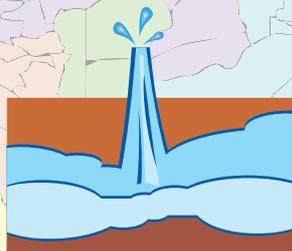


RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE BREJO

**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 BREJO

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

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

Hídricos e Meio Ambiente

CONSULTORIA EXTERNA – SERVIÇOS TERCEIRIZADOS

Geólogo: Érico Rodrigues Gomes – M. Sc.

Geólogo: Ossian Otávio Nunes – Especialista em Recursos Hídricos

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

Teresina/Piauí

Dezembro/2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

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

SECRETARIA DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL
Claudio Scliar
Secretário

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

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

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF

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

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

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

Antônio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho
Assistente de Produção DHT/RETE

COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

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

COORDENAÇÃO DE ÁREA

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

EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

REFO

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

RETE

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

SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

SUREG/SA

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

SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

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

RECENSEADORES

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

APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

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

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva
Bibliotecária - CPRM/RETE

ILUSTRAÇÕES

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

BANCO DE DADOS DO SIAGAS

Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

Consistência das Fichas

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

ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

Coordenação

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

Execução

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

ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

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

C824p Correia Filho, Francisco Lages

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

31 p.: il.

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

CDD 551.49098121

ILUSTRAÇÕES DA CAPA E DO CD ROM:

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	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 Socioeconômico.....	15
5.3 - Aspectos Fisiográficos	16
5.4 – Geologia.....	20
6 - RECURSOS HÍDRICOS	24
6.1 - Águas Superficiais	24
6.2 – Águas Subterrâneas	25
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos.....	26
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados	28
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	28
7 – CONCLUSÕES	34
8 – RECOMENDAÇÕES	36
9–REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

APÊNDICE

1. Planilha de Dados das Fontes de Abastecimento

ANEXOS

1. Mapa de Pontos D'Água

2. Esboço Geológico Municipal

1 – INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas, que abrange quase toda 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 km² (Figura 1).

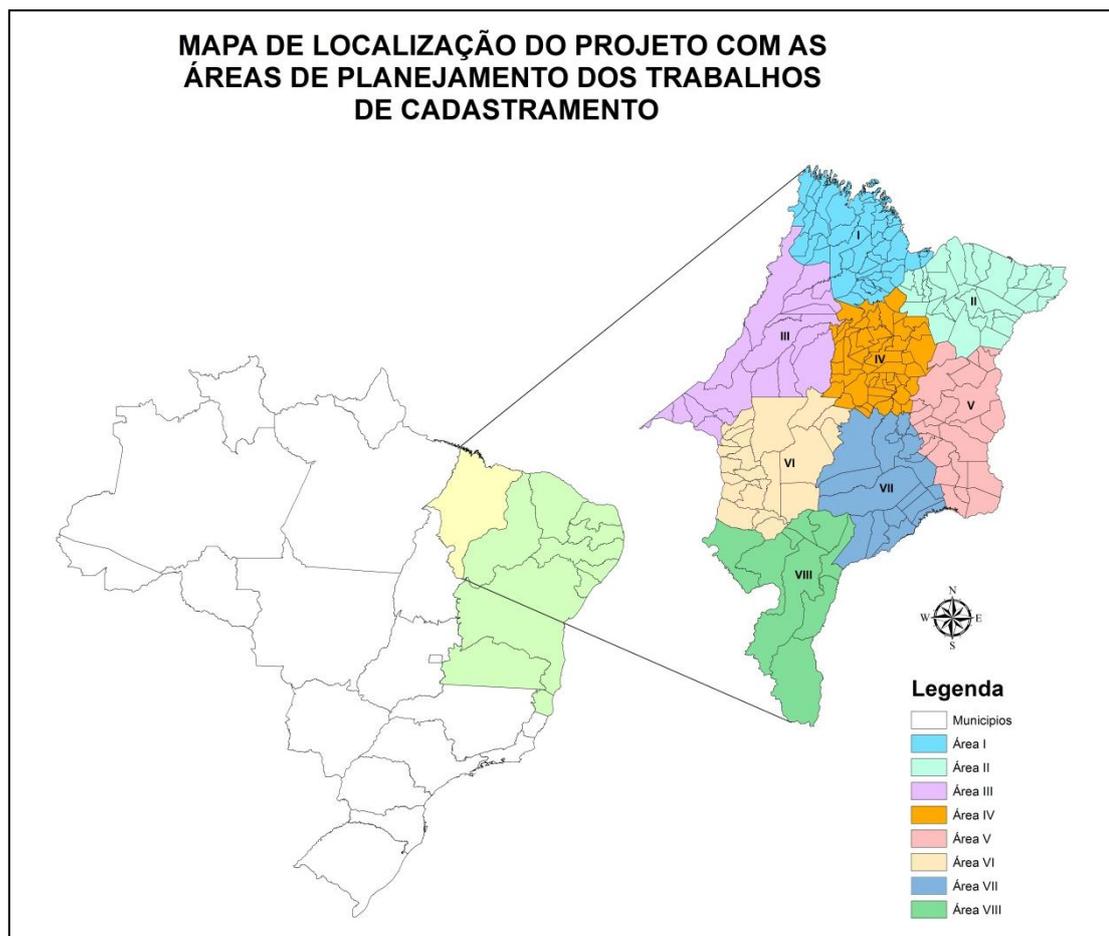


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

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 km². Cada área foi levantada por uma equipe sob a coordenação de um técnico da CPRM e composta, em média, de quatro recenseadores, na maioria estudantes de nível superior dos cursos de Geologia e Geografia, selecionados e treinados pela CPRM. A área II, situada na porção nordeste do estado, abrange 33 municípios, cadastrados em 2008, sob a coordenação do geólogo Carlos Antônio da Luz. As áreas restantes, I, III, IV, V, VI, VII e VIII, com 180 municípios, foram cadastrados em 2009, sob a responsabilidade do geólogo Francisco Lages Correia Filho.

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

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

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

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

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

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

5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

5.1 – Localização e Acesso

A Cidade de Brejo teve sua autonomia política em 11/07/1870 e está inserida na mesorregião Leste maranhense, na microrregião Chapadinha (**Figura 2**), compreendendo uma área de 1.075 km². O município possui uma população de aproximadamente 33.314 habitantes e uma densidade demográfica de 30,98 habitantes/km² (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com o município Milagres do Maranhão; ao Sul, com o município de Buriti; ao Leste, com águas do rio Parnaíba e; a Oeste, com o município de Anapurus (*Google Maps*, 2011).

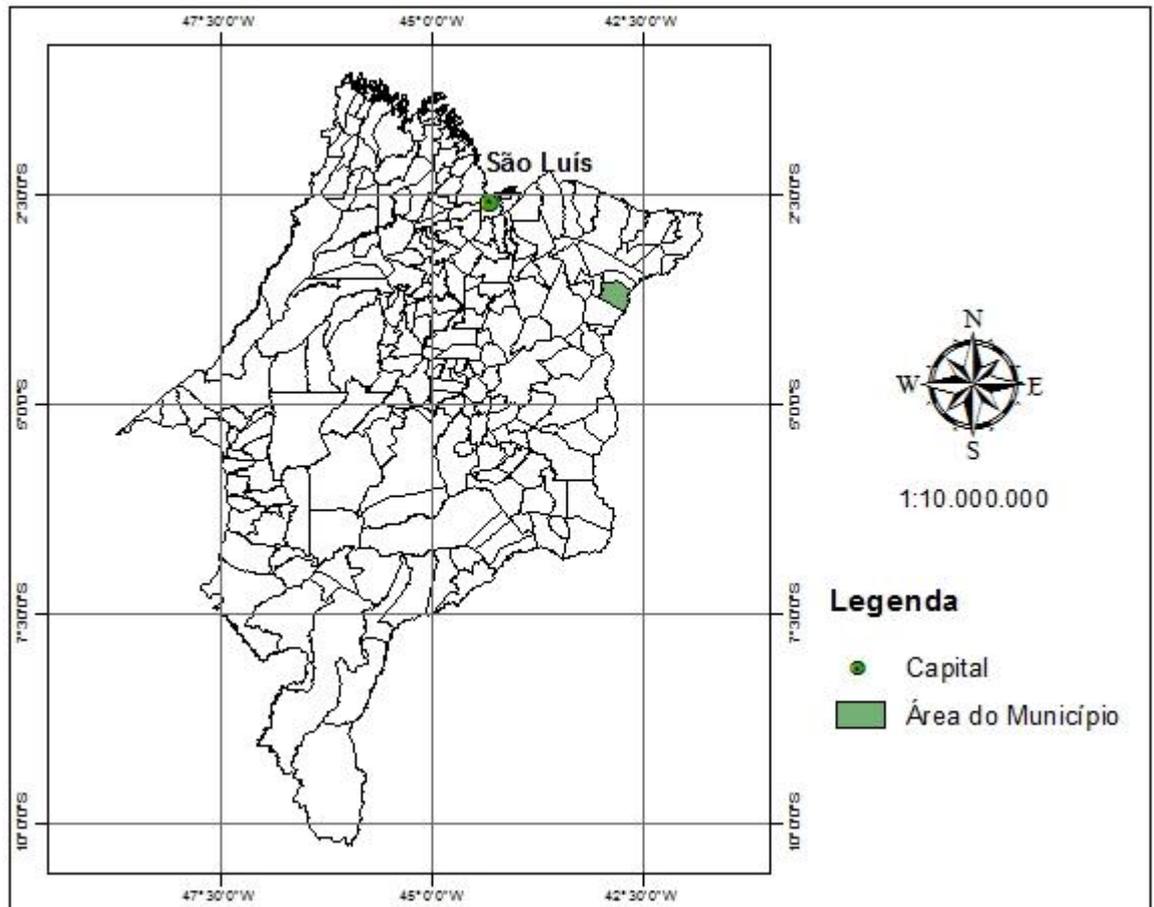


Figura 2 - Mapa de localização do município de Brejo.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas $-3^{\circ}40'48''$ de latitude Sul e $-42^{\circ}45'$ de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, num percurso total aproximado de 318 km, se faz através do seguinte roteiro: 106 km pela rodovia BR-135 até a cidade de Itapecuru Mirim; 140 km pela BR-222 até o município de Chapadinha; e 73 km pela rodovia estadual MA-230 até a cidade de Brejo (Google Maps, 2011).

5.2 - Aspectos Socioeconômico

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

O município foi elevado à condição de cidade, com a denominação de Brejo, pela Lei Provincial nº 899 de 11/07/1870. Segundo o IBGE (2010), cerca de 36,95% 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 53,30% e 42,79% respectivamente.

Na educação, segundo dados do IMESC (2010), destacam-se os seguintes níveis escolares: Educação Infantil (16,55%); Educação de Jovens e Adultos (10,18%); Educação Especial (1,24%); Ensino Fundamental (57,98%); Ensino Médio (14,03%). O analfabetismo atinge mais de 30% da população da faixa etária acima de 07 anos (CNM, 2000).

No campo da saúde, a cidade conta com onze estabelecimentos públicos de atendimento e um privado. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Brejo obteve baixo desempenho, com IDH de 0,552.

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 Brejo a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/176 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, a extração vegetal, as lavouras permanente e temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 302 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Brejo é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende 2.036 domicílios através de uma central de abastecimento (IBGE, 2010). O município não possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais. E 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 pois atende apenas 3,17% dos domicílios, enquanto 95,46% domicílios lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 1,36% 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, com elevado 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 com tensão de 69 KV, 65MVA - 230/69 KV, alimentada através do seccionamento da LT 230 KV Peritoró/Teresina. O sistema é composto atualmente por cinco subestações, na tensão de 69/13, 8 KV (três subestações da CEMAR e duas consumidores especiais) e duas na tensão de 34,5/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010), existem 8.050 ligações de energia elétrica no município de Brejo.

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, Plintossolos e Solos Aluviais (EMBRAPA, 2006). Latossolo Amarelo são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos,

com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum, as coberturas areno-argilosas e argilosas, derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e suavemente ondulado, esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada, esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais 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.

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 Brejo está localizado na Mesorregião Leste Maranhense, Microrregião de Chapadinha, com altitude da sede de 55 metros acima do nível do mar. O clima é tropical quente e úmido, com temperatura mínima de 21°C e máxima de 37°C.

O clima da região do município, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho, com médias mensais superiores 203,4 mm, e o outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica varia de 5,2 a 51,9 mm, com precipitação total anual em torno de 1.3560,4 mm, segundo o Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990.

O período mais quente do ano vai de setembro a novembro e o mais frio, de maio a junho. O relevo do município é plano e dominado por chapadas baixas, com altitudes inferiores a 300 metros. A planície aluvionar caracteriza-se por uma superfície extremamente horizontalizada, onde os sedimentos inconsolidados (areias, argilas e cascalhos) encontram-se depositados nas margens e nos leitos dos principais cursos d'água da região.

A vegetação predominante é do tipo Cerrado constituída por árvores e arbustos com altura variando de três a oito metros, estruturada em dois estratos: um arbóreo/arbustivo com árvores esparsas e retorcidas e outro herbáceo/gramíneo. As espécies mais comuns são Araticum, Sucupira Preta, Murici, Pequi, Faveira, Ipê e Ipê Amarelo. As Palmáceas presentes no município são: a Carnaúba, o Buriti e o Babaçu.

5.4 – Geologia

O município de Brejo está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de

Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).

Na área do município, o Grupo Canindé está representado pelas formações Longá (D3C11) Devoniano e Poti (C1po) Carbonífero; o Cretáceo, pela formação Itapecuru (K12it); o Terciário pelo Grupo Barreiras (ENb); e o Quaternário pelos Depósitos Aluvionares (Q2a).

Campbell (1950 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) chamou de formação Longá as camadas de folhelhos com intercalações de siltitos, equivalentes estratigráficos das camadas Itaueiras de Plummer (1948 *apud* SANTOS *et al.*, 1984). Lima & Leite (1978) adotaram o conceito de Campbell (*op. cit.*). Esta formação está posicionada, estratigraficamente, entre os arenitos da formação Cabeças e os da seção inferior da formação Poti. É constituída, predominantemente, por uma sequência pelítica de folhelhos cinza-escuros, pretos, esverdeados e arroxeados, homogêneos ou bem laminados, localmente calcíferos, micromicáceos e, secundariamente, siltitos argilosos. Subordinadamente, na seção média, ocorrem arenitos creme, esbranquiçados, róseos, bem selecionados, com rastro de vermes. Próximo ao contato com a formação Poti, ocorrem níveis descontínuos de arenito grosseiro a conglomerático de cor ocre, ferrificado. Laminação paralela é a estrutura sedimentar predominante na unidade, além de estratificação cruzada e ondulada de baixa angulosidade e marcas de ondas. Aflora a leste estendendo-se para sudeste do município de Brejo.

O nome Poti foi usado, originalmente por Lisboa (1914 *apud* SANTOS *et al.*, 1984), para designar os folhelhos carbonosos que afloram no rio Poti no estado do Piauí. Este nome prevalece, tem aceitação e uso generalizado por vários autores, tais como Oliveira & Leonardos (1943 *apud* SANTOS *et al.*, 1984), Lima & Leite (1978). Compreende o pacote sedimentar situado estratigraficamente entre as formações Longá e Piauí. Consiste, em sua porção inferior, essencialmente, de sedimentos arenosos. Na parte superior há uma predominância de clásticos finos, com sedimentos arenosos, subordinados. As variações faciológicas, tanto horizontais como verticais, são uma das características mais marcantes deste pacote sedimentar, mesmo considerando-se as mudanças de espessura, na seção superior, causadas por erosão. Os clásticos arenosos do intervalo inferior são constituídos de arenitos finos a médios, cremes a esbranquiçados, porosos, friáveis, em geral, homogêneos. O intervalo superior consiste de uma alternância de siltitos cinza a cinza-escuro; arenitos finos a

médios, esbranquiçados e amarelados, com níveis subordinados de folhelhos e siltitos cinza-escuro e preto, por vezes carbonosos, contendo restos vegetais carbonizados ou laminações de carvão. Ocorrem, também arenitos calcíferos e calciarenitos, intercalados com folhelhos. Estratificação cruzada de pequeno e grande porte é a estrutura sedimentar mais comum na unidade. O contato inferior com a formação Longá é concordante e gradacional, enquanto que o contato superior com a formação Piauí é, em geral, marcado por discordância erosiva, sendo comum, aí, uma zona de oxidação ou, localmente a presença de conglomerado. Ocupa uma vasta área a sudoeste estendendo-se para sul, sudeste, leste e nordeste do município de Brejo, 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). Aflora em uma área situada a noroeste do município de Brejo.

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 síltico-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. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Brejo.

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 t pica 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. Aflora em duas áreas, uma localizada a noroeste e, a outra, a sudeste do município de Brejo, a primeira ao longo da planície de inunda o do riacho Corrente e do rio Buriti, a segunda, do rio Parnaíba (Ver mapa, **Anexo 2**).

6 - RECURSOS HÍDRICOS

6.1 - Águas Superficiais

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

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

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

O município de Brejo, drenado pelo rio Parnaíba, está inserido na bacia hidrográfica desse rio, a qual se localiza na área transicional entre a Amazônia e a região Nordeste Ocidental. Por estar localizada numa área de transição, apresenta feições topográficas amazônicas na porção ocidental, feições aplainadas, sertanejas, no setor leste-sudeste, além de relevo subtabular que constitui as cuestas da porção central da bacia. Ela drena uma área aproximada de 331.441 km², distribuída entre os estados do Piauí, Maranhão e Ceará, sendo que uma parte está localizada no estado do Piauí, onde podem ser encontrados vários rios intermitentes. Em sua foz, o rio Parnaíba apresenta uma planície litorânea com aspectos variados. Ele se origina da junção dos rios Surubim, Água Quente e Boi Pintado, cujas nascentes situam-se na serra da Tabatinga que é o ponto de convergência dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, numa altitude aproximada de 800 metros, no extremo sul do Maranhão. Após um percurso de aproximadamente 1.400 km, desemboca em forma de delta, entre as baías do Caju e das Canárias. A partir da nascente, o curso segue rumo norte, margeado pelas serras do Penitente e Grande até a confluência com o rio Medonho, onde apresenta leve mudança para nordeste, mantendo seu curso até o município de Nova Iorque.

De lá sofre uma súbita inflexão para leste, até Floriano, quando retorna seu rumo para norte. Próximo a Duque Bacelar, o rio começa a fluir em direção nordeste, acentuando-se próximo à Santa Quitéria, persistindo até a foz. Flui, predominantemente, sobre terrenos Paleozóicos, porém, próximo a sua desembocadura corre sobre terrenos Quaternários. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Gurguéia, Uruçuí Preto, Poti, Longá. Pela margem esquerda, rio das Balsas. Este tem suas cabeceiras na chapada das Mangabeiras com altitude média de 600 metros, após percorrer uma extensão de 525 km. Deságua no rio Parnaíba, à altura das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), cuja bacia hidrográfica tem cerca de 24.540 km². Trata-se de rio perene e tem como principais afluentes o rio Balsinhas, pela margem direita, e os rios Maravilhas e Neves, pela esquerda. Além do rio Parnaíba, drena a área do município de Brejo os rios Preto, Buriti e os riachos da Cruz, do Guarimã, Corrente, Gameleira, do Morro Alegre, São João, da Santa Cruz, do Boi Morto, São Tomé, do Sítio, Lagoa da Telha, São Bento, da Flecheirinha, dentre outros.

6.2 – Águas Subterrâneas

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

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

6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

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

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das descontinuidades 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 Brejo apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Longá (D3C11), Poti (C1po), Itapecuru (K12it), do Grupo Barreiras (ENb); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Aluvionares (Q2a). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 79 pontos d’água sendo 76 poços tubulares (96,20%) e 03 poços amazonas (3,80%).

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

O aquífero Poti, por apresentar uma composição predominantemente arenosa em sua seção inferior, apresenta uma permeabilidade boa, caracterizando como um aquífero com potencial hidrogeológico de médio a elevado, enquanto que a sua seção superior, com uma litologia representada por arenitos finos, argilosos, com intercalações de folhelhos e siltitos, tem um potencial hidrogeológico variando de fraco a médio. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, infiltração vertical, ascendente, através das formações inferiores e pela contribuição da rede de drenagem superficial. Seus principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração,

favorecendo uma maior evapotranspiração nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

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 25,0 m³/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.

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 2,0m³/h, porém em algumas áreas podem apresentar valores bem superiores (máximas de 17,6 m³/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 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, influenciam na qualidade das águas armazenadas nessa unidade e contribuem para sua pouca utilização na região.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Brejo, registrou a presença de 79 pontos d’água, sendo 76 poços tubulares e 03 poços amazonas, representativos (**Figura 3**).

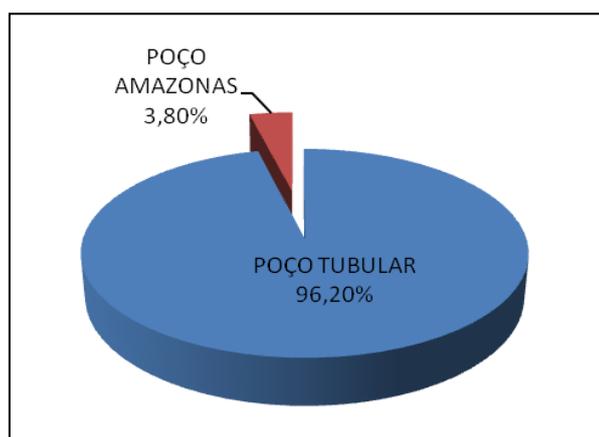


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 96,20% 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 (61 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e, particulares (15 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

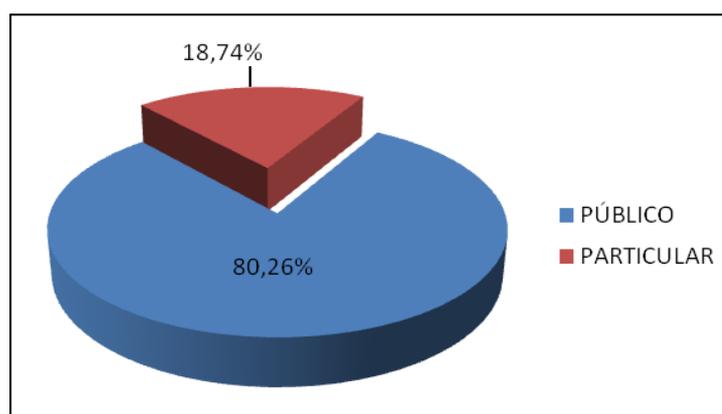


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Codó.

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	Não instalados	Paralisados	Abandonados
Público	44	9	4	4
Particular	14	0	1	0
Total	58	9	5	4



Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 27 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 34 poços são para uso doméstico, 01 poço é para uso doméstico e animal e em 14 poços não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado na indústria, para uso doméstico e animal, 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.

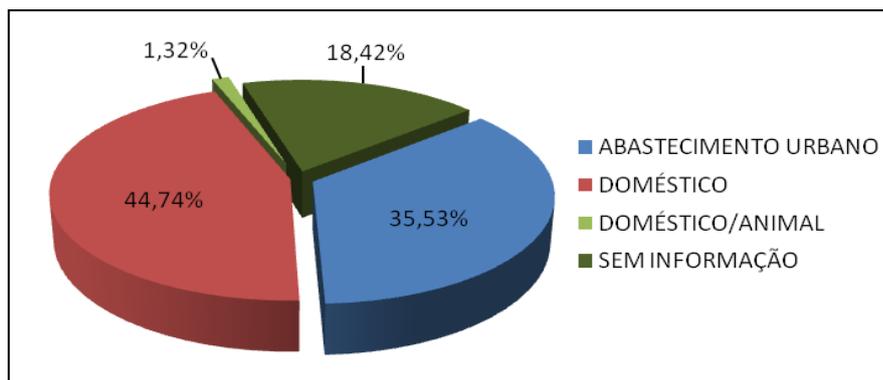


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

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 13 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 01. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 44 já existentes, em pleno uso.

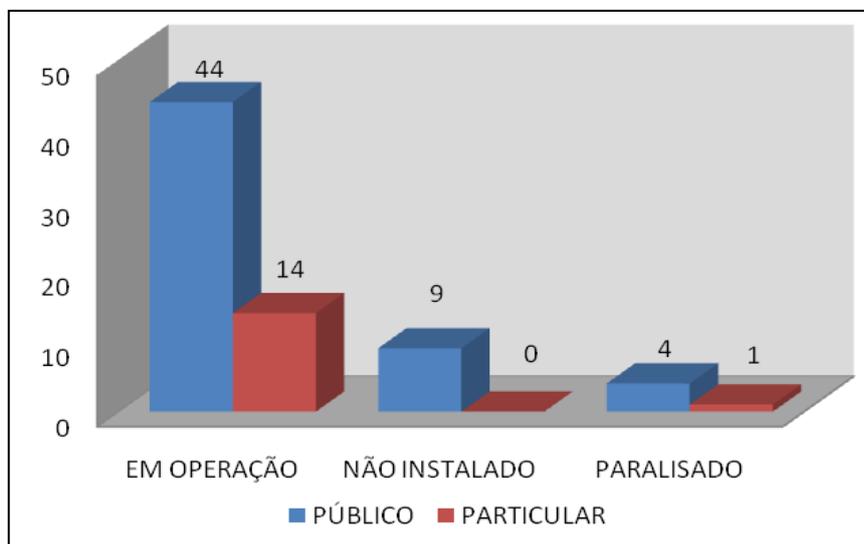


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

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 69 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

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

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

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

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

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 278,13 mg/L, com valor mínimo de 14,95 mg/L, encontrado na Fazenda Regence (poço JA 370) e valor máximo de 3.731,0 mg/L detectado no povoado Boca da Mata (poço JA 349). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 92,42% das águas se enquadram no tipo doce, 6,06% são ligeiramente salobras e 1,52% moderadamente salobra, **figura 8**.

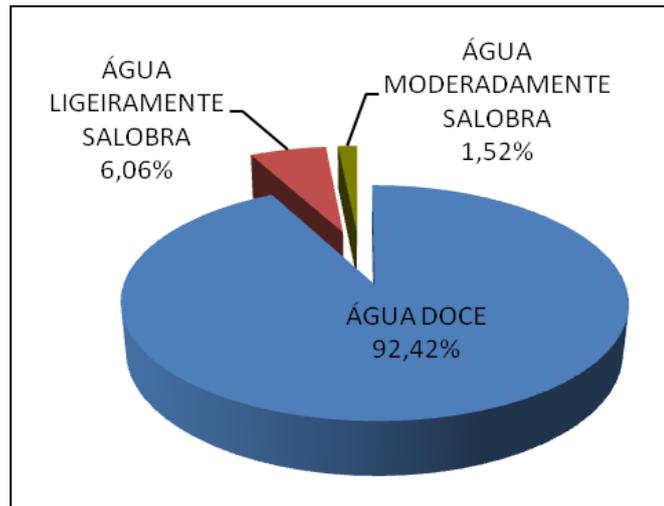


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, representado na área pelas formações Longá (D3C11) - Devoniano; Poti (C1po) - Carbonífero; Itapecuru (K12it) - Cretáceo; Grupo Barreiras (ENb) - Terciário e pelos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc) - Terciário-Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Brejo, registrou a presença de 79 pontos d'água, sendo 76 poços tubulares e 03 poços Amazonas;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (62 poços) e particulares (14 poços);

7.4 - Em relação ao uso da água 27 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 34 poços são para uso doméstico, 01 poço é para uso doméstico e em 14 poços não foram obtidas informações sobre sua utilização;

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

7.6 - Verifica-se que 13 poços públicos estão desativados, enquanto dentre os poços particulares, apenas 01;

7.7 - Em relação à geologia do município, existem três domínios principais de águas subterrâneas: os aquíferos porosos ou intergranulares, das formações Longá (D3C11), Poti (C1po), Itapecuru (K12it), do Grupo Barreiras (ENb) e dos Depósitos Aluvionares (Q2a);

7.8 - A formação Longá, por suas características litológicas com predominância de sedimentos pelíticos, apresenta uma permeabilidade baixa, que caracteriza esta formação como um aquífero, com potencial hidrogeológico de fraco a muito fraco. Sendo explorada através de poços tubulares de pequena profundidade e poços de grandes diâmetros, tipo Amazonas;

7.9 - O aquífero Poti, por apresentar uma composição predominantemente arenosa na sua inferior, apresenta uma permeabilidade boa, caracterizando um aquífero com potencial hidrogeológico de médio a elevado; enquanto que a sua seção superior, com uma litologia

reunindo arenitos finos, argilosos, com intercalações de folhelhos e siltitos, tem um potencial hidrogeológico de fraco a médio;

7.10 - O aquífero Itapecuru. Ocorre como aquífero livre na área do município. Apresenta uma constituição litológica reunindo arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com níveis sílticos e argilosos, que caracteriza uma permeabilidade fraca a regular e uma produtividade de média a fraca, cujos poços tubulares apresentam vazões entre 3,2 e 25,0 m³/h.

7.11 - A formação 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 m³/h, porém em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máximas de 17,6 m³/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores mais arenosos;

7.12 - 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;

7.13 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 69 poços;

7.14 - Em termos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média, por poço, de 278,13 mg/L, com valor mínimo de 14,95 mg/L, encontrado na Fazenda Regence (poço JA 370) e valor máximo de 3.731,0 mg/L detectado no povoado Boca da Mata (poço JA 349). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 92,42% das águas se enquadram no tipo doce, 6,06% são ligeiramente salobras e 1,52% moderadamente salobra;

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

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

8 – RECOMENDAÇÕES

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

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

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

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

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

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

9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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>. 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 paleozoica e cretácea do Maranhão. **B. Técn. Petrobrás**, Rio de Janeiro: Petrobrás, v.7, n.2, p. 137-164, Mapas. 1964.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JA344	Vila das Almas	-3,76880416	-42,82326409	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	38	24,70
JA345	Vila das Almas	-3,78025719	-42,82376834	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	100			Em operação	Submersa	52	33,80
JA346	Vila dos Criolis	-3,75595638	-42,78535911	Tubular	Público		72			Paralisado	Catavento		0,00
JA347	Vila dos Criolis	-3,75551113	-42,78526791	Tubular	Público		70			Abandonado			0,00
JA348	Vila dos Criolis	-3,75280746	-42,78363177	Tubular	Público		70	4,2		Não Instalado		1931	1.255,15
JA349	Boca da Mata	-3,77953836	-42,77926513	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	5740	3.731,00
JA350	Fazenda Pedra de Fogo	-3,78338465	-42,76342937	Tubular	Particular	Doméstico				Paralisado	Submersa		0,00
JA351	Olho D'Água	-3,73183795	-42,78499433	Tubular	Público	Doméstico	102			Em operação	Submersa	1190	773,50
JA352	Mancinho	-3,71063777	-42,77465709	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	110			Em operação	Submersa	276	179,40
JA353	São João do Piauí	-3,683526	-42,93761739	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80			Em operação	Submersa	252	163,80
JA354	São João dos Pilões	-3,68463107	-42,94618973	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	120			Em operação	Submersa	50	32,50
JA355	Palestina	-3,69026908	-42,99099871	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80			Em operação	Submersa	111	72,15
JA356	Avenida Sabino Camara	-3,67356964	-42,77169057	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Compressor	38	24,70
JA357	Bairro José Gomes	-3,67203542	-42,77731785	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Compressor	40	26,00
JA358	Bairro José Gomes	-3,66672465	-42,78691479	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	170			Em operação	Submersa	53	34,45
JA359	Bairro José Gomes	-3,66510996	-42,78846511	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80			Em operação	Submersa	73	47,45
JA360	Bairro José Gomes	-3,66454669	-42,78832563	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	81	52,65
JA361	Bairro José Gomes	-3,66042682	-42,78752633	Tubular	Particular	Doméstico	85			Em operação	Submersa	62	40,30
JA362	Bairro José Gomes	-3,6604751	-42,78559514	Tubular	Público	Doméstico	100			Em operação	Submersa	47	30,55
JA363	Bairro José Gomes	-3,6553983	-42,78860458	Tubular	Particular	Doméstico	48			Em operação	Submersa	39	25,35
JA364	Parque de Vaquejada Luciano Lobão	-3,6607916	-42,78938242	Tubular	Público	Doméstico/Animal	85			Paralisado	Compressor		0,00
JA365	Posto Planalto	-3,66566249	-42,79069134	Tubular	Particular	Doméstico	100			Em operação	Submersa	31	20,15
JA366	Posto Planalto	-3,66625794	-42,79078254	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Compressor	32	20,80
JA367	Bairro José Gomes	-3,67036172	-42,79329308	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	90			Em operação	Submersa	47	30,55
JA368	Bairro José Gomes	-3,66785654	-42,79598066	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60			Em operação	Submersa	54	35,10
JA369	São Raimundo	-3,72686514	-42,85994598	Tubular	Público	Doméstico	62			Em operação	Submersa	468	304,20
JA370	Fazenda Regence	-3,76206645	-42,85589048	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Compressor	23	14,95
JA371	Santa Teresa	-3,73691269	-42,88034686	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	100			Em operação	Submersa	62	40,30
JA372	Comum	-3,67082843	-42,83619233	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80			Em operação	Submersa	160	104,00
JA373	Tucuns	-3,71051976	-42,79232212	Tubular	Público	Doméstico	56			Em operação	Compressor	53	34,45
JA374	Areias	-3,70437213	-42,76418039	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Em operação	Submersa	581	377,65
JA375	Santa Alice	-3,82460483	-42,72721418	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	90			Em operação	Submersa	413	268,45
JA376	Bom Princípio II	-3,84792396	-42,73080298	Tubular	Público	Doméstico	175			Em operação	Submersa	566	367,90
JA377	Bom Princípio	-3,86209139	-42,72731611	Tubular	Público		65	14,8		Não Instalado		479	311,35
JA378	Fazenda Boa Vista	-3,79925796	-42,71867939	Amazonas	Público	Doméstico	11,6	11,4		Em operação	Sarilho	326	211,90
JA379	Estreito	-3,77296158	-42,69031771	Tubular	Público		83	7		Não Instalado		662	430,30
JA380	Escalvado	-3,69658836	-42,74430522	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	36			Em operação	Submersa	481	312,65
JA381	Boca da Mata	-3,72305104	-42,7305133	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	94			Em operação	Compressor	481	312,65
JA382	Escalvado	-3,75347801	-42,71622785	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	120			Em operação	Compressor	406	263,90
JA383	Vila 18	-3,74275454	-42,70731219	Tubular	Público	Doméstico	102	9,9		Paralisado	Submersa	246	159,90
JA384	Vila 18	-3,7427009	-42,70744094	Tubular	Público	Doméstico	42			Paralisado	Submersa		0,00
JA530	Povoado Quebra Coco	-3,74399909	-42,98015722	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Em operação	Submersa	27	17,55
JA542	Povoado Vila Pitombeira	-3,83603641	-42,79325017	Tubular	Público	Doméstico	16			Em operação	Compressor	1692	1.099,80

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)
JA543	Povoado Vila Pitombeira	-3,83592376	-42,79330918	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	1676	1.089,40
JA544	Povoado Vila Pitombeira	-3,83571454	-42,79370078	Tubular	Público					Obstruído			0,00
JA545	Povoado Vila São José	-3,83530148	-42,80905911	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	55			Em operação	Compressor	532	345,80
JA546	Povoado Vila São José	-3,83492597	-42,8103573	Tubular	Público		186			Abandonado			0,00
JA547	Povoado Vila São José	-3,83455038	-42,81153747	Tubular	Público	Doméstico	60			Em operação	Submersa	589	382,85
JA560	Povoado Morro Alegre	-3,67899843	-42,88978287	Tubular	Público	Doméstico	105			Em operação	Submersa	33	21,45
JA561	Fazenda Santa Tereza	-3,71101865	-42,92215177	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Submersa	36	23,40
JA562	Palestina	-3,68864902	-42,98993655	Tubular			90	14		Não Instalado		85	55,25
JA563	Palestina	-3,69231828	-42,99241492	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	107	69,55
JA564	Palestina	-3,6905373	-42,99802073	Tubular	Público	Doméstico	80			Em operação	Submersa	61	39,65
JA565	Canto dos Negros	-3,6625404	-42,96511003	Tubular	Público		100	4		Não Instalado		67	43,55
JA566	Acampamento	-3,64859828	-42,96110281	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	100	2		Em operação	Injetora	202	131,30
JA567	Centro dos Neco	-3,64874312	-42,94772395	Tubular	Público	Doméstico	96			Em operação	Submersa	39	25,35
JA568	Acampamento	-3,63951632	-42,96639212	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	108			Em operação	Submersa	349	226,85
JA569	Acampamento	-3,63261223	-42,97100552	Tubular	Público	Doméstico	60			Em operação	Submersa	59	38,35
JA570	Guarimã	-3,57777187	-42,97169753	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80			Em operação	Submersa	205	133,25
JA571	Fazenda Perola	-3,68017861	-42,90178844	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	36	23,40
JA572	Fazenda Tipuana	-3,62099835	-42,87041196	Tubular	Particular	Doméstico	80			Em operação	Submersa	43	27,95
JA573	Corrente	-3,58479389	-42,88533577	Tubular	Público	Doméstico	100			Em operação	Submersa	57	37,05
JA574	Corrente	-3,58543762	-42,88512656	Tubular	Público		100			Não Instalado			0,00
JA575	Água Branca	-3,56761702	-42,86522456	Tubular	Público		100	4		Não Instalado		61	39,65
JA577	Bonito	-3,59237381	-42,80635544	Tubular	Público	Doméstico	102			Em operação	Submersa	279	181,35
JA578	Fazenda Santa Paulina	-3,59264203	-42,73820587	Tubular	Particular	Doméstico	60			Em operação	Compressor	68	44,20
JA579	Lameiro	-3,64028343	-42,68172928	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60	15		Em operação	Submersa	1774	1.153,10
JA580	Lameiro	-3,64119538	-42,67908999	Amazonas	Público	Doméstico	9			Em operação	Sarilho	325	211,25
JA581	Lameiro	-3,64150115	-42,67911681	Amazonas	Público	Doméstico	5	3		Em operação	Sarilho	684	444,60
JA582	Arraial	-3,62464079	-42,70977446	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	194			Em operação	Submersa	684	444,60
JA583	Nova Olinda	-3,66908499	-42,73267516	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	204			Em operação	Submersa	328	213,20
JA584	Riacho do Meio	-3,65630158	-42,74724492	Tubular	Público		90	3		Não Instalado		1119	727,35
JA587	Lagoa dos Pinheiros	-3,65799674	-42,85425433	Tubular	Público		100			Não Instalado			0,00
JA588	SEDE	-3,68243703	-42,7469767	Tubular	Público					Obstruído			0,00
JA589	Rua Gonçalves Dias	-3,67802211	-42,75447615	Tubular	Particular	Doméstico	18			Em operação	Injetora	293	190,45
JA590	Travessa Nelson Carvalho	-3,67670246	-42,75250205	Tubular	Particular	Doméstico	18	3		Em operação	Centrífuga	517	336,05
JA673	Arvores Verdes	-3,74157974	-42,67999121	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	127			Em operação	Submersa	265	172,25
JA675	Hospital Municipal Antenor Vieira de Moraes	-3,68164309	-42,75491604	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	42			Em operação	Compressor	163	105,95
JA676	Fund. Hospital Geral e Maternidade de Brejo	-3,6796368	-42,75522717	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Em operação	Submersa	142	92,30

ANEXOS