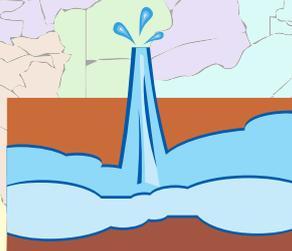


RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DOS PATOS

**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
SÃO JOÃO DOS PATOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Geólogo: Francisco Lages Correia Filho/CPRM – Especialista em Recursos
Hídricos e Meio Ambiente

CONSULTORIA EXTERNA – SERVIÇOS TERCEIRIZADOS

Geólogo: Érico Rodrigues Gomes – M. Sc.

Geólogo: Ossian Otávio Nunes – Especialista em Recursos Hídricos

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

Teresina/Piauí

Dezembro/2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

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

SECRETARIA DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL
Claudio Scliar
Secretário

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

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

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF

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

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

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

Antônio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho
Assistente de Produção DHT/RETE

COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

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

COORDENAÇÃO DE ÁREA

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

EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

REFO

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

RETE

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

SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

SUREG/SA

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

SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

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

RECENSEADORES

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

APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

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

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva
Bibliotecária - CPRM/RETE

ILUSTRAÇÕES

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

BANCO DE DADOS DO SIAGAS

Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

Consistência das Fichas

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

ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

Coordenação

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

Execução

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

ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

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

C824p Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de São João dos Patos / 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.....	23
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos	25
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados	25
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	31
7 – CONCLUSÕES.....	33
8 – RECOMENDAÇÕES	35
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
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).

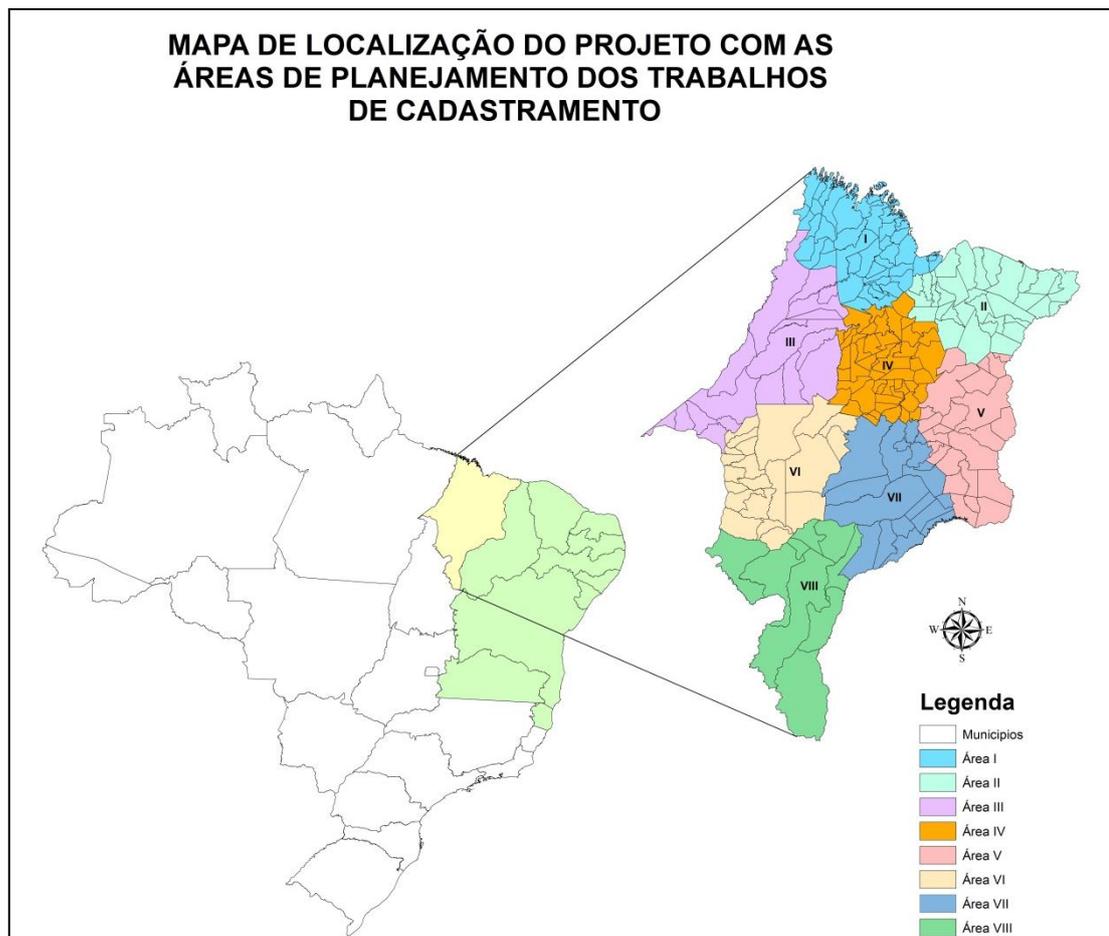


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

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 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

A Cidade de São João dos Patos teve sua autonomia política em 23/05/1882 e está inserida na mesorregião Leste maranhense, na microrregião Chapadas do Alto Itapecuru (**Figura 2**), compreendendo uma área de 1.500,6 km², uma população de aproximadamente 24.928 habitantes e uma densidade demográfica de 16,61 habitantes/km², segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com o município de Passagem Franca; ao Sul com águas do Rio Parnaíba; a Leste com os municípios de Sucupira do Riachão, Barão de Grajaú e a Oeste com Nova Iorque, Pastos Bons e Paraibano (*Google Maps*, 2011)

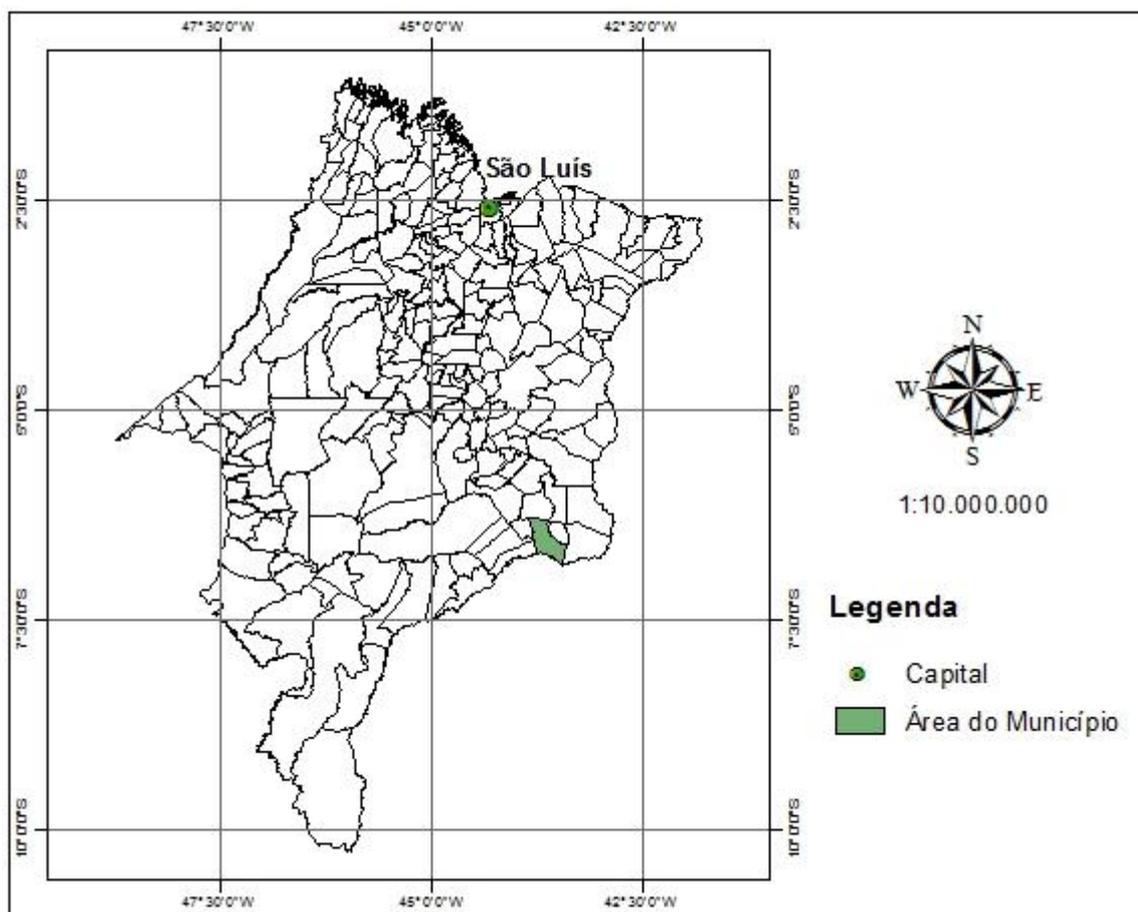


Figura 2 - Mapa de localização do município de São João dos Patos.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas $-6^{\circ}29'24''$ de latitude Sul e $-43^{\circ}42'$ de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total em torno de 538 km, se faz pela BR-135/230 até a cidade de São João dos Patos. (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 (IMESC).

O município foi elevado à condição de cidade, com a denominação de São João dos Patos, pela Lei Estadual nº 1.266 de 23/05/1882. Segundo o IBGE (2010), cerca de 82,5% 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 56% e 44,49% respectivamente.

Na educação, segundo dados do IMESC (2010), destacam-se os seguintes níveis escolares: Creche, Pré-escolar (14,69%); Ensino Fundamental – séries iniciais 1º ao 5º ano e séries finais do 6º ao 9º ano (59,14%); Ensino Médio – 1º ao 3º ano (19,14%) e Educação de Jovens e Adultos (7,03%). O analfabetismo atinge mais de 22% da população da faixa etária acima de 07 anos, dados da CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com oito estabelecimentos públicos de atendimento e três privados. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e São João dos Patos teve baixos desempenhos, com índice de IDH de 0,64.

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 São João dos Patos a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/146 habitante, de acordo com o IMESC (2010).

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

A água consumida na cidade de São João dos Patos é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 7.118 domicílios através de uma central de abastecimento (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que é lançado em áreas livres públicas ou particulares. Além disso, a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000), apenas 30,76% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 56,48% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 12,28% 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. A coleta para o

lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada em vazadouros, juntamente com os demais resíduos urbanos, elevando o risco de poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pelo Sistema Regional Boa Esperança que compreende a região sudeste do Estado do Maranhão. É composto de 02 subestações, em 69/13,8kV. A subestação Paraibano é suprida em 69 KV a partir da Usina de Boa Esperança - CHESF, 2 x 39 + 1 x 33,34MVA - 230/69 KV. Segundo o IMESC (2010) existem 8.918 ligações de energia elétrica no município de São João dos Patos.

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, Latossolo Vermelho-Escuro, 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.

Latossolos Vermelhos-Escuro são solos com as mesmas características morfológicas, físicas e químicas dos Latossolos Vermelho-Amarelo, cuja diferença está na cor essencialmente vermelho-escuras que apresentam. São solos álicos e distróficos, bem a fortemente drenados, com baixa fertilidade natural, situando-se em topos de relevo plano e suavemente ondulado. São solos cultivados com milho, feijão e com alguma fruticultura. O relevo plano e suavemente ondulado favorece a agricultura mecanizada, apresentam boas

condições físicas, mas devido à elevada acidez e baixa fertilidade natural necessitam de corretivos e fertilizantes.

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 ocorre 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. 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 São João dos Patos está localizado na mesorregião leste maranhense, na microrregião da Chapada do Alto Itapecuru (IBGE, 2010). O desmatamento, o deslizamento de encostas, a extração vegetal, a degradação da mata ciliar, as queimadas e a pesca ilegal não existem no município ou não configuram impactos ambientais significativos (CNM, 2002).

A altitude da sede do município é de 328 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com a temperatura oscilando entre 21,8°C e 32,5°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido seco com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensal superiores a 143 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 1,7 a 97,6 mm e no período chuvoso, de 38,2 a 221,9 mm, com média anual em torno de 1.029 mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo é formado pelo planalto oriental, constituído por um conjunto de morfoesculturas no Leste maranhense (chapadas), que se prolongam para o Nordeste. Apresenta forma tabulares, com escarpas sedimentares com cotas máximas de 460 metros de altitude que decaem para vales mais amplos em colinas de declividade média a alta (FEITOSA, 2006). Os cursos d'água da região fazem parte da Bacia hidrográfica do Parnaíba e do Itapecuru. A vegetação é composta pelo Cerrado que se caracteriza por possui árvores com troncos e galhos retorcidos e suberizados (IMESC, 2008).

5.4 – Geologia

O município de São João dos Patos 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 pela formação Poti (C1po) Carbonífero; o Grupo Balsas pelas formações Piauí (C2pi) Carbonífero, Pedra de Fogo (P12pf) e Motuca (P3m) Permiano; o Grupo Mearim, através da formação Corda (J2c) Jurássico; o Cretáceo, pela formação Sardinha (K1βs).

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: Oliveira & Leonardos (1943 *apud* SANTOS *et al.*, 1984); Lima & Leite (1978), compreendendo 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. Aflora no extremo sudeste do município de São João dos Patos.

Small (1913 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou o termo “série Piauí” para designar toda sequência paleozóica da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Posteriormente, Duarte (1936 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) e Oliveira & Leonardos (1943) restringiram o termo “série” para o de formação, representando apenas as camadas carboníferas do Pensilvaniano. Os limites estratigráficos atuais para a sequência pensilvaniana, compreendidos entre os arenitos e siltitos da formação Poti e o sílex basal da formação Pedra de Fogo é o conceito adotado por Lima & Leite (1978). Litologicamente a formação Piauí consiste de uma sequência essencialmente arenosa, com níveis de siltitos e folhelhos, além de intercalações de calcário. No topo desenvolvem-se, localmente, níveis de sílex. Os sedimentos arenosos da seção inferior são representados por arenitos avermelhados, róseos e amarelados, finos a grosseiros, argilosos, localmente feldspáticos. A seção superior é constituída de arenitos avermelhados, amarelo-esbranquiçados, finos a médios, pintalgados de caulim, regularmente selecionados e grãos subarredondados. Estratificação cruzada tipo plano-tabular e acanalada de grande porte são as estruturas dominante na seção. Ocupa uma vasta área a sudeste e sul do município de São João dos Patos.

Plummer (1946) propôs o termo formação Pedra de Fogo para designar as camadas ricas em chert e fósseis vegetais *Psaronius*, que afloram no vale do rio Pedra de Fogo, entre Pastos Bons e Nova Iorque. Esse conceito foi adotado por Lima & Leite (1978). A formação caracteriza-se, essencialmente, por uma sequência de siltitos, folhelhos e calcários, com arenitos predominando na seção média. Em todo o pacote desenvolvem-se leitões de até 0,50m de espessura, lentes ou até nódulos achatados de sílexito, uma característica marcante da unidade. Troncos de madeira silicificada, descritos como *Psaronius*, com até 50 cm de diâmetro, são encontrados na base e próximo do topo da formação. É comum, nos níveis de arenitos, estratificação cruzada, enquanto nos níveis de folhelhos e siltitos ocorrem fragmentos de conchas e impressões de restos vegetais. São frequentes estruturas de escorregamento (*slumping*) em “pequenos dobramentos”, causados por acomodação de estratos de diferentes competências. É a que tem maior expressão geográfica e aflora,

praticamente, em todos os quadrantes do município de São João dos Patos, expondo-se amplamente na sede municipal.

Formação Motuca (P3m). Plummer (1948 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) propôs a denominação formação Motuca para designar os folhelhos vermelho-tijolo com intercalações de calcário e anidrita, sobrejacente aos estratos Pedra de Fogo que afloram nos arredores da fazenda Motuca, entre São Domingos e Benedito Leite, no estado do Maranhão. Aguiar (1971), dividiu essa formação em três membros e ratificou a sua concordância com as formações Pedra de Fogo e Sambaíba, considerando-a de idade permo-triássica. A espessura máxima dessa formação na Bacia Sedimentar do Parnaíba, atravessada em sondagem, é de 296 m (PETRI E FÚLVARO, 1983). Reúne, na sua seção inferior, arenitos finos a médios, róseos a esbranquiçados, além de folhelhos e siltitos arenosos, vermelho-tijolo. Na seção média predominam siltitos e folhelhos esverdeados, bem laminados, com fraturas preenchidas por aragonita. A seção superior constitui-se de arenitos avermelhados, finos a médios, argilosos. Ocorrem, também, leitos de sílex contorcidos, indicando pequenos dobramentos convolutos. Assenta-se sobre a formação Pedra de Fogo e é recoberta pela formação Sambaíba, com as quais mantém, respectivamente, relações de contato gradacional na base e no topo, às vezes bruscos e com discordância erosiva. Aflora a noroeste do município de São João dos Patos.

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 seqüência 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 seqüência 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 foscas, 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 a sudeste, noroeste e norte do município de São João dos Patos.

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. Ocupa uma vasta área a sul estendendo-se para sudoeste do município de São João dos Patos (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 São João dos Patos, 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, acentuado-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, drenam a área do município os riachos: Lamarão, dos Cavalos, Grota da Ponte, São Bartolomeu, Fundo,

das Araras, do Vaqueiro, do Bacuri, do Belém, dos Macacos, das Galinhas, da Areia, dos Cocos, do Jacaré, do Palmito, das Caraíbas, Grande, dentre outros.

6.2 – Águas Subterrâneas

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

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

6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

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

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas cabornáticas, 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 São João dos Patos apresenta dois domínios hidrogeológicos: o do aquífero fissural, relacionado aos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha (K1βs); e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Poti (C1po), Piauí (C2pi), Pedra de Fogo (P12pf), Motuca (P3m) e Corda (J2c). Durante os

trabalhos de campo foram cadastrados 90 pontos d'água sendo 80 poços tubulares (88,89%), 06 poços amazonas (6,67%) e 04 fontes naturais (4,44%).

O aquífero Poti, por apresentar uma composição predominantemente arenosa em sua parte inferior, possui uma permeabilidade boa, caracterizando-o como um aquífero de potencial hidrogeológico médio a elevado, enquanto à sua seção superior, caracterizada por arenitos finos, argilosos, com intercalações de folhelhos e siltitos tem um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio. O aquífero Piauí, que compõe o Sistema Aquífero Poti/Piauí, apresenta em sua seção inferior, uma litologia predominantemente arenosa, podendo ser considerado um bom aquífero, enquanto sua seção superior, constituída litologicamente por siltitos e folhelhos apresenta uma fraca permeabilidade, representando uma zona pouco promissora para a captação de água subterrânea. Hidrogeologicamente, as formações Poti e Piauí são consideradas uma única unidade aquífera, já que entre elas não existe unidade impermeável que as separe hidraulicamente. O sistema aquífero é explorado na condição de aquífero livre, com um potencial hidrogeológico de caráter médio a elevado. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, infiltração vertical, ascendente e descendente, através das formações inferiores e superiores, além de 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 reduz a infiltração, favorecendo uma aceleração 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.

As formações Pedra de Fogo e Motuca, representadas predominantemente por siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silexitos, portanto litologias essencialmente pelíticas, representa um manancial de fraco potencial hidrogeológico. Esses aquíferos podem ser explorados no município, principalmente, através de poços tubulares rasos e poços escavados, tipo “amazonas”.

A unidade Corda ocorre como aquífero livre a confinado e constitui-se, litologicamente, de arenitos finos a médios, quartzosos, com níveis argilosos e com eventuais leitões de siltitos e folhelhos. Em função de suas litologias, apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando-se como de potencial hidrogeológico 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 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 estiagem; 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 resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares existentes.

A formação 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(1983). 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.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de São João dos Patos, registrou a presença de 88 pontos d’água sendo 78 poços tubulares, 06 poços amazonas e 04 fontes naturais, representativos (**Figura 3**).

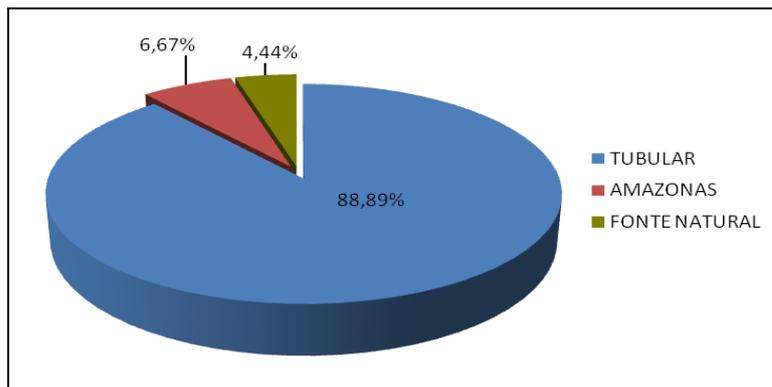


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 88,89% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentado, estarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (48 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (30 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

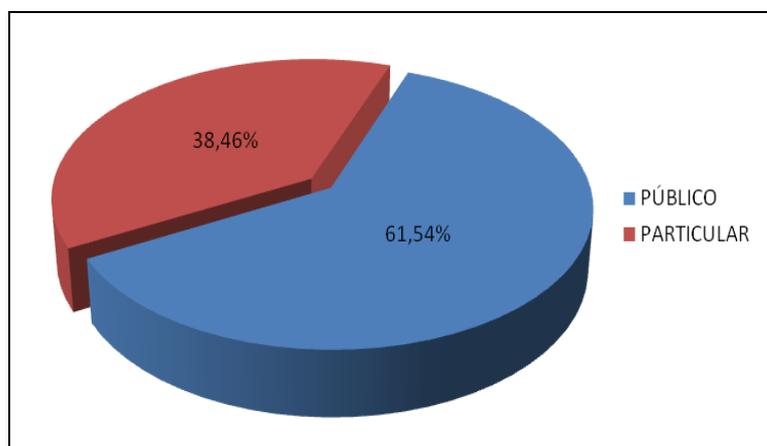


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município.

Foram identificadas nos trabalhos de campo quatro situações distintas, durante o cadastramento: *poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados*. Os poços em operação são aqueles que estão em pleno funcionamento. Os paralisados estão sem funcionar, em função de problemas relacionados à manutenção ou quebra do equipamento. Os não instalados representam aqueles poços que foram perfurados, tiveram um resultado positivo, mas não foram equipados com sistema de bombeamento e de distribuição. E por fim, os

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

A situação dessas obras, levando-se em conta seu caráter público ou particular, é apresentada em números absolutos no **quadro 1** e, em termos percentuais, na **figura 4**.

Quadro 1 – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
Público	40	2	2	4
Particular	21	3	2	4
Total	61	5	4	8



Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 36 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 10 são para uso doméstico, 10 para uso doméstico e irrigação, 02 para irrigação e em 20 não foram obtidas informações sobre o uso da água. Nenhum poço é utilizado para uso na indústria, uso doméstico e animal, pecuária e 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.

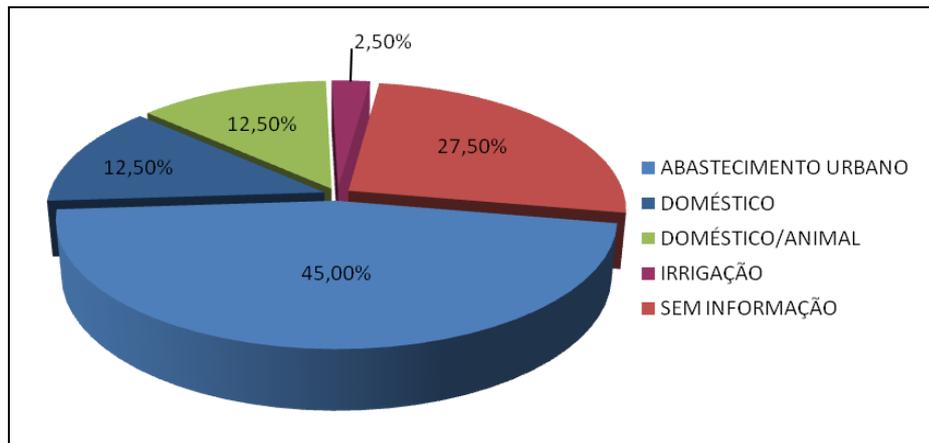


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

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 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 05. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 40 já existentes, em pleno uso.

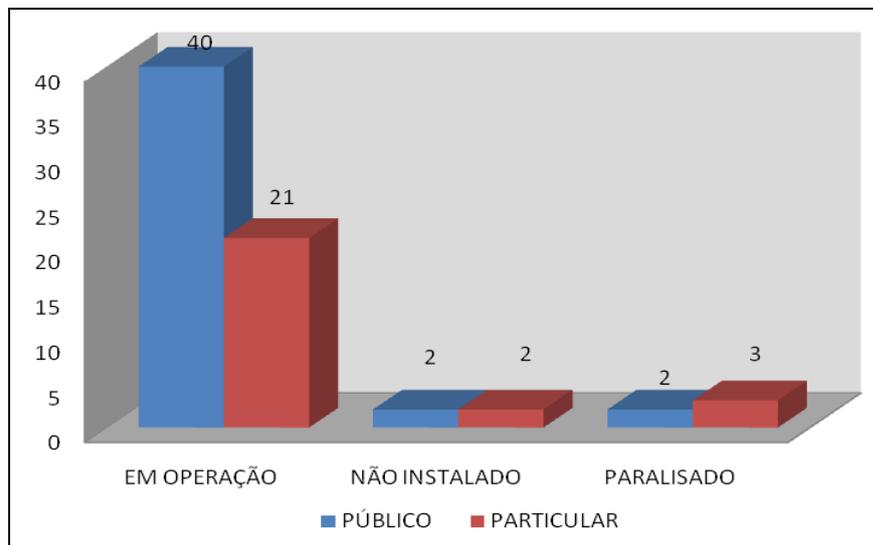


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas

Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 62 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

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

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

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

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 196,22 mg/L, com valor mínimo de 17,24 mg/L, encontrado na localidade Vereda Limpa (poço JH 549) e valor máximo de 642,20 mg/L detectado na localidade Barro Branco (poço JC 193). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 100,0% das águas se enquadram no tipo doce, **figura 8**.

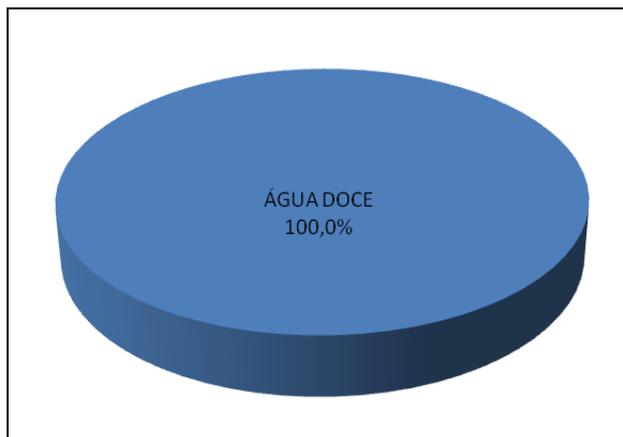


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos das formações Poti (C1po) e Piauí (C2pi), do Carbonífero, Pedra de Fogo (P12pf) e Motuca (P3m), do Permiano; Corda (J2c), do Jurássico; e Sardinha (K1-beta-s), do Cretáceo;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de São João dos Patos, registrou a presença de 90 pontos d'água sendo 80 poços tubulares, 06 poços amazonas e 04 fontes naturais;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (50 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (30 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 36 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 10 são para uso doméstico, 10 para uso doméstico e irrigação, 02 para irrigação e em 22 não foram obtidas informações sobre o uso da água;

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

7.6 - Verifica-se que 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 05;

7.7 - Em relação à geologia do município, existem dois domínios hidrogeológicos: o do aquífero fissural, relacionados aos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha; e o aquífero poroso ou intergranular, representados pelos sedimentos das formações Poti (C1po), Piauí (C2pi), Pedra de Fogo (P12pf), Motuca (P3m) e Corda (J2c);

7.8 - O aquífero Poti, por apresentar uma composição predominantemente arenosa na sua seção 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;

7.9 - 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. Em função desta constituição litológica apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando-se com potencial hidrogeológico de fraco a médio;

7.10 - A formação Pedra de Fogo e Motuca, reunindo siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silxitos, litologias essencialmente pelíticas, tornam-se unidades com fraco potencial hidrogeológico;

7.11 - A formação Sardinha, constituída por diabásio, 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”. 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 62 poços;

7.13 - A Condutividade Elétrica, obtida nas amostras analisadas dos poços cadastrados, apresenta em 100,0%, baixos valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), caracterizando a água como doce, ou seja, de boa potabilidade para o consumo humano, como determina a Portaria do MS nº 518/2004;

7.14 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 196,22 mg/L, com valor mínimo de 17,24 mg/L, encontrado na localidade Vereda Limpa (poço JH 549) e valor máximo de 642,20 mg/L detectado na localidade Barro Branco (poço JC 193). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 100,0% das águas se enquadram no tipo doce;

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

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

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

_____. 2009. Disponível em: <
http://www.cnm.org.br/dado_geral/ufmain.asp?IdUf=100121>. 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 Parnaiba. **B. Geoc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p. 57-67, 1994.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>
Acesso em: 01 mar. 2011.

IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. São Luís, MA. 2003. 499 p.

IBGE. **Atlas do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 1984. 104 p., mapas color., il.

_____. **Censo 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. 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://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.USP Sér.Cient.**, São Paulo, v.3, p. 97-112, ago. 2003.

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

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

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

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no Maranhão – PPCDMA:** produto 4: síntese do

diagnóstico, matriz do plano e contribuição do processo de consulta pública para elaboração. Brasília, 2011. 120 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SOARES FILHO, A. R. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba**: subprojeto hidrogeologia: relatório final – folha 07 – Teresina-NO. Recife: CPRM, 1979. 2 v.

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

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

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

APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JC001	Matadouro Municipal	-6,48363956	-43,72247466	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	93,7	60,91
JC003	Genipapeira	-6,49669656	-43,59650203	Tubular	Público	Abastecimento urbano	162	22		Em operação	Submersa	425	276,25
JC004	Faveira	-6,5981377	-43,71646651	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	80		11	Em operação	Submersa	470	305,50
JC005	Malhada da Areia	-6,6025848	-43,70711097	Tubular	Público	Doméstico Animal	88	72	60	Em operação	Submersa	510	331,50
JC006	Malhada da Areia	-6,4948351	-43,70336124	Tubular	Público	Doméstico Animal	62		9	Em operação	Submersa	520	338,00
JC007	Cana Brava	-6,62097939	-43,70386013	Tubular	Público	Abastecimento urbano	66			Em operação	Submersa	253	164,45
JC008	Carnaúba	-6,62488469	-43,58779558	Tubular	Público	Doméstico Animal	225			Em operação	Submersa	525	341,25
JC009	Carnaúba	-6,61813089	-43,58730742	Tubular	Público	Doméstico Animal	170	60		Paralisado			0,00
JC010	Coquinhos	-6,63907894	-43,60931226	Tubular	Público	Doméstico Animal	150		20	Em operação	Submersa	530	344,50
JC011	Lagoinha	-6,68285795	-43,58589121	Tubular	Público	Doméstico Animal	180		60	Em operação	Submersa	358	232,70
JC012	Picos	-6,62919232	-43,54137727	Tubular	Público	Abastecimento urbano	210		13	Em operação	Submersa	234	152,10
JC013	Jiló	-6,62865588	-43,53222021	Tubular	Público	Abastecimento urbano	214		40	Em operação	Submersa	477	310,05
JC014	Juçara	-6,63883754	-43,4909732	Tubular	Público	Doméstico Animal	110		30	Em operação	Submersa	107,5	69,88
JC015	Boa vista	-6,62237951	-43,64594587	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	142			Em operação	Submersa	416	270,40
JC023	Canto do Brejo	-6,46896788	-43,59531649	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	126	81,90
JC024	Sapucaia	-6,48691722	-43,60184499	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120		60	Em operação	Submersa	271	176,15
JC097	Posto Tropical	-6,48750731	-43,7256343	Tubular	Particular	Doméstico	150			Em operação	Submersa	99,1	64,42
JC098	Motel Delirius	-6,48785063	-43,72994729	Amazonas	Particular	Doméstico	20			Poço Escavado		99,4	64,61
JC099	Buriti Largo	-6,4893473	-43,73929211	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	148			Em operação		227	147,55
JC100	São João dos patos	-6,49196514	-43,74374458	Tubular	Particular					Paralisado			0,00
JC102	São João dos patos	-6,51695796	-43,78096291	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	140			Em operação		233	151,45
JC103	São João dos patos	-6,48792037	-43,72522124	Tubular	Público					Abandonado			0,00
JC104	São João dos patos	-6,48515233	-43,68445166	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	160			Em operação		89,9	58,44
JC105	Projeto Dona Silva	-6,5562416	-43,67593297	Tubular	Particular					Paralisado			0,00
JC106	Cazuqui	-6,64452382	-43,57819327	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	180			Em operação	submersa	555	360,75
JC107	Jatoba dos noletos	-6,65486642	-43,54813107	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	submersa	406	263,90
JC108	Jardineira	-6,66020402	-43,54400047	Tubular	Público	Abastecimento urbano	170			Em operação	submersa	406	263,90
JC109	Caçoen	-6,62043759	-43,51572999	Tubular	Público	Abastecimento urbano	170			Em operação	submersa	462	300,30
JC110	Inhuma	-6,5347732	-43,69561502	Tubular	Particular	Doméstico Animal	150			Em operação	submersa	257	167,05
JC111	Inhuma	-6,53255233	-43,69666644	Tubular	Particular					Paralisado		656	426,40
JC193	Barro Branco	-6,578889	-43,757222	Tubular	Público	Irrigação	70	40		Em operação	Compressor	988	642,20
JC194	Barro Branco	-6,58	-43,748889	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	20		Em operação	submersa	816	530,40
JC195	Baixão do Firmino	-6,563056	-43,733056	Tubular	Público	Abastecimento urbano	103		13	Em operação	submersa	663	430,95
JC196	Tabuleiro Alto	-6,538889	-43,7325	Tubular	Público	Abastecimento urbano	203	100		Em operação	submersa	594	386,10
JC197	Fazenda do Ribamar	-6,523056	-43,731389	Tubular	Particular	Doméstico Animal	100	50		Em operação	submersa	544	353,60
JC198	Matadouro Novo	-6,46	-43,718611	Tubular	Público	Doméstico	150			Em operação	submersa	157,7	102,51
JC199	Fazenda do Nico	-6,389722	-43,724444	Tubular	Particular	Doméstico Animal	220			Em operação	submersa	511	332,15
JC200	Tangará	-6,392222	-43,743611	Tubular	Particular	Doméstico	280			Em operação	submersa	375	243,75
JC201	Tangará	-6,3925	-43,743611	Tubular	Particular	Doméstico	224			Em operação	submersa	373	242,45

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)
JC202	Tangará	-6,3925	-43,744167	Tubular	Particular		180			Obstruído			0,00
JC203	Tangará	-6,398056	-43,744444	Tubular	Particular		175			Obstruído			0,00
JC204	Tangará	-6,391944	-43,743056	Tubular	Particular		186			Abandonado			0,00
JC205	Mata do Chico Estevão	-6,363611	-43,703056	Tubular	Público		186			Não instalado		428	278,20
JC206	Mata do Bernado	-6,350278	-43,716944	Tubular	Público		320			Não instalado			0,00
JC207	Fazenda Bacuri	-6,469444	-43,699444	Tubular	Particular	Doméstico Animal	120			Em operação	Submersa	164	106,60
JC208	Olho D'água da Curuvada	-6,556111	-43,759167	Fonte Natural	Particular					Fonte Natural		472	306,80
JC209	Povoado Contendas	-6,433056	-43,733056	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano	15	12		Poço Escavado	Submersa	44,4	28,86
JC210	Povoado Contendas	-6,428611	-43,733889	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano	25			Poço Escavado	Submersa	108,8	70,72
JC289	Saco Belizaro	-6,44883522	-43,66077849	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150		30	Em operação	Submersa	190,4	123,76
JC290	Ass. Lagoa do Tabuleiro	-6,38919362	-43,63180527	Tubular	Público	Abastecimento urbano	190			Em operação	Submersa	239	155,35
JC291	Dois Irmãos	-6,59539112	-43,46388825	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180		20	Em operação	Submersa	134,4	87,36
JC385		-6,48475536	-43,71915408	Tubular									0,00
JC386	Canto Grande	-6,4801366	-43,72239419	Tubular	Particular	Doméstico	180			Em operação	Submersa	81,5	52,98
JC387	Granja São Francisco	-6,48264178	-43,72505494	Tubular	Particular	Doméstico	142	16		Em operação	Submersa	134,6	87,49
JC388		-6,47330233	-43,73974272	Tubular									0,00
JC389	Mata da Jurema	-6,46392533	-43,74917337	Tubular	Público	Abastecimento urbano	225			Em operação	Compressor	506	328,90
JC390	Mata do Neco	-6,4435459	-43,76782008	Tubular	Público	Abastecimento urbano	202	40	80	Em operação	Submersa	46,7	30,36
JC391	Baixão do Maracujá	-6,57483467	-43,52753171	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	143	40	86	Em operação	Submersa		0,00
JC392	Pedra Miuda, s/n	-6,50422283	-43,67675372	Tubular	Particular	Irrigação	150	120		Em operação	Submersa		0,00
JC393	Pedra Miuda	-6,50478073	-43,67608854	Tubular	Particular		80			Não instalado			0,00
JC394	Hospital Regional	-6,48885378	-43,69871565	Tubular	Público	Abastecimento urbano		46	80	Em operação	Submersa	229	148,85
JC395	Rua Hermes da Fonseca	-6,4888806	-43,69875857	Tubular	Público	Abastecimento urbano	400	105	176	Em operação	Submersa	282	183,30
JC396	Mata da Silvia	-6,46318504	-43,78668138	Tubular	Particular		260	142		Não instalado		254	165,10
JC397	Rua 28 de Julho	-6,50144943	-43,69449385	Tubular	Público		36			Paralisado		299	194,35
JC398	Rua 1º de maio	-6,49893352	-43,69555601	Tubular	Público		171			Abandonado			0,00
JC399	Rua 21 de Abril	-6,49796792	-43,69446703	Tubular	Público	Abastecimento urbano	45	5	24	Em operação	Submersa		0,00
JC400	Rua do Lider	-6,49447569	-43,71106454	Tubular	Público	Abastecimento urbano	208	69,5	80	Em operação	Submersa	87,9	57,14
JC401	Trav. 5 do Joaquim Távora	-6,50409945	-43,69843134	Tubular	Público	Abastecimento urbano	176	63	83	Em operação	Submersa	74,4	48,36
JC402	Rua Hermes da Fonseca	-6,49270543	-43,70108136	Tubular	Público					Obstruído			0,00
JC403	Porção	-6,50316068	-43,76268634	Amazonas	Particular	Doméstico	10	2		Poço Escavado	Submersa	587	381,55
JC404	Rua do Chafariz	-6,49215289	-43,7098039	Tubular	Público		300	85,4	152	Em operação	Submersa	131,3	85,35
JC405	Trav. 28 de Julho	-6,50145479	-43,69566866	Tubular	Público	Abastecimento urbano	356	75,7	166	Em operação	Submersa	267	173,55
JC406	Rua São Jorge	-6,496026	-43,68971952	Tubular	Público		186			Abandonado			0,00
JC407	Estádio de Futebol	-6,49116584	-43,69982609	Tubular	Público	Abastecimento urbano	139	60	76	Em operação	Submersa	89,8	58,37
JC408	Fazenda Pati	-6,41169199	-43,73053201	Tubular	Particular	Doméstico	167	90	90	Em operação	Submersa	104,5	67,93
JC409	Boa Vista	-6,4886392	-43,71347317	Tubular	Particular	Doméstico	205	80	80	Em operação	Submersa	84,9	55,19
JC410	Rua Pedro II	-6,48988911	-43,70116183	Tubular	Particular	Doméstico	182,5			Em operação	Submersa	99,2	64,48
JC411	Cacimbas	-6,50240966	-43,69409689	Fonte Natural	Público					Fonte Natural		234	152,10

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)
JC412	Cacimbas	-6,50025853	-43,69422027	Fonte Natural	Público					Fonte Natural		328	213,20
JC413	Rua Hermes da Fonseca	-6,49012514	-43,69974562	Tubular	Particular		120			Obstruído			0,00
JC414	Porção	-6,50194832	-43,76461753	Fonte Natural	Particular					Fonte Natural		295	191,75
JC415	Podólio	-6,49846681	-43,70605418	Amazonas	Público		12			Paralisado		520	338,00
JC442	Olho D'água do Canto	-6,32666596	-43,79981884	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100	80		Em operação	Submersa	153,6	99,84
JC443	Lagoa do Meio	-6,33971223	-43,80593427	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140	80		Em operação	Submersa	64,2	41,73
JC444	Lagoa do Meio	-6,35369726	-43,80434641	Tubular		Abastecimento urbano	104	44		Em operação	Submersa	96,2	62,53
JC445	Mangabeira	-6,3685567	-43,81576725	Tubular	Público	Abastecimento urbano	96	44		Em operação	Submersa	427	277,55
JC453	Fazenda do Farias	-6,3245953	-43,79321524	Tubular	Particular	Doméstico	160			Em operação	Submersa	239	155,35
JH547	Vereda da Prata	-6,65095576	-43,4118373	Tubular	Público		120			Em operação	Submersa	53,78	34,96
JH548	Mesaline	-6,63827964	-43,41704615	Amazonas	Particular		25	25		Em operação	Submersa	86,99	56,54
JH549	Vereda Limpa	-6,62260481	-43,42864939	Tubular	Público		80	11		Em operação	Submersa	26,52	17,24

ANEXOS