

RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE COLINAS

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 COLINAS

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

C824p

Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Colinas / 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 Socioeconômicos	14
5.3 - Aspectos Fisiográficos	16
5.4 – Geologia	20
6 - RECURSOS HÍDRICOS	23
6.1 - Águas Superficiais	23
6.2 – Águas Subterrâneas.....	24
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos.....	25
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados	27
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas	30
7 – CONCLUSÕES	32
8 – RECOMENDAÇÕES	34
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

APÊNDICE

1. Planilha de Dados das Fontes de Abastecimento

ANEXOS

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

1 - INTRODUÇÃO

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

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

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

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

2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

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

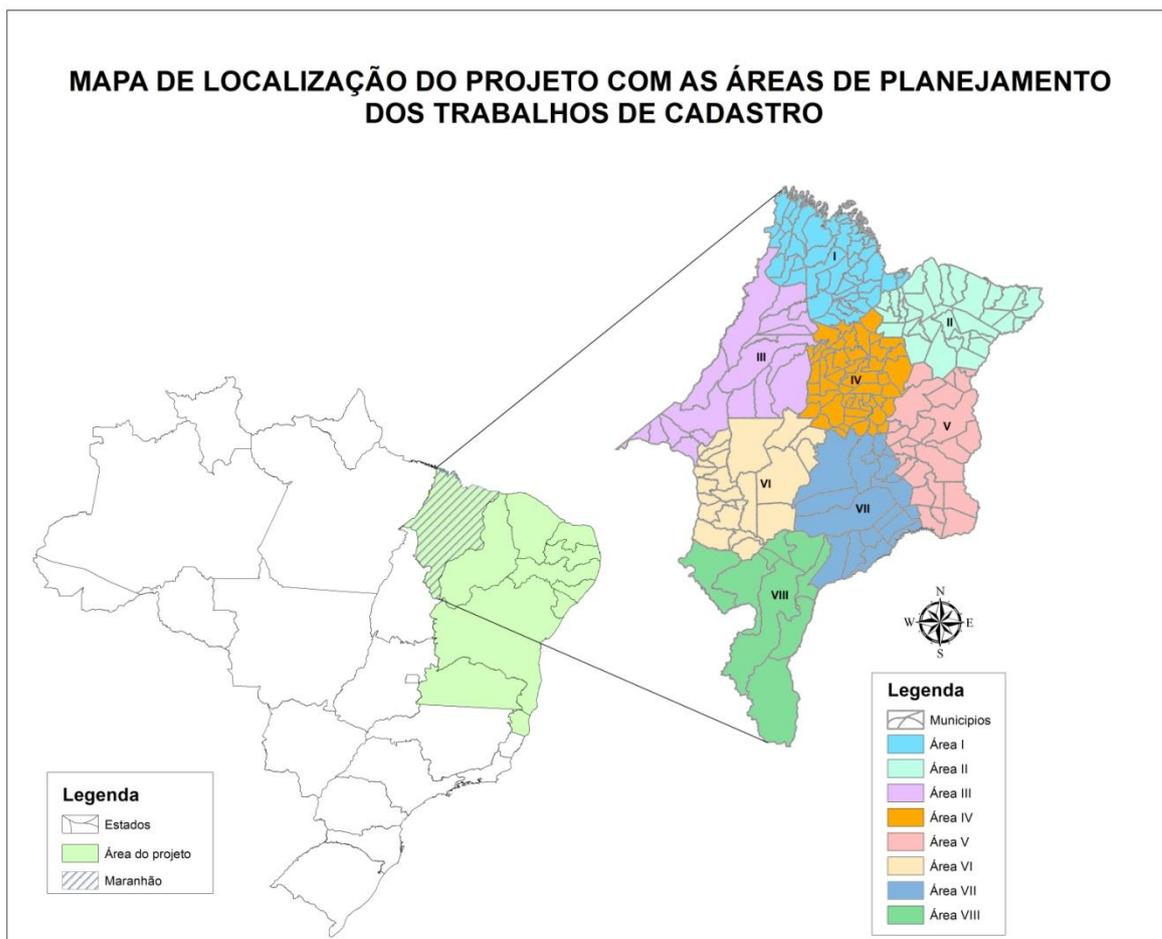


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão, e o cadastramento das regiões nordeste e norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, realizado pela CPRM.

3 - OBJETIVO

Cadastrar todos os poços tubulares, poços amazonas representativos e fontes naturais, em todo o estado do Maranhão, abrangendo 213 municípios. Excetua-se, por questões

metodológicas, 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.

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 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 Colinas teve sua autonomia política em 04/06/1870 e está inserido na Mesorregião Leste maranhense, dentro da Microrregião da Chapada do Alto Itapecuru (**Figura 2**), compreendendo uma área de 1.981km², uma população de aproximadamente 39.167 habitantes e uma densidade demográfica de 19,77 habitantes/km², segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Buriti Bravo, Fortuna, Jatobá e São Domingos do Maranhão, ao Sul com Paraibano, Mirador e Sucupira do Norte, a Leste com Passagem Franca e a Oeste com Tuntum (*Google Maps*, 2011).

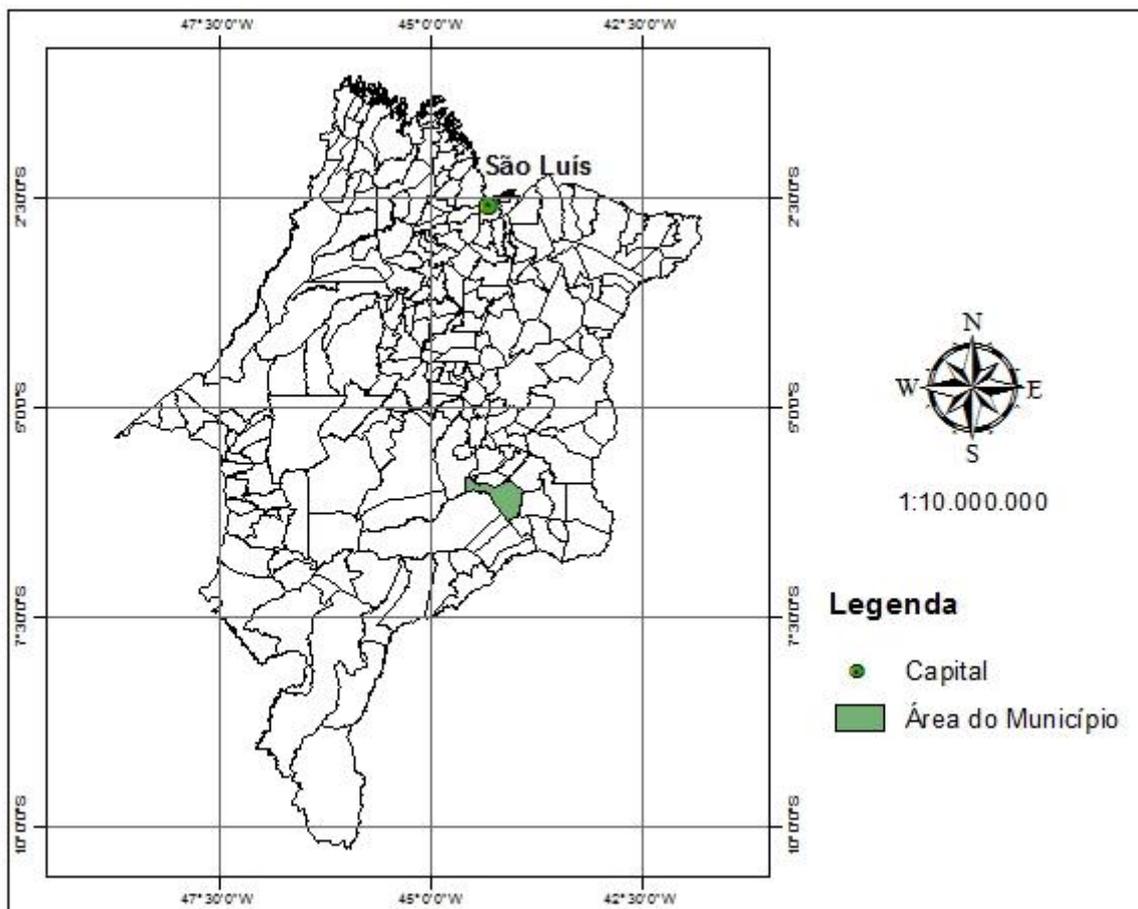


Figura 2 - Mapa de localização do município de Colinas.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: -6°01'12" de Latitude Sul e -44°14'24" de Longitude Oeste de Greenwich, dados do IBGE (2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado se faz pela BR-135 até a cidade de Colinas, num percurso total aproximado de 437 km (*Google Maps*, 2011).

5.2 - Aspectos Socioeconômicos

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

O município foi elevado à condição de cidade com a denominação de Colinas pela Lei provincial nº 879 de 04/06/1870. Segundo o IBGE (2010), cerca de 65,35% 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 55,30% e 45,54% respectivamente.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares: Educação Infantil (15,07%); Educação de Jovens e Adultos (7,77%); Educação Especial (0,11%); Ensino Fundamental 1º ao 9º ano (61,58%); Ensino Médio do 1º ao 3º ano (15,45%), conforme informações do IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 35% da população da faixa etária acima de sete anos (IBGE, 2010).

No campo da saúde, a cidade conta com 33 estabelecimentos públicos de atendimento e quatro privados. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Colinas obteve baixo desempenho, com IDH de 0,563.

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 Colinas a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/141 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 250 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Colinas é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal, que atende aproximadamente 6.183 domicílios através de uma central de abastecimento de água (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que são lançados em cursos d'água permanentes. A disposição final do lixo urbano não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da IBGE (2010) apenas 19,37% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 54,03% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 26,61% 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, a

coleta diferenciada para o lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada de forma inadequada, juntamente com os demais resíduos urbanos, promovendo assim um elevado risco de poluição aos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela CHESF através do Sistema Regional Boa Esperança que compreende a região sudeste do estado do Maranhão. É composto de duas subestações em 69/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010) referente aos dados de 2008, existem 9.289 ligações de energia elétrica no município de Colinas.

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 exhibe 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 e Solos Litólicos (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.

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

O município de Colinas está localizado na Região Leste Maranhense, Microrregião Chapadas do Alto Itapecuru nas margens dos rios Itapecuru e Alpercatas, com altitude da sede de 141 metros acima do nível do mar. A temperatura média anual varia de 27°C a 29°C, sendo que o período mais quente do ano é de setembro a novembro e o mais frio, de maio a julho.

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 136,2 mm, e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica varia de 1,2 a 159,5 mm, com precipitação total anual em torno de 1.127,6mm, segundo o Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990.

Na área predomina chapadões, chapadas e cuestras, com um relevo fortemente ondulado. Nas partes mais elevadas existem regiões com altitudes da ordem de 350 metros. A planície aluvionar caracteriza-se por apresentar uma superfície extremamente horizontalizada, onde os sedimentos inconsolidados (areias, argilas e cascalhos) encontram-se depositados nas margens dos principais cursos d'água da região.

A vegetação predominante é do tipo cerrado espaçado, constituída por árvores e arbustos de pequeno e médio porte, retorcidas e tortuosas, de casca grossa, com altura que varia de três a oito metros. As espécies mais comuns presentes são: Pau-terra, Pequi, Lobeira,

Bacuri, Murici, Jatobá, Araticum, Sucupira, Ipê, dentre outras, distribuídas em áreas gramíneas. Na região tem-se a mata ciliar, onde é encontrada a palmeira Buriti.

5.4 – Geologia

O município de Colinas 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 Grupo Mearim está representado, através das formações Mosquito (J1 β m), Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c) - Jurássico; o Cretáceo, com as formações Sardinha (K1 β s) e a formação Grajaú (K1g).

Segundo a definição de Aguiar (1971), a formação Mosquito é litologicamente constituída por derrames basálticos com uma intercalação sedimentar, descontínua e restrita, onde foi observada, em sua porção inferior, exclusivamente nas proximidades da cidade de Fortaleza dos Nogueira, Estado do Maranhão, por (Lima & Leite, 1978). Os basaltos são, em geral, de cores escuras, raramente em tons verde, afaníticos, com amígdalas preenchidas por calcedônia, zeólitos e material criptocristalino, esverdeado. Os arenitos são róseos e esbranquiçados, finos a médios, pintalgados de caulim, parcialmente silicificados, com estratificação plano-paralela ou cruzada. O contato superior da unidade com a formação Corda é discordante, marcado por uma superfície de erosão acentuada. O contato inferior do basalto com os sedimentos da formação Sambaíba mostra esses arenitos completamente truncados pelos basaltos. Aflora no extremo nordeste do município de Colinas.

Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou pela primeira vez o nome “camada Pastos Bons” para designar os folhelhos e arenitos esverdeados e marrom-avermelhados que ocorrem nas vizinhanças da cidade homônima, no Maranhão. Litologicamente consiste de duas seções. A inferior, em geral, se inicia por um conglomerado, cuja composição varia em função da natureza dos estratos subjacentes. Acima dos conglomerados, seguem-se arenitos esverdeados, creme a esbranquiçados, argilosos, com grãos finos a médios, subarredondados e pouco brilhosos. Localmente, ocorrem intercalações de calcários em parte silicificados. A seção superior é mais arenosa, constituída principalmente por arenito róseo a avermelhado,

por vezes esbranquiçado, fino a siltico e argiloso. Ocorrem intercalações de folhelhos e siltitos róseos a cinza-esverdeado, localmente fossilíferos. Estratificação cruzada plano-paralela é a estrutura predominante na sequência. Aflora em duas áreas, uma no extremo leste estendendo-se para sudeste e, a outra, no extremo nordeste estendendo-se para noroeste do município de Colinas.

Lisboa (1914 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou pela primeira vez a denominação Corda para designar os arenitos vermelhos que ocorrem intercalados em basaltos no vale do rio Mearim, no Estado do Maranhão. Aguiar (1969) considera como formação Corda a seção de sedimentos, com espessura em torno de 80 metros, com intercalações de sílex, de idade jurássica, assentados sobre os basaltos da formação Mosquito e, recoberta, discordantemente, pelos basaltos da formação Sardinha. Quando a formação Corda ocorre em contato com os basaltos da formação Mosquito a sequência litológica dessa formação inicia-se por arenitos grosseiros a conglomeráticos, marrons-avermelhados e arroxeados. Quando a unidade repousa diretamente sobre outras formações, estando ausente o basalto Mosquito, a sequência litológica consiste essencialmente de arenitos argilosos, marrons-avermelhados, com estratificação cruzada de grande porte. Localmente, esses arenitos são muitos calcíferos, como observados em Imperatriz e Grajaú no Maranhão e Tocantinópolis no Tocantins. Em sua seção média pode ocorrer intercalações nos arenitos de níveis de argilitos, siltitos argilosos e folhelhos, com estratificação cruzada. O topo da unidade reúne arenitos arroxeados e marrons-avermelhados, médios a grosseiros, grãos arredondados e foscos, com seixos de quartzo e estratificação plano-paralela de grande porte. Sua espessura varia de 30 metros na região de Imperatriz, 84 metros na região de Pastos Bons, segundo Lima & Leite (1978). Northfleet & Mello (1967 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) atribuem para a unidade Corda a espessura de 80 metros na região do município de Fortaleza dos Nogueiras. Ocupa uma vasta área aflorando, praticamente, em todos os quadrantes do município de Colinas.

Aguiar (1969) denominou de formação Sardinha aos basaltos aflorantes próximo a aldeia Sardinha, a sudoeste da cidade de Barra do Corda, posicionando-os acima da formação Corda e abaixo da formação Itapecuru. Estudos de fotointerpretação (Lima & Leite, 1978) mostraram que a formação Sardinha situa-se topograficamente no mesmo nível ou levemente mais alta do que os arenitos da formação Grajaú. Entretanto, observações de campo levaram estes autores a admitir que essas unidades encontram-se, estratigraficamente, abaixo dos arenitos Grajaú uma vez que estes são discordantes sobre os sedimentos da formação Corda e

interdigitam-se com a formação Codó. Semelhante à formação Mosquito as lavas da formação Sardinha se extravasaram, através de fissuras, em condições subaéreas, continentais. Litologicamente, segundo Aguiar (1969), esta unidade consiste de basaltos de cor preta e textura amigdaloidal. Entretanto, Lima & Leite (1978) descrevem a formação Sardinha como representada por um material argiloso, vermelho-escuro a arroxeadado, em avançado estágio de alteração. A presença dessas intrusivas é constatada em áreas sedimentares mesozóicas nas regiões de Orosimbo, Pastos Bons e Colinas, todas no Estado do Maranhão. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Colinas.

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 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) 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 (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 Colinas pertence à bacia hidrográfica do rio Itapecuru, que drena a sua área. Trata-se de uma bacia irregular, estreita nas nascentes e na desembocadura, alargando-se na parte central, onde atinge aproximadamente 120 km. O rio Itapecuru pode ser caracterizado, fisicamente, em 03 (três) grandes regiões distintas: Alto, Médio e Baixo Itapecuru. Nasce nos contrafortes das serras Cruzeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitudes em torno de 500 metros nas fronteiras dos municípios de Mirador, Grajaú e São Raimundo das Mangabeiras. Percorre 1.090 km até a sua desembocadura na baía do Arraial, ao sul de São Luís. Corre no sentido oeste-leste das nascentes até o povoado de Várzea do Cerco, 25 km à montante da cidade de Mirador, tomando rumo norte ao deslocar-se sobre os chapadões do alto curso, até receber o seu maior depositário, o rio Alpercatas, que contribui com 2/3 de seu volume, em sua desembocadura. Muda de direção para nordeste até receber o rio Corrente, tracejando um longo contorno no município de Caxias. Apesar de apresentar algumas inflexões, mantém-se na mesma direção, até alcançar a Baía do Arraial, onde desemboca por dois braços: o Tucha, como principal, e o Mojó, como secundário. Fatores como as características da rede de drenagem, a compartimentação, as formas de relevo da bacia e a

navegabilidade foram os critérios nos quais a SUDENE se baseou para dividir o curso do rio (Bezerra, 1984). A rede de drenagem distribui-se em padrão geralmente paralelo no alto curso, embora uma tendência dendrítica se revele cada vez mais à medida que vai atingindo o baixo curso (IBGE, 1998). Os rios da bacia do Itapecuru drenam os terrenos sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Eles são compostos, principalmente, pelas sequências de arenitos, de siltitos, de folhelhos e de argilitos, nos quais a ocorrência de falhas e fraturas condicionam seus cursos. A bacia do rio Itapecuru constitui um divisor de água que se interpõe entre a Bacia do Parnaíba, a leste, e a Bacia do Mearim, a oeste. Como afluentes importantes, verifica-se, pela margem direita, os rios Correntes, Pirapemas e Itapecuruzinho, e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira e Guariba. Pela margem esquerda, tem-se os rios Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Codozinho, dos Porcos e Igarapé Grande, além dos riachos São Felinho, da Prata e dos Cocos. Além do rio Itapecuru, drenam a área do município de Colinas o rio Alpercatas e os riachos Furrundugo, Santo Antônio, Santa Teresa, do Zabumba, do Padre, Maravilha, Curimatá, dos Bois, dos Quatis, Olho D'água, da Boa Esperança, Mirindiba, do Loque, Balseiro, do Sítio Seco, Boca da Mata, da Tripa e Belém.

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 Colinas apresenta dois domínios hidrogeológicos: o aquífero fissural relacionado aos basaltos e/ou diabásios das formações Mosquito (J1βm) e Sardinha (K1βs); e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Pastos Bons (J2pb), Corda (J2c) e Grajaú (K1g). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados um total de 98 pontos d'água, sendo 97 poços tubulares (98,98%) e 01 poço amazona representativos (1,02%).

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

A formação Pastos Bons, 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 Corda que ocorre como aquífero livre e semiconfinado constitui-se, litologicamente de arenitos finos a médios, quartzosos, com níveis argilosos e com eventuais leitos de siltitos e folhelhos. Em função de suas litológicas apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando-se como de potencial hidrogeológico fraco a médio. Os poços que exploram esse aquífero apresentam profundidades médias da ordem de 150 metros, podendo atingir profundidades até 700 metros, como registrado nos perfis litológicos dos poços perfurados pela CPRM no estado do Maranhão. Sua espessura média, segundo dados levantados pelo Projeto SIG Hidrogeológico do Brasil – Folha Teresina, escala 1:1.000.000 (CPRM, inédito), alcança cerca de 160 metros. Alimenta-se pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; pela infiltração vertical, ascendente, através das formações inferiores e, através da rede de drenagem superficial, principalmente nas épocas de cheias. Os exutórios são representados pela rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente nas épocas de cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo o aumento do processo, nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

O aquífero Grajaú, que ocorre na área do município como aquífero livre, 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.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Colinas, registrou a presença de 98 pontos d'água, sendo 97 poços tubulares e 01 poço amazona, representativos (**Figura 3**).

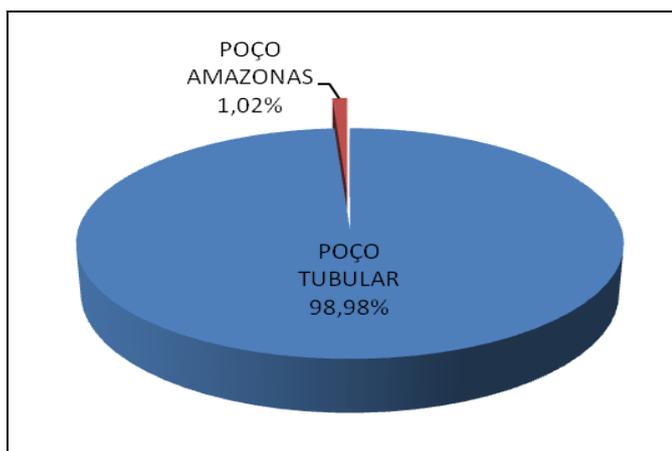


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 98,98% 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 (72 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (25 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

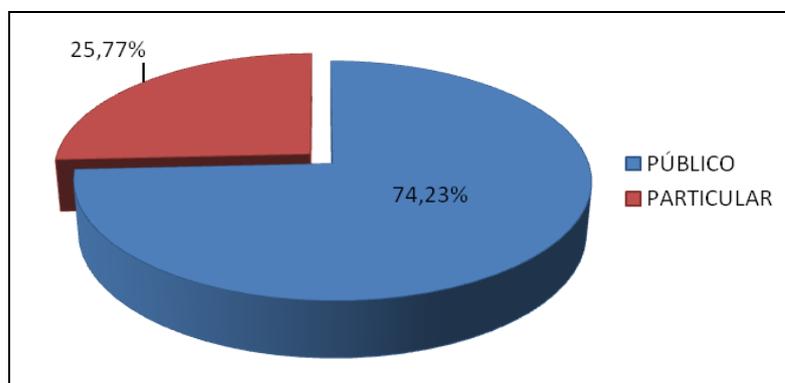


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Colinas.

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	Não instalados	Paralisados	Abandonados
Público	47	2	14	9
Particular	19	0	5	1
Total	66	2	19	10



Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água, 63 poços são utilizados para abastecimento urbano, 07 poços são para uso doméstico, 01 poço é de uso na indústria, 11 são para uso doméstico e animal e em 15 poços não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço tem é utilizado para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura). 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.

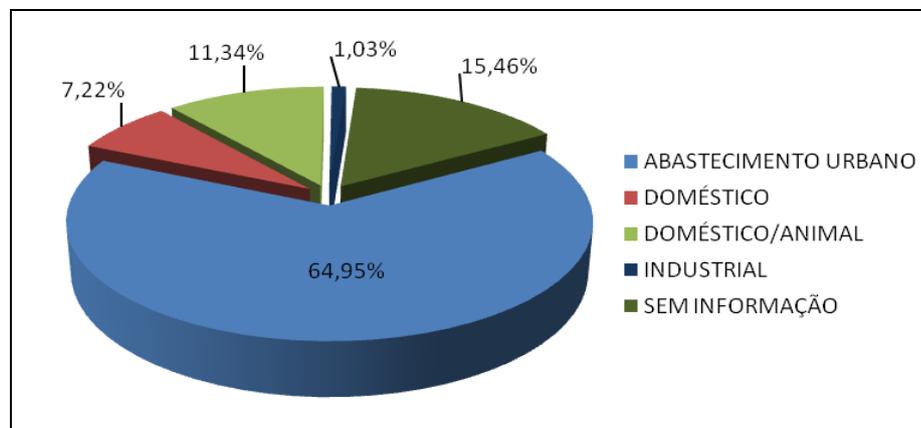


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

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 16 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 05. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 47 já existentes, em pleno uso.

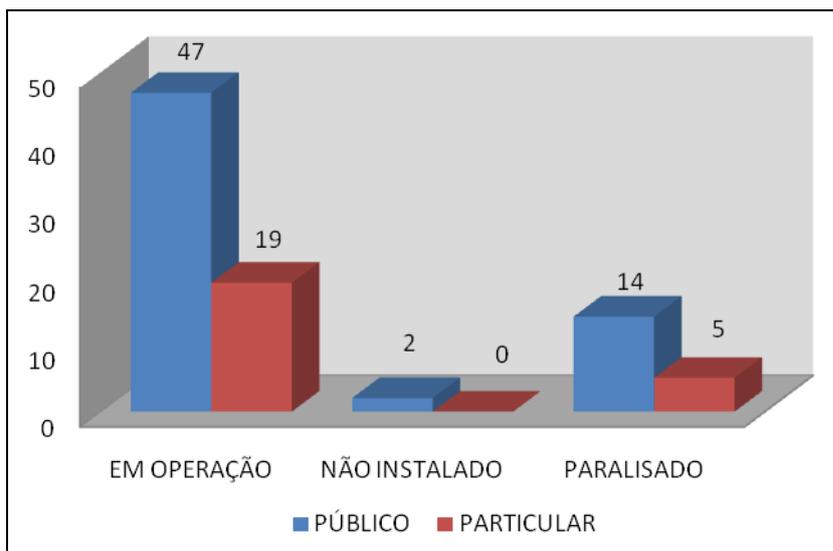


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

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

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

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

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

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

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 318,17 mg/L, com valor mínimo de 20,30 mg/L, encontrado na localidade Mangaba (poço JJ 403) e valor máximo de 1.094,60 mg/L detectado no povoado Almeida (poço JJ 056). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 98,67% das águas se enquadram no tipo doce e 1,33% são ligeiramente salobras, **figura 8**.

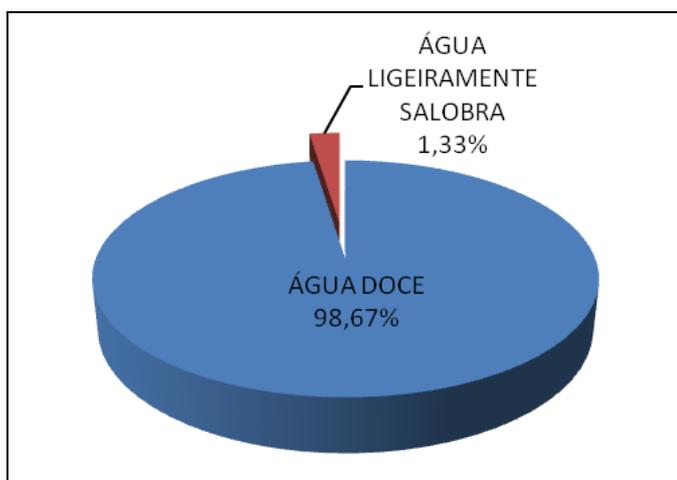


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - A área do município está inserida nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, geologicamente representada pelas formações Mosquito (J1-βm), Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c) - Jurássico; Sardinha (K1 βs) e Grajaú (K1g) – Cretáceo;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Colinas, registrou a presença de 98 pontos d'água, sendo 97 poços tubulares e 01 poço amazona;

7.3 - Todos os poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (73 poços) e particulares (25 poços);

7.4 - Em relação ao uso da água 63 poços são utilizados para o abastecimento urbano; 07 poços são para uso doméstico, 01 poço é de uso na indústria, 11 poços são para uso doméstico e animal e em 15 poços não obtida informação sobre sua utilização;

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

7.6 - Verifica-se que 16 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 05;

7.7 - Em relação à geologia do município, existem dois domínios principais de águas subterrâneas: o aquífero fissural, das formações Mosquito e Sardinha e os aquíferos porosos ou intergranular das formações Pastos Bons, Corda e Grajaú;

7.8 - O aquífero Corda, que ocorre como aquífero livre e semiconfinado, constitui-se litologicamente de arenitos finos a médios, quartzosos, com níveis argilosos e com eventuais níveis de siltitos e folhelhos, apresentando uma permeabilidade regular, caracterizando-se com potencial hidrogeológico de fraco a médio;

7.9 - 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;

7.10 - A formação Pastos Bons, apresenta uma constituição litológica predominantemente pelítica, determinando um aquífero de baixa produtividade, ou seja, um

aquitardo. É explorada através de poços tubulares de profundidades pequenas e por poços de grandes diâmetros, do tipo amazonas;

7.11 - As formações Mosquito e Sardinha, constituídas por diabásios e basaltos apresenta uma permeabilidade primária quase nula, condicionando a ocorrência de água subterrânea a uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas com circulação restrita às fraturas abertas, dando origem a reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, comumente denominado “aquífero fissural”. Neste contexto hidrogeológico, em geral, o potencial é praticamente nulo;

7.12 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 75 poços;

7.13 - Em termos de Totais Dissolvido – STD apresenta uma média, por poço, de 318,17 mg/L, com valor mínimo de 20,30 mg/L, encontrado na localidade Mangaba (poço JJ 403) e valor máximo de 1.094,60 mg/L detectado no povoado Almeida (poço JJ 056). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 98,67% das águas se enquadram no tipo doce e 1,33% 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> 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-ordovicianofthe Borborema Province. **Boletim IG - Série Científica**, São Paulo, v. 29, p. 175-193, 1998.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

GOÉS, A. M. de O.; TRAVASSOS, W. A. S.; NUNES, K. C. **Projeto Parnaíba: reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias.** Belém: 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://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/diagnosticos/maranhao.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JC039	Assentamento	-6,3232488	-44,0341366	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180	110		Em operação	Submersa	501	325,65
JC454	Solta	-6,3239677	-44,108863	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	471	306,15
JC455	Pedra Petra	-6,3156475	-44,1148175	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	385	250,25
JJ-001	Chapadinha	-6,038822	-44,2341489	Tubular	Público	Abastecimento urbano	380			Obstruído	Submersa		0
JJ-002	Centro da Lagoa Grande	-6,0383017	-44,084825	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100	7		Em operação	Submersa	700	455
JJ-003	São Felix	-6,0122145	-44,0708024	Tubular	Público	Abastecimento urbano		13,7		Em operação	Submersa	605	393,25
JJ-004	Canto do Talhado	-5,9715683	-44,2543728	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	4			Em operação	Compressor	289	187,85
JJ-005	Caraíbas	-5,9423966	-44,2723382	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	120	54		Em operação	Submersa	390	253,5
JJ-007	Caraíbas	-5,9348811	-44,2900247	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano		4,7		Em operação	Submersa	284	184,6
JJ-008	Cinta Branca	-5,9422303	-44,3462492	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	140	80		Em operação	Compressor	86,9	56,485
JJ-051	Vila Macedo	-6,0388167	-44,2341543	Tubular	Público	Abastecimento urbano	134	26		Em operação	Submersa	972	631,8
JJ-052	Cadeira Vermelha	-5,9942544	-44,2176587	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	1057	687,05
JJ-053	Povoado Barreiro	-5,9113259	-44,1558338	Tubular	Público		2,73			Abandonado			0
JJ-054	Povoado Almeida	-5,9042288	-44,1347248	Tubular	Público		54	27		Abandonado		628	408,2
JJ-055	Povoado Almeida	-5,9042502	-44,1347195	Tubular	Público		110	27		Abandonado		723	469,95
JJ-056	Povoado Almeida	-5,904261	-44,134639	Tubular	Público	Abastecimento urbano	310	18		Em operação	Submersa	1684	1094,6
JJ-057	Povoado Fio	-5,9243775	-44,1308678	Tubular	Público	Abastecimento urbano	230	30		Em operação	Submersa	153,4	99,71
JJ-058	Cedro Grosso	-5,9635833	-44,1091667	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	20		Em operação		325	211,25
JJ-059	Capim Grosso	-5,9499068	-44,1224081	Tubular	Particular	Doméstico	120			Em operação	Compressor	311	202,15
JJ-060	Assentamento Pouco Tempo	-5,9091801	-44,1212816	Tubular	Público	Abastecimento urbano	240	20		Em operação	Submersa	573	372,45
JJ-061	Memória	-5,9060902	-44,0778298	Tubular	Público	Abastecimento urbano	105	7		Em operação	Submersa	370	240,5
JJ-062	Memória	-5,9064014	-44,07349	Tubular	Público		150			Abandonado			0
JJ-063	Lagoa do Mato	-5,8977432	-44,0395493	Tubular	Público	Abastecimento urbano	112	52		Em operação	Submersa	428	278,2
JJ-064	Lagoa do Mato	-5,8847881	-44,0418507	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110	40		Em operação		417	271,05
JJ-065	Macaco	-6,0206903	-44,2765654	Tubular	Particular	Doméstico/Animal				Em operação	Compressor		0
JJ-066	Macaco	-6,0206796	-44,2766727	Tubular	Particular		157			Abandonado			0
JJ-067	Laranjal	-5,9993453	-44,4093079	Tubular	Público	Abastecimento urbano	220			Em operação	Submersa	544	353,6
JJ-068	Varjão	-5,9801514	-44,5436061	Tubular	Particular			3,35		Paralisado			0
JJ-069	Assentamento Pavio	-5,9160305	-44,5550484	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160	54		Em operação	Submersa	49,4	32,11
JJ-070	Santa Tereza	-5,9646107	-44,3321622	Tubular	Particular	Doméstico/Animal				Em operação	Submersa	105	68,25
JJ-071	DER	-6,0095162	-44,2581494	Tubular	Particular	Doméstico	250	50		Em operação	Submersa	631	410,15
JJ-072	DER	-6,0093821	-44,2581172	Tubular	Particular		146	30		Paralisado	Submersa		0
JJ-073	DER	-6,0013784	-44,2582191	Tubular	Particular	Doméstico/Animal				Em operação	Submersa	389	252,85
JJ-074	DER	-6,0057879	-44,2592544	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	577	375,05
JJ-075	DER-Quartel da Polícia Militar	-6,0152937	-44,2544479	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Compressor	586	380,9
JJ-076		-6,0165007	-44,2545606	Tubular	Público		180			Abandonado			0
JJ-077	DER	-6,0173751	-44,2539973	Tubular	Público	Abastecimento urbano	260	135		Em operação	Submersa	598	388,7
JJ-078		-6,0046882	-44,2591203	Tubular	Público			72		Não instalado		335	217,75
JJ-079	Chapadinha	-6,0412253	-44,2260272	Tubular	Particular	Indústria/Comércio	272			Em operação	Submersa	537	349,05

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-080	Piquete-Faz. Água Limpa	-6,0646839	-44,2547859	Tubular	Particular	Doméstico/Animal				Em operação	Compressor	91	59,15
JJ-081	Piquete - Faz. Araçá	-6,0723604	-44,2576451	Tubular	Particular	Doméstico/Animal				Paralisado	Submersa		0
JJ-082	Alto do Papouco	-6,0466541	-44,2540188	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	115			Em operação	Submersa	848	551,2
JJ-083	Alto Santo Antonio	-6,0432584	-44,2546196	Tubular	Particular	Doméstico	110	60	72	Em operação	Submersa	735	477,75
JJ-084	Curimatá	-6,0190541	-44,2388535	Tubular	Público	Abastecimento urbano	286			Em operação	Submersa	621	403,65
JJ-101	Povoado Antonio do Luca	-6,0258348	-44,0900929	Tubular	Público					Paralisado	Compressor		0
JJ-102	Sítio Seco dos Moreiras	-6,0063083	-44,0525419	Tubular	Público	Doméstico/Animal		16,6		Paralisado	Compressor	255	165,75
JJ-103	Povoado do Quatis	-6,0094787	-44,0306337	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Paralisado	Submersa		0
JJ-104	Jenipapo	-6,0636003	-43,9853419	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Paralisado	Compressor		0
JJ-105	Sítio Seco	-6,077301	-43,9663733	Tubular	Público	Abastecimento urbano	62			Paralisado		508	330,2
JJ-106	Sítio Seco dos Rochas	-6,0785777	-43,9633639	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	512	332,8
JJ-107	Sítio Seco dos Rochas	-6,0816784	-43,9654184	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Paralisado	Submersa		0
JJ-108	Riacho Lages	-6,1025245	-43,9938606	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Submersa	623	404,95
JJ-109	Barreiro do Baliza	-5,9727056	-44,0454502	Tubular	Público	Abastecimento urbano	96			Em operação	Compressor		0
JJ-110	Mata dos Pretos	-5,9608824	-44,0670259	Tubular	Público	Abastecimento urbano		46		Abandonado	Compressor	67,7	44,005
JJ-151	Lagoa do Campo Alegre	-6,0342945	-44,1486616	Tubular	Público	Abastecimento urbano		16,7		Paralisado	Compressor	252	163,8
JJ-152	Belo Monte	-6,1004914	-44,1684348	Tubular	Público	Doméstico	128	38,2		Paralisado	Submersa	556	361,4
JJ-153	São Joaquim	-6,0916776	-44,139982	Tubular	Público	Abastecimento urbano		8,8		Paralisado	Submersa		0
JJ-154	Cabeceiras	-6,1758614	-44,0929146	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200	105		Em operação	Submersa	411	267,15
JJ-155	Lagoa Seca	-6,1624987	-44,0762849	Tubular	Público	Abastecimento urbano	116	72,8		Paralisado	Submersa	1469	954,85
JJ-156	Reduto	-6,1989875	-44,067455	Tubular	Público	Abastecimento urbano	133		12	Em operação	Submersa	699,9	454,935
JJ-157	Boa Sorte	-6,2210942	-44,0462227	Tubular	Público	Abastecimento urbano	97			Em operação	Submersa	803	521,95
JJ-158	Albino	-6,2268824	-44,0124644	Tubular	Público	Abastecimento urbano	164			Em operação	Submersa	435	282,75
JJ-159	Fazenda Santo Antonio	-6,2463714	-43,9858676	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	112			Paralisado	Submersa		0
JJ-160	Jaguarana	-6,2102527	-44,1001082	Tubular	Público	Abastecimento urbano	148			Paralisado	Submersa		0
JJ-161	Jaguarana	-6,2198014	-44,0981985	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Compressor	386	250,9
JJ-162	Floresta	-6,2354601	-44,1201712	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	585	380,25
JJ-163	Zuador	-6,2530393	-44,0401019	Tubular	Público	Abastecimento urbano	172		90	Em operação	Submersa	346	224,9
JJ-164	Alto da Lagoa	-6,2968774	-44,0215463	Tubular	Público	Abastecimento urbano	81	24		Em operação	Compressor	278	180,7
JJ-165	Centrinho	-6,3123269	-44,0580512	Tubular	Público	Abastecimento urbano	190	100		Em operação	Submersa	305	198,25
JJ-166	Lagoa do Meio	-6,2998278	-43,9796717	Tubular	Público	Abastecimento urbano	145			Em operação	Submersa	679	441,35
JJ-167	Peixe	-6,2621642	-43,9712817	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Compressor	767	498,55
JJ-168	Peixinho	-6,2557645	-43,9721883	Tubular	Público		116	38,3		Paralisado	Submersa	374	243,1
JJ-169	Murici	-6,1969275	-44,0162034	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Submersa	551	358,15
JJ-170	Fazenda Canafístula	-6,1729325	-44,0001155	Tubular	Particular		144			Paralisado	Submersa		0
JJ-171	Povoado Serra Negra I	-6,1520381	-44,0303225	Tubular	Público	Abastecimento urbano	116			Em operação	Submersa	828	538,2
JJ-172	Serra do Limoeiro	-6,0711534	-44,0352149	Tubular	Público	Abastecimento urbano	253	185		Em operação	Submersa	107	69,55
JJ-173	Fazenda Catumbá	-6,1007113	-44,0704698	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	343			Em operação	Submersa	269	174,85
JJ-174	Serra das Canas	-6,1042465	-44,0821643	Tubular	Público	Abastecimento urbano	303		270	Em operação	Submersa	392	254,8

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-175	Serra das Canas	-6,1041499	-44,0821589	Tubular	Público		246			Abandonado			0
JJ-202	Jenipapeiro	-6,1757434	-44,1584892	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Paralisado	Compressor		0
JJ-203	Vão Grande	-6,1944921	-44,1762079	Tubular	Público			18		Não instalado		1355	880,75
JJ-204	Maravilha	-6,1664415	-44,2345674	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Em operação	Submersa	425	276,25
JJ-205	Saco	-6,1168904	-44,2641575	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	654	425,1
JJ-208	Tapera	-6,1539746	-44,1962332	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	22			Em operação	Submersa	390	253,5
JJ-209	Piquete	-6,0504521	-44,2356939	Tubular	Público					Abandonado			0
JJ-210	Piquete	-6,0515518	-44,2366005	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Submersa	513	333,45
JJ-211	Campo São José	-6,0670389	-44,2258877	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	120			Em operação	Compressor	320	208
JJ-212	Maravilha	-6,1634375	-44,2348946	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Paralisado	Compressor		0
JJ-243	Volta do Coco	-6,151566	-44,1608549	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Compressor	724	470,6
JJ-262	Bancos	-5,8916278	-44,588104	Tubular	Público	Abastecimento urbano	112			Em operação	Submersa	223	144,95
JJ-263	Cocal	-5,8732332	-44,574532	Tubular	Público	Abastecimento urbano		48		Em operação	Submersa	446	289,9
JJ-264	Cocal do Piauízeiro	-5,8573759	-44,571544	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Submersa	145,3	94,445
JJ-294	SEDE	-5,8813495	-44,4769264	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	150	63		Em operação	Submersa	88,2	57,33
JJ-295	Centrão	-5,920483	-44,4392199	Tubular	Particular	Doméstico/Animal	150			Em operação	Submersa	86,9	56,485
JJ-296	Centro do Feliciano	-5,9108056	-44,4175101	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	237	154,05
JJ-297	Taboca da Onça	-5,9132732	-44,3595208	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	355	230,75
JJ-298	Taboca da Onça	-5,9133537	-44,3594242	Tubular	Público	Abastecimento urbano	147			Em operação	Submersa	204	132,6
JJ-403	Mangaba	-5,9395213	-44,5933397	Tubular	Público	Abastecimento urbano	112	32		Em operação	Submersa	31,3	20,345

ANEXOS