstico	22			Em operação	Submersa	612	397,80
JG242	Posto Priscila	-5,28039	-44,496555	Tubular	Particular	Doméstico	104			Em operação	Submersa	617	401,05
JG243	Hotel e Churrascaria Brasil	-5,298318	-44,486196	Tubular	Particular	Doméstico	68			Em operação	Submersa		
JG244	Escritório da Tocantins Poços Artesianos	-5,280111	-44,500583	Tubular	Particular	Doméstico	104	6,3	12	Em operação	Submersa	325	211,25

## ANEXOS