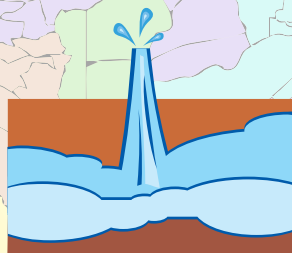


RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE PASTOS BONS

**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 PASTOS BONS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

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

Hídricos e Meio Ambiente

CONSULTORIA EXTERNA – SERVIÇOS TERCEIRIZADOS

Geólogo: Érico Rodrigues Gomes – M. Sc.

Geólogo: Ossian Otávio Nunes – Especialista em Recursos Hídricos

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

Teresina/Piauí

Dezembro/2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

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

SECRETARIA DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL
Claudio Scliar
Secretário

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

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

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF

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

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

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

Antônio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho
Assistente de Produção DHT/RETE

COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

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

COORDENAÇÃO DE ÁREA

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

EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

REFO

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

RETE

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

SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

SUREG/SA

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

SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

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

RECENSEADORES

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

APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

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

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva
Bibliotecária - CPRM/RETE

ILUSTRAÇÕES

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

BANCO DE DADOS DO SIAGAS

Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

Consistência das Fichas

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

ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

Coordenação

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

Execução

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

ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

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

C824p Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Pastos Bons / 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	24
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados	26
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 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).

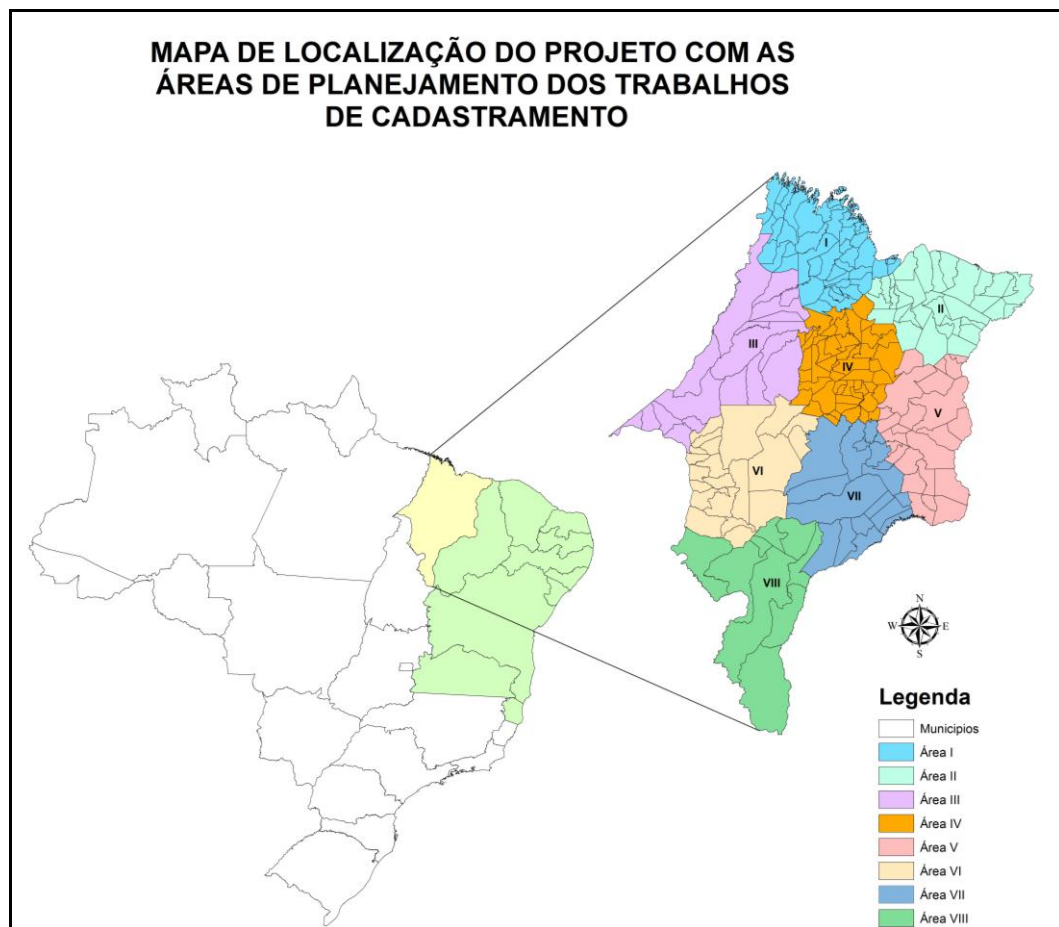


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

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 Pastos Bons teve sua autonomia política em 29/01/1820 e está inserida na mesorregião Leste maranhense, na microrregião Chapada do Alto Itapecuru (**Figura 2**), compreendendo uma área de 1.635 km², uma população de aproximadamente 18.079 habitantes e uma densidade demográfica de 11,05 habitantes/km², segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com o município de Paraibano; ao Sul com São Domingos do Azeitão e Benedito Leite; a Leste com Nova Iorque e a Oeste com Sucupira do Norte (*Google Maps*, 2011).

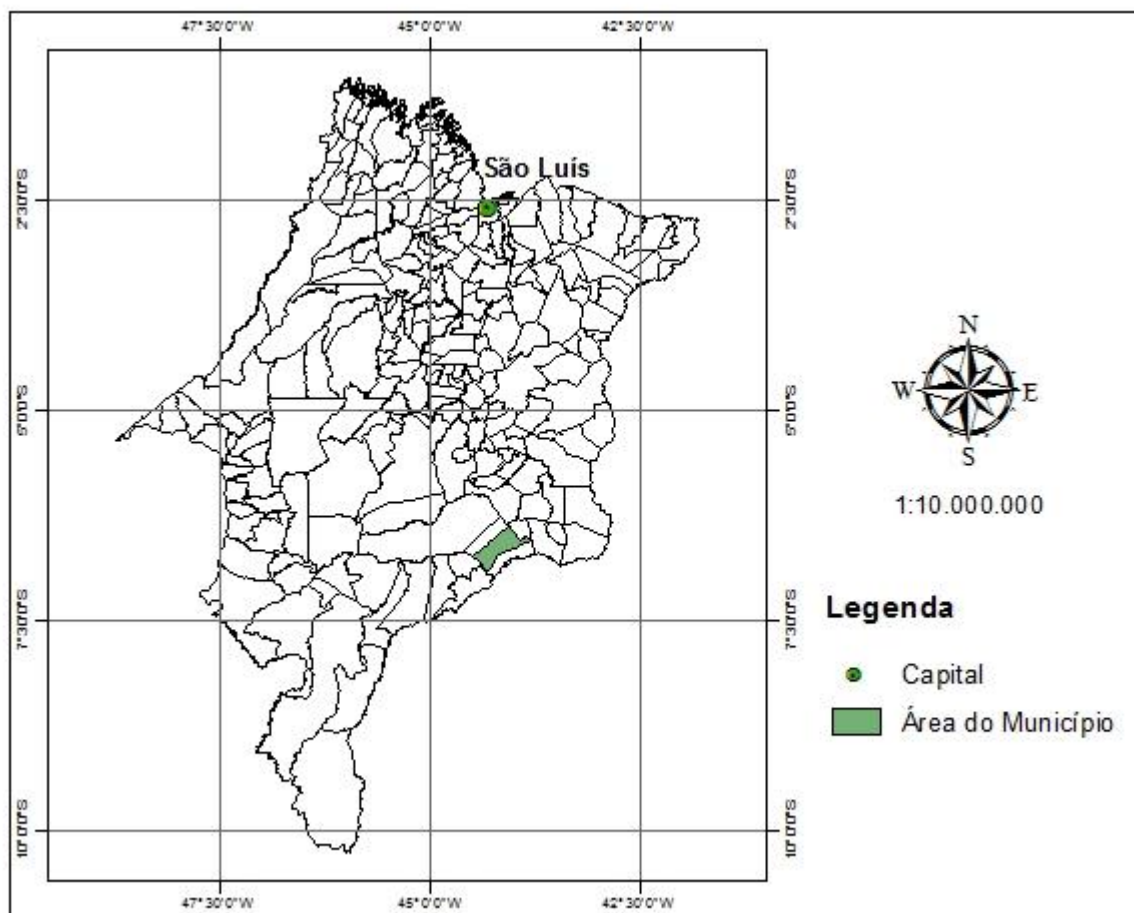


Figura 2 - Mapa de localização do município de Pastos Bons.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas -6°36' de latitude Sul e -44°04'12 de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2011).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total em torno de 530 km, se faz da seguinte forma: 437 km pela BR-135 até a cidade de Pastos Bons, 93 km pela Rodovia Estadual MA-270 até a cidade de Pastos Bons. (*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 Pastos Bons, por Alvará s/n de 29/01/1820. Segundo o IBGE (2010), cerca de 68,08% 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 50,71% e 40,60% respectivamente.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares, segundo dados do IMESC (2010): Educação Infantil (15,22%); Educação de Jovens e Adultos (3,74%); Ensino Fundamental (62,41%); Ensino Médio (18,63%). O analfabetismo atinge mais de 25% da população da faixa etária acima de 07 anos, dados da CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com 06 estabelecimentos públicos de atendimento. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Pastos Bons obteve baixo desempenho, com IDH de 0,613.

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 Pastos Bons a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/112 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 94 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Pastos Bons é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 5.619 domicílios através de uma central de abastecimento (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que são lançados em lagoas, em cursos d'água permanentes e em áreas livres, públicas ou privadas. E a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000), apenas 36,5% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 36,38% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 54,21% 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 de lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada em local não especificado.

O fornecimento de energia é feito pelo Sistema Regional Boa Esperança que compreende a região sudeste do Estado do Maranhão. O sistema é composto de duas subestações, em 69/13,8KV. A subestação Paraibano é suprida em 69KV a partir da Usina de Boa Esperança - CHESF, 2 x 39 + 1 x 33,34MVA - 230/69KV. Segundo o IMESC (2010) existem 4.626 ligações de energia elétrica no município de Pastos Bons.

5.3 - Aspectos Fisiográficos

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

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

O território maranhense apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com baixo mergulho para o oceano Atlântico. Os grandes traços atuais do modelado da plataforma sedimentar maranhense revelam feições típicas de litologias dominantes em bacias sedimentares. Essa plataforma, submetida à atuação de ciclos de erosão relativamente longos, respondeu de forma diferenciada aos agentes intempéricos, em função

de sua natureza, de estruturação e de composição das rochas, modelando as formas tabulares e subtabulares da superfície terrestre. Condicionados ao lineamento das estruturas litológicas, os gradientes topográficos dispõem-se com orientações sul-norte. As maiores altitudes estão localizadas na porção sul, no topo da Chapada das Mangabeiras, no limite com o estado do Tocantins. As menores altitudes situam-se na região norte, próximo à linha de costa.

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

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

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

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

As variabilidades de clima, de relevo e de solo do território brasileiro permitem o desenvolvimento de uma grande diversidade de ambientes naturais. A cobertura vegetal do

Maranhão reflete, em particular, a influência das condições de transição climática entre o clima amazônico e o semiárido nordestino.

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

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo e Plintossolos (EMBRAPA, 2006). Latossolos Amarelos são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum, as coberturas areno-argilosas e argilosas, derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e suavemente ondulado, esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada, esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Latossolo Vermelho-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 ocorrem essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência, destacando-se as culturas de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. As áreas, onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização.

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

O município de Pastos Bons está localizado na mesorregião Leste maranhense, na microrregião de Chapadas do Alto Itapecuru (IBGE, 2010). O desmatamento, o aterro das margens de rios, a degradação da mata ciliar, o chorume, os sumidouros e os resíduos de saúde são fatores que contribuem para o assoreamento dos corpos d'água e a contaminação do solo do município (CNM, 2002).

A altitude da sede do município é de 309 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com a temperatura oscilando entre 21,6°C e 32,4°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 mensais

superiores a 147 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 1,9 a 99,6 mm e no período chuvoso de 39,6 a 225,7 mm, com precipitação total anual em torno de 1.061 mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo na região 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 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 Itapecuru e a vegetação é composta pelo Cerrado com encraves da vegetação da Caatinga (IMESC, 2008).

5.4 – Geologia

O município de Pastosa Bons 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 Balsas está presente através da formação Pedra de Fogo (P12pf) Permiano; o Grupo Mearim, através das formações Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c) Jurássico; e o Cretáceo, através da formação Sardinha (K1βs); o Terciário-Quaternário, pelos Depósitos Colúvio-Eluviais.

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 leitos de até 0,50m de espessura, lentes ou até nódulos achatados de silixito, 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. Aflora no extremo sudoeste do município de Pastos Bons.

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. Distribui-se através de áreas irregulares, praticamente, em todos os quadrantes do município de Pastos Bons.

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. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Pastos Bons.

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 Orozimbo, Pastos Bons e Colinas, todas no Estado do Maranhão. Ocupa uma vasta área e distribui-se, em áreas irregulares, em todos os quadrantes do município de Pastos Bons.

Depósitos Colúvio-Eluviais (NQC). A primeira tentativa de separação dessas coberturas interioranas, determinando-as de Cobertura Colúvio-Eluviais Indiferenciadas, coube a Campos *et al.* (1976). Porém, com base em estudos de campo Oliveira *et al.*, (1974 *apud* AGUIAR, 1999), esses capeamentos foram definidos como produtos de alteração de rochas cristalinas transformados em sedimentos areno-siltico-argilosos, inconsolidados, de idade Terciário-Quaternário. Braga *et al.* (1977) caracterizam litologicamente esses sedimentos como um material areno-argiloso, caulínítico, com cimento argiloso e/ou ferruginoso. Eles são constituídos de grãos de quartzo imaturos e pouco desgastados, ocasionais pontuações de opacos, palhetas de mica e grãos de feldspatos, em vias de alteração. A falta de estratificação, o caráter arcoseano, a presença de minerais micáceos e feldspáticos caracterizam esses sedimentos como imaturos e, por outro lado, sugerem, em seu processo de formação, condições climáticas semiáridas a que foram submetidos, desde a degradação até os tempos atuais. Ocupa uma vasta área a sudoeste e nordeste do município de Pastos Bons, expondo-se amplamente na sede municipal (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 Pastos Bons pertence à bacia hidrográfica do rio Itapecuru, pois o riacho Balseiro, que drena a área desse município, é seu subafluente. 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 *apud* ALCÂNTARA, 2011). 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, 1997). 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 riacho Balseiro, drenam a área do município de Pastos Bons os riachos Seco, Jatobá, Canaveira, da Água Boa, da Barra, do Boi, da Macaúba, dos Fontes, do Exu, da Veneza, do Sucupira, das Grotas, Pedra de Fogo, do Pequi, das Éguas, Mucunã, do Saquinho, da Morena, dos Morros, dentre outros.

6.2 – Águas Subterrâneas

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

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

6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

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

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das discontinuidades geológicas, caracterizando o que é denominado de “aquífero cárstico”; sedimentos consolidados, arenitos, e inconsolidados, as aluviões e dunas, que caracterizam o aquífero poroso ou intergranular.

O município de Pastos Bons apresenta dois domínios hidrogeológicos: o aquífero fissural, representados pelos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha (K1βs); e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Pedra de Fogo (P12pf), Pastos Bons (J2pb), Corda (J2c); e pelos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 57 pontos d'água (96,49%), 01 poço amazonas (1,75%) e 01 fonte natural (1,75%).

As formações Pedra de Fogo e Pastos Bons representadas predominantemente por siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de silixitos, 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 leitos 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.

As Coberturas Colúvio-Eluviais podem armazenar água subterrânea no período chuvoso, dependendo de suas espessuras e, eventualmente, podem ser aproveitadas para captação em condições pontuais. Elas têm uma maior importância na alimentação das formações subjacentes e são exploradas através de poços de grande diâmetro, do tipo amazonas.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Pastos Bons, registrou a presença de 57 pontos d’água, sendo 55 poços tubulares, 01 poço amazonas e 01 fonte natural, representativos (**Figura 3**).

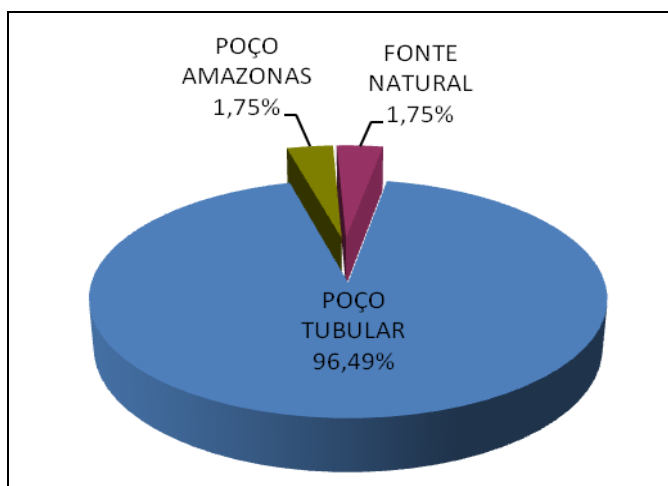


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 96,49% 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 (49 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (06 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

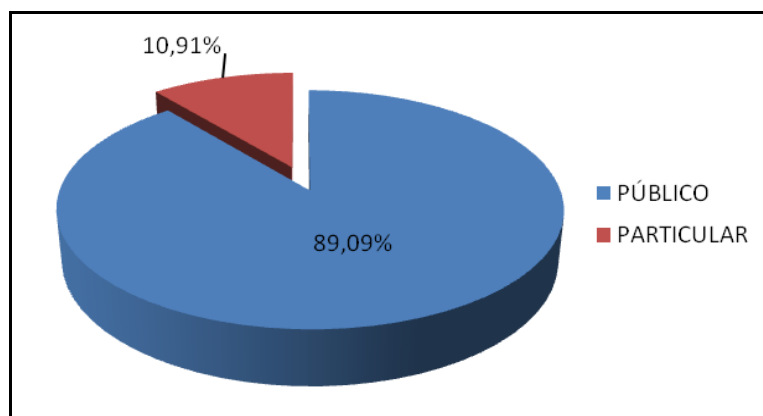


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Pastos Bons.

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	5
Particular	6	0	0	0
Total	46	2	2	5



Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 46 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 02 para uso doméstico e em 07 poços não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado na indústria, para uso doméstico e animal, irrigação, pecuária, bem como para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura). A **figura 6** exibe em termos percentuais as diferentes destinações da água subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios

hidrogeológicos de superfície, 100% estão locados sobre terrenos sedimentares.

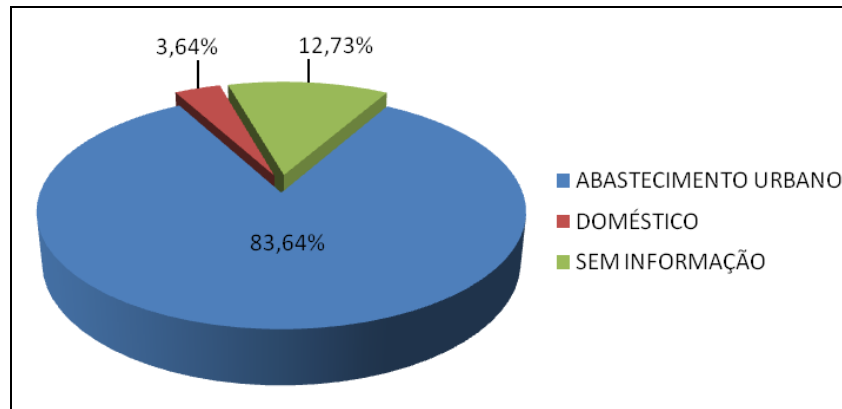


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

A **figura 7** mostra a relação entre os poços em operação e os poços desativados (paralisados e não instalados), mas passíveis de entrar em funcionamento. Verifica-se que 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares estão todos em operação. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 40 já existentes, em pleno uso.

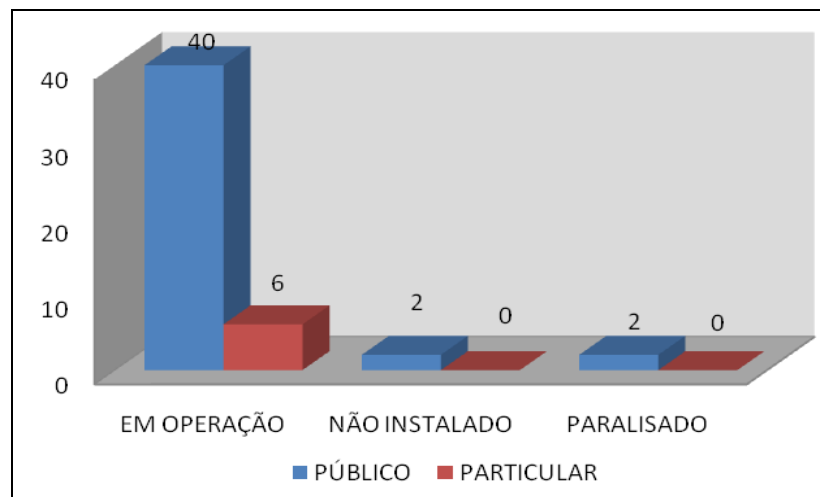


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

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 49 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 184,49 mg/L, com valor mínimo de 16,90 mg/L, encontrado na localidade Sentinela do Pago (poço JE 030) e valor máximo de 394,55 mg/L detectado no povoado Sangue (poço JE 019). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 100,0% das águas se enquadram no tipo doce, **figura 8**.

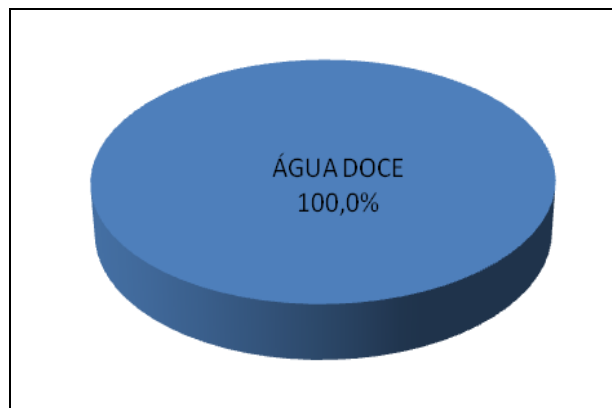


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos das formações Pedra de Fogo (P12pf), do Permiano; Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c), do Jurássico; Sardinha (K1-beta-s), do Cretáceo; e Depósitos Colúvio-Eluviais, o Quaternário;

7.2 - Em relação à geologia do município, existem dois domínios hidrogeológicos: o aquífero fissural, relacionado aos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha; e o aquífero poroso ou intergranular, relacionados aos sedimentos consolidados das formações Pedra de Fogo (P12pf); Motuca (P3m); Pastos Bons (J2pb); Corda (J2c); e os relacionados aos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc);

7.3 - O aquífero Corda, que ocorre como aquífero livre, 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;

7.4 - As formações Pedra de Fogo e Pastos Bons, reunindo siltitos, folhelhos, arenitos muito finos e argilosos, litologias essencialmente pelíticas, tornam-se unidades com fraco potencial hidrogeológico;

7.5 - A formação Sardinha, constituída por basalto e/ou 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;

7.6 - 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;

7.7 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Pastos Bons, registrou a presença de 57 pontos d'água, sendo 55 poços tubulares, 01 poço amazonas e 01 fonte natural;

7.8 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (49 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (06 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.9 - Em relação ao uso da água 46 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 02 são para uso doméstico e em 07 poços não foram obtidas informações sobre o uso da água;

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

7.11 - Verifica-se que 04 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares estão todos em operação;

7.12 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 49 poços;

7.13 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 184,49 mg/L, com valor mínimo de 16,90 mg/L, encontrado na localidade Sentinela do Pago (poço JE 030) e valor máximo de 394,55 mg/L detectado no povoado Sangue (poço JE 019). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 100,0% das águas se enquadram no tipo doce;

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

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

8 – RECOMENDAÇÕES

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

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

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

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

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

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

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CALDAS, A. L. R.; RODRIGUES, M. DO S. Avaliação da percepção ambiental: estudo de caso da comunidade Ribeirinha da microbacia do Rio Magu. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ.**

Ambient., Rio Grande (RS), v.15, jul.-dez. 2005. Disponível em:
<<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol15/art14.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

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

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

CEMAR. 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: PRETROBRAS, 1993. 3 v.

GOÉS, A.M.O.; FEIJÓ, J.F. Bacia do Parnaíba. **B.Geoc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p. 57-67, 1994.

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

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

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

_____. **Censo 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **Mapas municipais estatísticos**. 2007. Disponível em: <<ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/diagnosticos/maranhao.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no Maranhão – PPCDMA:** produto 4: síntese do diagnóstico, matriz do plano e contribuição do processo de consulta pública para elaboração. Brasília, 2011. 120p.

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

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

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

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

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

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

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

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

RAMOS, W. L. B. e. **Composição do fitoplancton (zygnemaphyceae) de lagos da planície e 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)
JC035	Faveira	-6,43607327	-44,03922745	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160	70		Em operação	Submersa	564	366,60
JC136	Sucupira do Norte	-6,48315676	-44,19125506		Público					Abandonado			
JC422	Arueira	-6,59796068	-44,27423188	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	160	80		Em operação	Submersa	117,4	76,31
JC423	Alegre dos Carneiros	-6,62418731	-44,27586266	Amazonas	Particular	Abastecimento urbano	8	5		Poço Escavado		191,2	124,28
JE003	Povoado Pintada	-6,45236	-44,0875	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	447	290,55
JE004	Povoado Anajá	-6,43222	-44,12194	Tubular	Público		170	25		Não instalado		413	268,45
JE005	Povoado Anajá	-6,43222	-44,12222	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	402	261,30
JE006	Povoado Lajes	-6,54472	-44,06944	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	256	166,40
JE007	Povoado Argical	-6,47833	-44,0975	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	323	209,95
JE008	Povoado Vargem de Cima	-6,51028	-44,11111	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	114	74,10
JE009	Pov. Guatis	-6,47139	-44,06972	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	180	117,00
JE010	Povoado Gongga	-6,5	-44,00944	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Submersa	118	76,70
JE011	Guarapa	-6,52083	-43,98056	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	299	194,35
JE012	Povoado Lagoa de Fora	-6,51639	-44,01083	Tubular	Público	Abastecimento urbano	170			Em operação	Submersa	469	304,85
JE013	Treixeira	-6,53083	-44,01972	Tubular	Público	Abastecimento urbano	124			Em operação	Submersa	395	256,75
JE014	Tubuleirão	-6,54056	-43,96833	Tubular	Público		150	53		Não instalado		299	194,35
JE015	Pov. Pequi	-6,63022	-44,13042	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Em operação	Submersa	101	65,65
JE016	Pov. Ipoeira	-6,73481	-44,21467	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	576	374,40
JE017	Curral Velho	-6,73565	-44,20831	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	188	122,20
JE018	Povoado Corrente	-6,69334	-44,16821	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	587	381,55
JE019	Povoado Sangue	-6,67778	-44,16717	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação		607	394,55
JE020	Mosquito	-6,68944	-44,21667	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	351			Em operação	Submersa	206	133,90
JE021	Mosquito/ BR 230 KM 170	-6,72425	-44,28857	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	63	40,95
JE022	Sítio Boa Esperança	-6,74872	-44,33894	Tubular	Particular	Doméstico	120			Em operação	Submersa	30	19,50
JE023	Povoado Santa Fé	-6,69661	-44,38142	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Submersa	144	93,60
JE024	Cana Brava	-6,6622	-44,36097	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Submersa	408	265,20
JE025	Chapada do Combi	-6,70078	-44,25679	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	43	27,95
JE026	Pov. De Barra/ U. Escolar Zacaria	-6,68306	-44,32317	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Submersa	460	299,00
JE027	Povoado João do Açude	-6,65856	-44,3257	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	404	262,60
JE028	Povoado Roçado	-6,62556	-44,26856	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Em operação	Submersa	501	325,65
JE029	Povoado Roçado	-6,62389	-44,27153	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Paralisado	Submersa		
JE030	Sentinelado do Pago	-6,61517	-44,21136	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	270			Em operação	Submersa	26	16,90
JE031	Saco dos Lages	-6,56464	-44,01823	Tubular	Público	Abastecimento urbano	170			Em operação	Submersa	386	250,90
JE032	Campo Agrícola	-6,58237	-44,05908	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160			Em operação	Submersa	495	321,75
JE033	Povoado de Tamborio	-6,52071	-44,05847	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200			Em operação	Compressor	377	245,05
JE034	Povoado do Conga de Patricio	-6,50361	-44,02372	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90			Em operação	Submersa	112	72,80
JE035	Povoado Saquim do Bruno	-6,54046	-43,84407	Tubular	Público	Abastecimento urbano	106			Em operação	Submersa	208	135,20
JE036	Povoado de Orosimbo	-6,51423	-43,87688	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	288	187,20
JE037	Povoado Vazia do Meio	-6,51179	-43,86697	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	423	274,95

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)
JE038	Povoado de Orosino	-6,51787	-43,87802	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação		165	107,25
JE039	Povoado de Vazia Formosa	-6,55837	-43,86091	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	407	264,55
JE040	Povoado de Taboca	-6,5393	-43,88063	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	188	122,20
JE042	Povoado de Mucunan	-6,55005	-43,95046	Tubular	Público	Abastecimento urbano	142			Em operação	Submersa	530	344,50
JE121	SEDE - Bairro São Bento	-6,6026	-44,08306	Tubular	Público	Abastecimento urbano		2,85		Em operação	Centrifuga	90	58,50
JE122	Rua São Bento - SEDE	-6,60383	-44,07696	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	462	300,30
JE123	Rua da Fazendinha	-6,61021	-44,07415	Tubular	Público			18		Abandonado		381	247,65
JE124	Olho D'água do São Bento	-6,59944	-44,07781	Fonte Natural	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Centrifuga	154	100,10
JE125	São José	-6,59667	-44,07722	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	247	160,55
JE126	Santa Maria	-6,59139	-44,07439	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	76	49,40
JE127	R. José Horácio	-6,60278	-44,09222	Tubular	Público					Abandonado			
JE128	Aureli Passos Leão	-6,605	-44,09139	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	62	40,30
JE129	Aureli Passos Leão	-6,60528	-44,09157	Tubular	Público					Abandonado			
JE130	Manuel Mota	-6,60562	-44,09156	Tubular	Público	Abastecimento urbano		57,9		Paralisado			
JE131	Rua Ivanilde Vieira Sales	-6,60783	-44,08949	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	119	77,35
JE132	Zé Gonçalo - Pq. Vaquejada	-6,61083	-44,09528	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100			Em operação	Submersa	40	26,00
JE133	Povoado Lagoa do Boi	-6,6176	-44,10864	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	112	72,80
JE134	Lagoa do Boi	-6,61944	-44,11054	Tubular	Público					Abandonado			

ANEXOS