

RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE BELA VISTA DO MARANHÃO

**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
BELA VISTA DO MARANHÃO

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

Operadorna 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 Bela Vista do Maranhão / 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
3 – OBJETIVO	11
4– METODOLOGIA	12
5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	13
5.1 – Localização e Acesso.....	13
5.2 - Aspectos Socioeconômicos	15
5.3 - Aspectos Fisiográficos	16
5.4 – Geologia.....	21
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	27
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	27
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 Mir Gerais e do Espírito Santo apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

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

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

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

2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

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

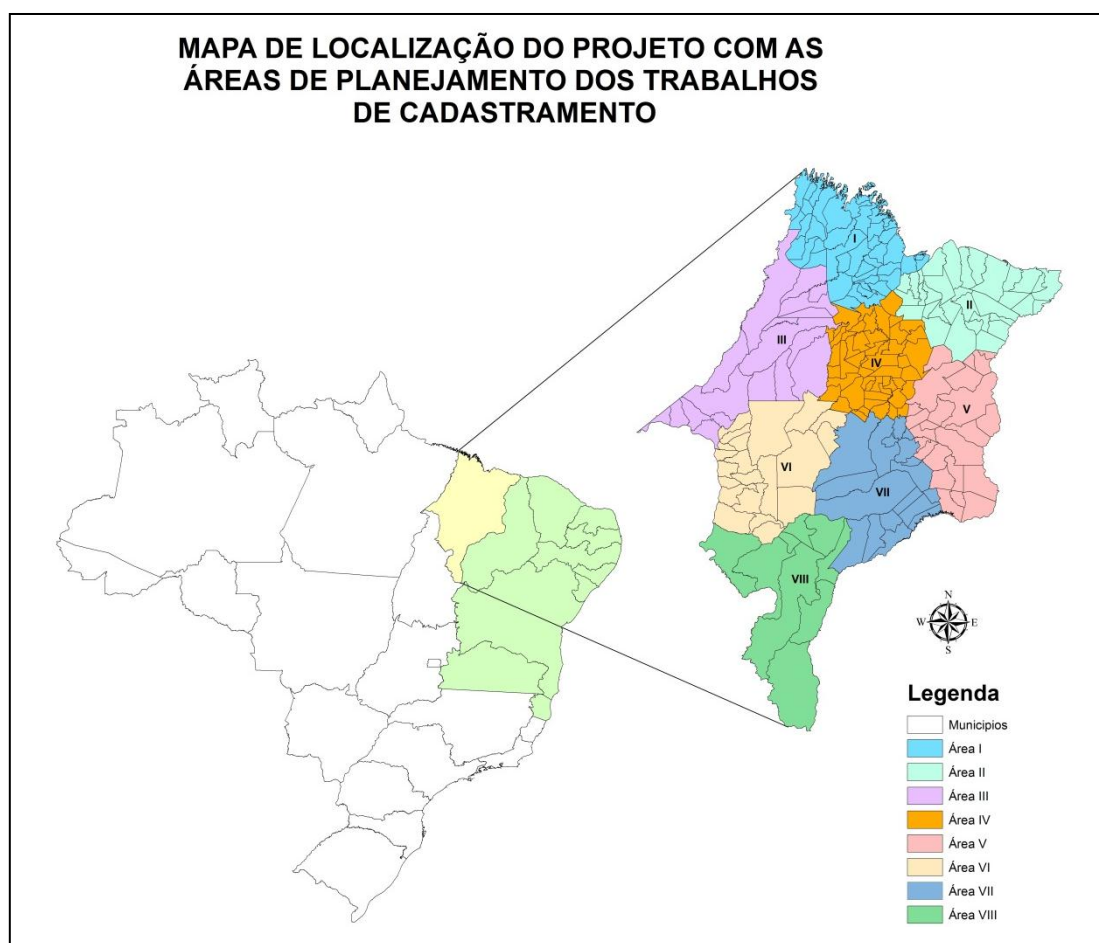


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

3 – OBJETIVO

Cadastrar todos os poços tubulares, poços amazonas representativos e fontes naturais, em todo o estado do Maranhão, abrangendo 213 municípios, excetuando-se a região

metropolitana da Ilha de São Luis, onde estão incluídos a capital e os municípios de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar, por questões metodológicas.

4- METODOLOGIA

O planejamento operacional para a realização deste projeto teve como base a experiência da CPRM em cadastramento de poços dos estados do Ceará, feito em 1998, de Sergipe, em 2001, além do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Alagoas, da Bahia, do Piauí e do norte de Minas Gerais e do Espírito Santos, em 2002/2003, realizados com sucesso.

Do ponto de vista metodológico, no estado do Maranhão, os trabalhos de campo foram executados a partir da divisão do estado em oito áreas de planejamento, nominadas de I a VIII, com superfícies variando de 35.431 a 50.525 km². Cada área foi levantada por uma equipe sob a coordenação de um técnico da CPRM e composta, em média, de quatro recenseadores, na maioria estudantes de nível superior dos cursos de Geologia e Geografia, selecionados e treinados pela CPRM. A área II, situada na porção nordeste do estado, abrange 33 municípios, cadastrados em 2008, sob a coordenação do geólogo Carlos Antônio da Luz. As áreas restantes, I, III, IV, V, VI, VII e VIII, com 180 municípios, foram cadastrados em 2009, sob a responsabilidade do geólogo Francisco Lages Correia Filho.

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

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

esboços geológicos municipais foram extraídos a partir de recortes do Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo – GIS Brasil (CPRM, 2004), com alguns ajustes. Mas, em função da diferença de escala, podem apresentar distorções ou algum erro.

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

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

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

5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

5.1 – Localização e Acesso

O município de Bela Vista do Maranhão teve sua autonomia política em 10/11/1994 e está inserido na Mesorregião Norte maranhense, dentro da Microrregião Baixada maranhense (**Figura 2**), compreendendo uma área de 255km². O município possui uma população de aproximadamente 11.946 habitantes e uma densidade demográfica de 46,84 habitantes/km², (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Monção, Igarapé do Meio, Pio XII e Santa Inês; ao Sul, com os municípios de Satubinha e Santa Inês; a Leste, com o município Satubinha e; a Oeste, com o Município de Santa Inês (*Google Maps*, 2011).

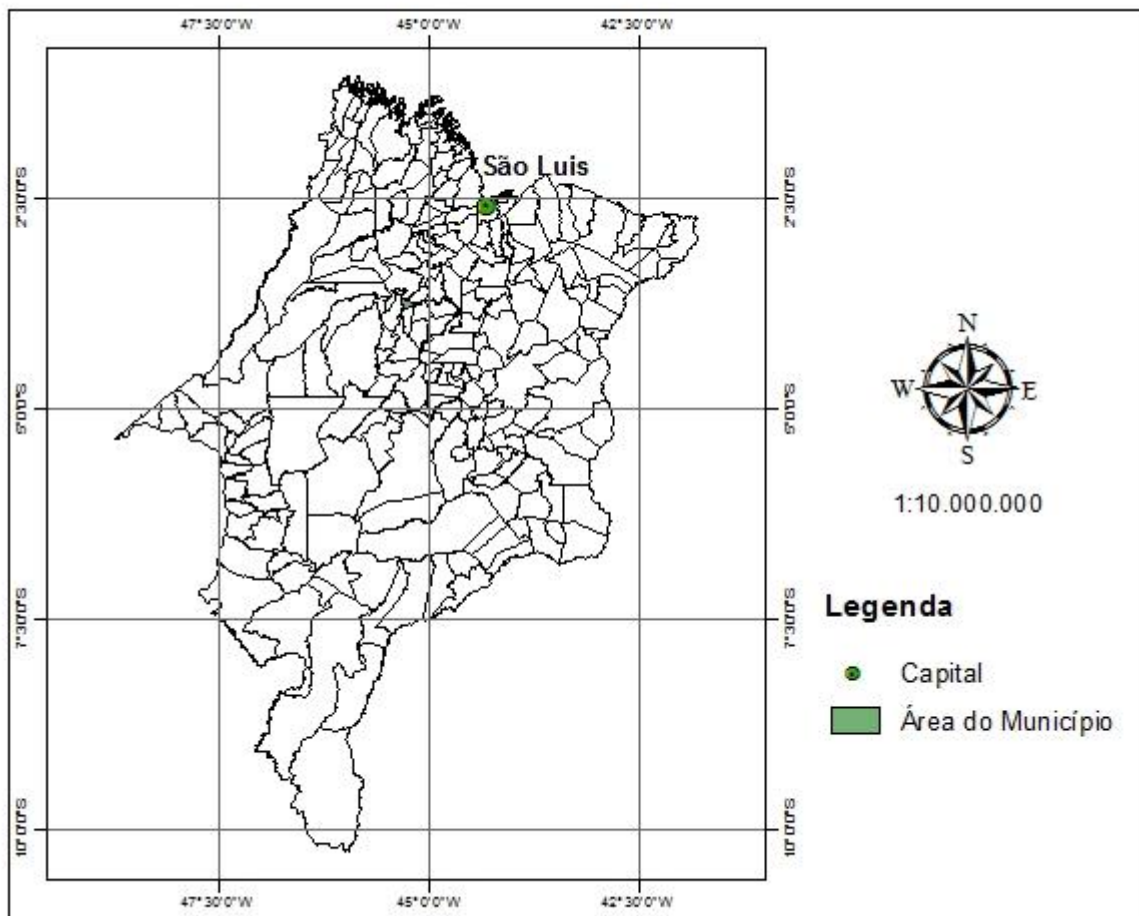


Figura 2 - Mapa de localização do município de Bela Vista do Maranhão.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: $-3^{\circ}43'48''$ de Latitude Sul e $-45^{\circ}18'36''$ de Longitude Oeste de Greenwich, dados do IBGE (2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, num percurso total aproximado de 242 km, se faz através do seguinte roteiro: 137 km pela rodovia BR-135 até a cidade de Miranda do Norte; 105 km pela BR-222 até a cidade de Bela Vista do Maranhão (*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 (2010).

O município foi elevado à condição de cidade com a denominação de Bela Vista do Maranhão em 10/11/1994. Segundo o IBGE (2010), cerca de 43,25% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 55,26% e o percentual dos que estão abaixo desse nível é de 42,52%.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares: Educação Infantil (14,65%), Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano (63,31%), Ensino Médio do 1º ao 3º ano (7,51%) e Educação de Jovens e Adultos (14,52%), conforme informações do IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 31% da população da faixa etária acima de sete anos (CNM, 2000).

No campo da saúde, a cidade conta com sete estabelecimentos públicos de atendimento. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Bela Vista do Maranhão obteve baixo desempenho, com IDH de 0,569.

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 Bela Vista do Maranhão a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/196 habitante, segundo o IMESC (2010).

A pecuária, a extração vegetal, as lavouras permanente e temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 37 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Bela Vista do Maranhão é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 7.136 pessoas com 1.469 ligações através de uma central de abastecimento de água (IBGE, 2010). O município não possui um sistema de escoamento dos efluentes pluviais e domésticos

que são lançados em cursos de água permanentes e em lagoas. 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 13,23% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 82,97% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 3,79% 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 no lixão, nem dos efluentes domésticos e pluviais, como forma de reduzir a contaminação dos solos, a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. Além disso, não é efetuada a coleta diferenciada para o lixo dos estabelecimentos de saúde, sendo seu acondicionamento feito de forma inadequada, com elevado risco de poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela ELETRONORTE através da CEMAR (2011) pelo Sistema Regional de Miranda que compreende a região norte, centro-norte e centro-oeste maranhense. É composto atualmente por vinte e seis subestações, sendo duas na tensão de 138/69/13,8KV, dezesseis na tensão de 69/13,8KV (15 da CEMAR) e um consumidor especial), uma na tensão de 69/34,5KV, seis na tensão de 34,5/13,8 KV e uma na tensão 230/69KV. Segundo o IMESC (2010), existem 2.240 ligações de energia elétrica no município de Bela Vista do Maranhão.

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.

O centro-sul do estado abriga as áreas de Planalto, com altitudes entre 200 e 800 metros, com as principais vertentes hidrográficas estando localizadas na chapada das Mangabeiras, na serra do Tiracambu e suas extensões (serras do Gurupi e da Desordem), na serra da Menina e no sistema formado pelas serras da Crueira, Itapecuru, e Alpercatas. Este conjunto geomorfológico forma e individualiza as bacias hidrográficas dos rios Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé-Tromaí, Uru-Pericumã-Aurã, Mearim, Itapecuru, Tocantins, Parnaíba,

Munim e outros rios menores sobre a bacia de Barreirinhas. (Costa *et al.*, 1997). Os processos erosivos agindo sobre os sedimentos das formações Piauí, Pedra de Fogo e Motuca originaram planos irregulares que se estendem do rio Tocantins a Oeste, acompanhando o rio Sereno, até o rio Parnaíba, a Leste, margeando este e também, a drenagem do rio das Balsas. As Coberturas Detríticas-Lateríticas que recobrem os sedimentos da formação Pedra de Fogo deram origem às chapadas do Alto Parnaíba, como a serra do Penitente. A erosão fluvial, contornando os chapadões da alta bacia do rio Itapecuru, expõe os arenitos da formação Sambaíba, originando os relevos em posição altimétrica inferior aos chapadões, dando origem a amplos vales pedimentados. Na região dos Tabuleiros do Parnaíba, na sua margem esquerda, ocorrem planos irregulares em níveis altimétricos diferenciados entre 20 a 400 metros, mais na parte Sul, com relevo nas vertentes dissecados em colinas e morros. Na região do Patamar das Cabeceiras do Mearim têm-se planos rampeados em níveis altimétricos que variam de 200 a 500 metros. Em alguns trechos, principalmente no baixo curso do rio Alpercatas e seus afluentes, o relevo é em colinas e morros residuais que se destacam na paisagem. Na região do Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras, as cotas altimétricas variam de 150 metros nas proximidades do rio Tocantins, a 650 metros na parte Leste. Na área dos Planos Arenosos de Riachão, drenada pelo rio Tocantins, as altitudes estão em torno de 150 metros e caracteriza-se pelos planos com areias quartzosas resultantes da decomposição dos arenitos da formação Sambaíba. A região dos Tabuleiros de Balsas caracteriza-se por relevos planos localmente limitados por escarpas e por vertentes dissecadas em lombas e colinas, estando em níveis altimétricos que variam de 150 a 400 metros. Os Vãos do Alto Itapecuru, correspondem aos vales do alto rio Itapecuru, do Alpercatas e do Balseiros que entalham as chapadas existentes nessa área. Na parte Oeste esses vãos se caracterizam como amplos vales pedimentados, com cotas altimétricas que variam de 350 a 400 metros, com a drenagem apresentando-se controlada por alinhamentos estruturais de direção oeste-leste; na parte Leste, a drenagem está disposta de Sul para Norte e os vãos acham-se dissecados em lombas e colinas, com as altitudes variando de 200 a 300 metros. Nos chapadões do Alto Itapecuru o relevo é plano, limitado por escarpas dissecadas. O topo dos chapadões é mantido pelo nível de laterita que forma as coberturas e as cotas altimétricas variam de 300 metros na parte Leste a 500 metros no Oeste. Esses chapadões acham-se recortados pela drenagem que isolou blocos, conhecidos regionalmente como serra das

Alpercatas e serra do Itapecuru, além de denominações locais como serra da Crureira. Na região das Chapadas do Alto Parnaíba, a exemplo dos chapadões do Alto Itapecuru, as chapadas se encontram recortadas pela drenagem e se dispõem na direção Sul-norte. O bloco principal é conhecido como serra do Penitente e as cotas altimétricas variam de 150 metros na margem do Parnaíba a 600 metros na citada serra. Na região dos Vãos do Alto Parnaíba o relevo caracteriza-se por vales amplos e pedimentados do alto curso dos rios Parnaíba, das Balsas e Miguel Alves Grande, afluente do rio Tocantins, onde dominam planos rampeados; ao longo do rio Manuel Alves Grande ocorre áreas abaciadas sujeitas a inundações no período chuvoso; esses vãos foram entalhados em cotas altimétricas que variam de 350 a 500 metros. Nas Cabeceiras do Parnaíba, o relevo caracteriza-se por rampas em direção a drenagem principal, enquanto que na parte Oeste destacam-se relevos residuais de topo plano, limitados por escarpas, configurando-se como restos das chapadas que ocorrem no Sul do estado. As cotas altimétricas nessa região variam de 500 a 650 metros e decaem de Sul para Norte. A área das Chapadas das Mangabeiras, que faz o limite Sul do estado do Maranhão com o estado do Tocantins, caracteriza-se por apresentar um relevo de topo plano com cotas altimétricas em torno de 800 metros. Este topo plano está limitado por escarpas dissecadas. As Planícies Fluviais correspondem às várzeas e terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios principais, compostos pelas aluviões, estando sujeitos a inundações durante as enchentes.

As diferentes condições climáticas, de relevo e de solos 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 região do Tabuleiro do Parnaíba, a vegetação é caracterizada pelo contato da Savana com a Floresta, dominando a Savana Arbórea Aberta, descaracterizada em alguns trechos, para a implantação da agropecuária e agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.400 mm. No Patamar das Cabeceiras do Mearim, predomina a cobertura vegetal Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. No Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras, a vegetação dominante é da Savana Arbórea Aberta, Savana Densa e a Savana Parque; o clima regional é subúmido a semiárido na parte Sul e subúmido no Norte e a pluviosidade anual varia de 1.300 a 1.600 mm. Na região dos Planaltos Arenosos

de Riachão, a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Parque, o clima regional é subúmido na parte norte e subúmido a semiárido no setor sudeste; a pluviosidade anual varia de 1.300 a 1.700 mm. Nos Vãos do Alto Parnaíba, a vegetação dominante é a da Savana Arbórea Densa, Savana Aberta e Savana Parque, o clima é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.300 mm. Na área do Tabuleiro de Balsas, a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Densa, descaracterizada pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. A região das Chapadas do Alto Itapecuru, a vegetação predominante é a Savana Arbórea Aberta, descaracterizada, para implantação de agricultura comercial de soja, arroz e sementes de capim; o clima regional é subúmido a semiárido e subúmido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.500 mm. Na área dos Vãos do Alto Itapecuru, a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e Savana Densa, descaracterizada pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200 mm. Na região das Chapadas do Alto Parnaíba, a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e a Savana Arbórea Densa, devastada na serra do Penitente, pela agricultura comercial de soja; o clima regional é subúmido a semiárido e subúmido e a pluviosidade anual varia de 1.100 a 1.500mm. Nas Cabeceiras do Parnaíba, a vegetação é a Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.200 a 1.300 mm. Na Chapada das Mangabeiras, a vegetação dominante é a Savana Parque no topo das serras e a Savana Arbórea Aberta; o clima regional é subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.200 a 1.300mm. Nas Planícies Fluviais a cobertura vegetal dominante são as Formações Pioneiras com influência fluvial.

Os solos da região estão representados por Latossolos Amarelos, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solos Litólicos e Areias Quartzosas (EMBRAPA, 2006). Latossolos Amarelos são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum as coberturas areno-argilosas e argilosas derivadas ou sobrepostas às formações

sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e suavemente ondulado esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais, possuem textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topos 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 outras formações geológicas. As áreas onde ocorre essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência com destaque para a cultura de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. Nas áreas onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização.

Solos Litólicos são solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos, com horizonte A sobre a rocha ou sobre horizonte C. São de textura variável, frequentemente 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 frequente 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 frequentes de sua ocorrência.

Areias Quartzosas são solos arenosos, essencialmente quartzosos, que apresentem teores em argila inferiores a 15%, muito profundos, excessivamente drenados, forte a fortemente ácidos e com baixa a muito baixa fertilidade natural. Apresenta baixa saturação de bases e alta a média saturação de alumínio trocável. Não dispõem praticamente de nenhuma reserva de nutrientes para as plantas. A sequência dos horizontes é do perfil do tipo A/C, onde A apresenta profundidade variável, com baixos teores de matéria orgânica.

O município de Bela Vista do Maranhão está localizado na Mesorregião Norte Maranhense, Microrregião Baixada Maranhense, pertencente à área de proteção ambiental ilha dos cangrejeiros (VIARURAL). O despejo de efluentes domésticos nos rios, a ocupação irregular do curso d'água e o uso de agrotóxicos e fertilizantes influenciam na contaminação

das águas do município. Além disso, a degradação da mata ciliar contribui para a erosão do solo com deslizamento das encostas, favorecendo o assoreamento dos corpos d'águas. O desmatamento para a extração vegetal e para a ocupação irregular tem acelerado o processo de erosão. Além disso, as queimadas e a agropecuária constituem as principais vias de degradação ambiental das áreas legalmente protegidas (CNM, 2010).

A sede administrativa encontra-se no nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena com temperaturas que oscilam entre 22°C e 32°C. O clima da região do município, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho, com médias mensais superiores a 224mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica varia de 18,6 a 118,9 mm e no período chuvoso de 92,6 a 315,6mm, com média anual em torno de 1.632mm, segundo o Jornal do Tempo (2011). Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990.

O relevo na região é plano e suavemente ondulado contendo extensas áreas rebaixadas que são alagadas por canais de circulação de águas. Onde os sedimentos inconsolidados (areias, argilas e cascalhos) encontram-se depositados nas margens e nos leitos dos principais cursos d'água da região. A vegetação é formada por floresta Amazônica e vegetação de transição caracterizada por apresentar grandes árvores bastante espaçadas.

5.4 – Geologia

O município de Bela Vista do Maranhão 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 Cretáceo está representado pela formação Itapecuru (K12it) e o Quaternário pelos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1948) foi quem primeiro descreveu essa unidade, denominando-a de formação Serra Negra. Posteriormente, passou a usar o termo Itapecuru, atribuindo-lhe idade cretácea, posicionando-a, com discordância local, sobre a formação Codó. Litologicamente, essa unidade consiste, no flanco oeste e noroeste da bacia,

de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada. Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de grande porte. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios. O contato inferior da unidade com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais. Revela extensas e contínuas áreas de exposição, notadamente na região Centro-Oeste, Norte e Centro-Leste da bacia, bem como, em faixas isoladas e restritas no flanco Oeste, a W do município de Araguaiana e Colinas de Goiás. Sua espessura aflorante é superior a 200 metros. Os perfis de furos estratigráficos indicam espessuras variáveis de 270m (poço VGst-1MA), 400m (poço PMst-1-MA) e 600m (poço PAF-3-MA), segundo (Lima & Leite, 1978). É a que tem maior expressão geográfica e aflora, em todos os quadrantes do município de Bela Vista do Maranhão, expondo-se amplamente na sede municipal.

Os Depósitos Sedimentares Flúvio-Lagunares são constituídos de areias e siltes argilosos, inconsolidados e semiconsolidados que ocorrem nas margens dos rios, com nível topográfico mais elevado do que os das planícies aluvionares atuais, sendo geralmente recobertos por vegetação e sua evolução está relacionada à dinâmica fluvial. Ocupa uma vasta área situada na porção Sul estendendo-se para Sudoeste e Sudeste do município de Bela Vista do Maranhão (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 Bela Vista do Maranhão pertence à bacia hidrográfica do rio Mearim, pois o rio Grajaú, que drena a área desse município, é seu afluente pela margem esquerda. O Mearim é um rio genuinamente maranhense, nasce nas encostas da serra da Menina, próximo à Fortaleza dos Nogueiras, numa altitude de 650 metros, sob a denominação de ribeirão Água Boa. Nessa mesma região, existem outros cursos de água formadores dos rios Grajaú, Parnaíba e Tocantins. O rio Mearim assume, durante longo trajeto, direção sudoeste-nordeste, até a proximidade de Esperantinópolis. Nesse ponto, após receber o afluente, Flores, direciona-se para Norte, permanecendo mais ou menos nesse rumo até desembocar na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços contornando a Ilha dos Caranguejos, depois de percorrer mais de 930 km. A partir de Bacabal, a meandricidade desse rio torna-se mais acentuada, com formação de vários lagos, destacando-se dentre eles o lago Açú, considerado um dos maiores e mais importante da região, localizado próximo à confluência com o rio Grajaú. O alto Mearim estende-se desde as nascentes à foz do rio Flores, afluente pela margem direita, com uma extensão aproximada de 400 km. Forma uma bacia modesta, com pequena contribuição de seus afluentes, como os ribeirões Bem Aceito, da Barra, Prata, Brejão, Água Boa, Midubim, Poção e dos Ovos, que apresentam descargas reduzidas e são, em sua maioria, intermitentes. O próprio rio Mearim e seus afluentes só começam a ter volume d'água expressivo após 160 km de percurso, ao receberem a contribuição de afluentes perenes. Nesse trecho, destacam-se os rios Corda e Enjeitado. O rio Corda ou Capim, com uma bacia hidrográfica de 4.700 km², é o mais importante tributário do alto curso. Nasce nas vertentes da serra Branca, numa altitude aproximada de 450 metros e, com suas águas límpidas e rápidas, percorre cerca de 240 km, até confluir com o rio Mearim, em Barra do Corda. No médio Mearim, entre Barra do Corda e Porto Seco das Mulatas, as larguras são variáveis, desde 40 metros em Barra do Corda até 90 metros em Bacabal. O baixo Mearim estende-se desde Porto Seco das Mulatas até a foz, na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços que contornam a Ilha dos Caranguejos, sendo sua maior característica nesse

trecho a meandricidade. A partir de Arari, no Golfão Maranhense, suas margens tornam-se alagadiças e pantanosas. A extensão da propagação das marés se estende a mais de 200 km, sendo responsável pelo alagamento do rio. Além do rio Flores, são também afluentes do Mearim os rios Corda e Enjeitado, pela margem direita e Grajaú e Pindaré, pela margem esquerda. O rio Mearim banha as cidades de Formosa da Serra Negra, Barra do Corda, Pedreiras, Trizidela do Vale, Bacabal, São Luís Gonzaga, Esperantinópolis, Vitória do Mearim e Arari. O rio Grajaú nasce na serra da Cinta, no extremo sudoeste do estado e desloca-se no sentido sudoeste-nordeste, drenando a porção central da bacia do Mearim, sendo o mais extenso curso d'água dessa bacia.

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 Bela Vista do Maranhão apresenta um domínio hidrogeológico: o aquífero poroso ou intergranular, representados pelos sedimentos consolidados da formação Itapecuru (K12it) e pelos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Durante os trabalhos de campo foram cadastrados um total de 36 pontos d’água, sendo todos poços tubulares.

O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre e semiconfinado, na área do município. Apresenta uma constituição litológica reunindo arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, esbranquiçados, avermelhados e cremes, com níveis silticos e argilosos que caracteriza uma permeabilidade fraca a regular e uma produtividade de média a fraca com os poços tubulares apresentando vazões entre 3,2 a 25,0 m³/h. Esse aquífero é alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; pela infiltração vertical ascendente, através das formações inferiores e contribuição dos rios influentes. Os exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente, durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo uma maior evapotranspiração nas áreas de recarga; a infiltração vertical descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

Os Depósitos Flúvio-Lagunares, nos níveis mais arenosos, com areias bem classificadas, de alta permeabilidade, constituem aquíferos livres de baixa a média produtividade, dependendo da espessura, podendo ser explorado através de poços tubulares com profundidades inferiores a 20 metros. Sua alimentação se faz, principalmente, por infiltração direta das águas de chuvas. Seus principais exutórios são: escoamento natural das águas subterrâneas, evapotranspiração, perda descendente para a formação subjacente e poços tubulares.

6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Bela Vista do Maranhão, registrou a presença de 36 pontos d'água, sendo todos poços tubulares, representativos (**Figura 3**).

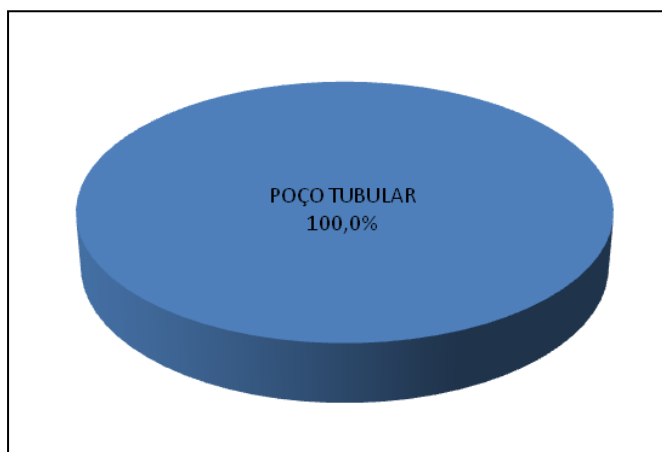


Figura3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 100,0% dos pontos cadastrados as discussões sobre o estudo, a seguir apresentado, serão específicos a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (28 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (08 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

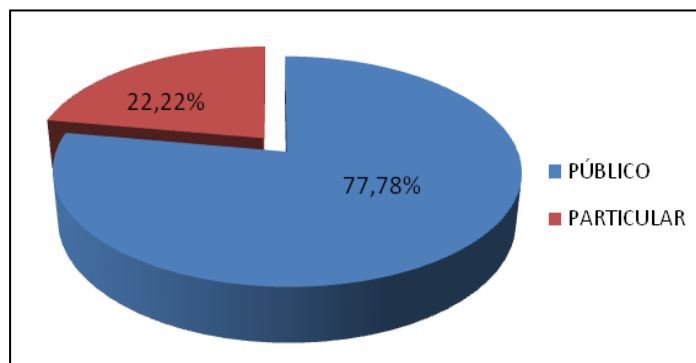


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Bela Vista do Maranhão.

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 1e**, em termos percentuais, na **figura 4**.

Quadro 1 – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisado	Não instalado	Abandonado
Público	24	0	4	0
Particular	7	0	1	0
Total	31	0	5	0



Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 29 poços são utilizados para o abastecimento urbano e 07

são para uso doméstico. Nenhum poço é utilizado na indústria, para uso doméstico e animal, irrigação, 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 localizados sobre terrenos sedimentares.

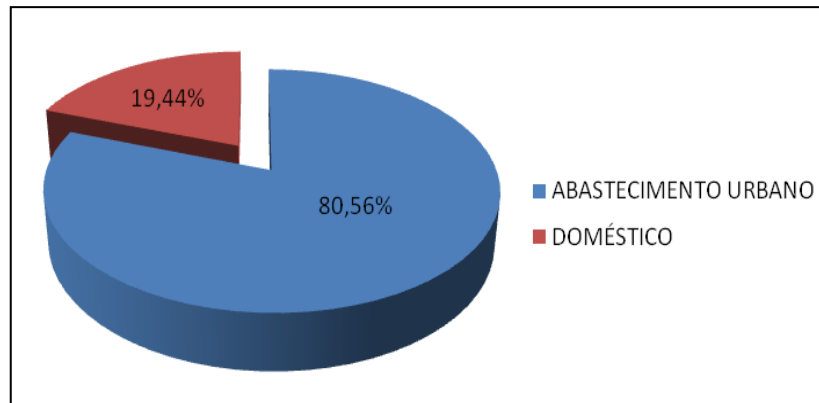


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

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 apenas 01. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 24 já existentes, em pleno uso.

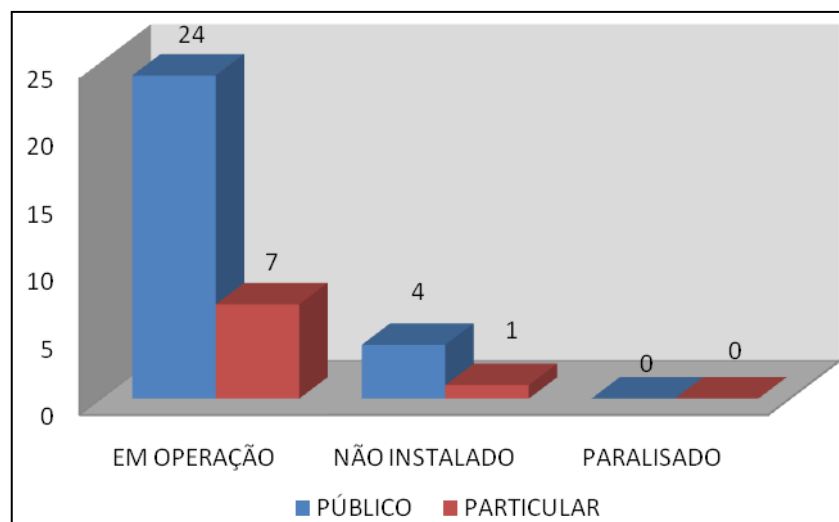


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

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 33 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 97,80 mg/L, com valor mínimo de 27,30 mg/L, encontrado no povoado Alto Bonito (poço JL 709) e valor máximo de 193,05 mg/L detectado no povoado Tocantins (poço J 701). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 100,0% das águas se enquadram no tipo doce, **figura 8**.

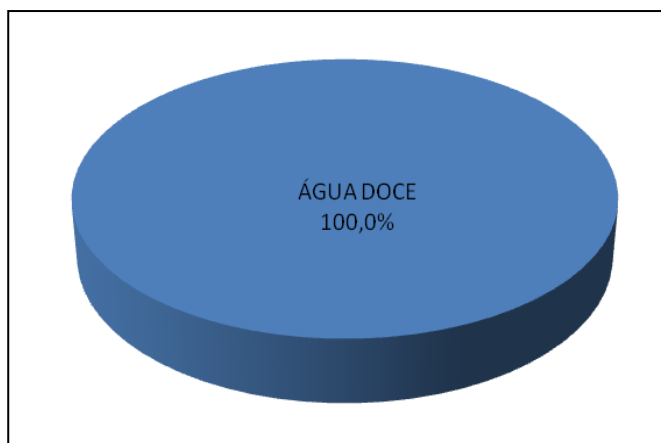


Figura 8 –Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, representada pela formação Itapecuru (K12it) - Cretáceo e pelos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl) - Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Bela Vista do Maranhão, registrou a presença de 36 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (28 poços) e particulares (08 poços);

7.4 - Em relação ao uso da água 29 poços são utilizados para o abastecimento urbano e 07 são para uso doméstico;

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 nos poços particulares, apenas 01;

7.7 - O município de Bela Vista do Maranhão apresenta dois domínios hidrogeológicos: o das rochas sedimentares, representado, pelos sedimentos da formação Itapecuru (K12it) e dos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl);

7.8 - O principal aquífero, para exploração de água subterrânea, é o aquífero Itapecuru. Ocorre como aquífero livre em aproximadamente 90% da área do município. Apresenta uma constituição litológica reunindo arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com níveis sílticos e argilosos, que caracteriza uma permeabilidade fraca a regular e uma produtividade de média a fraca, cujos poços tubulares apresentam vazões entre 3,2 e 25,0 m³/h;

7.9 - Os depósitos Flúvio-Lagunares nos níveis mais arenosos, com areias bem classificadas, de alta permeabilidade, constituem aquíferos livres de baixa a média produtividade (dependendo da espessura) podendo ser explorado através de poços tubulares com profundidades menores que 20 metros;

7.10 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 33 poços;

7.11 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 97,80 mg/L, com valor mínimo de 27,30 mg/L, encontrado no povoado Alto Bonito (poço JL 709) e valor máximo de 193,05 mg/L detectado no povoado Tocantins (poço J 701). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 100,0% das águas se enquadram no tipo doce;

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

7.13 - 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, deve protegê-lo e conservar em perfeito funcionamento, pois é uma obra de grande importância e benefício para todos da comunidade;

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

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

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

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

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

9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/diagnosticos/maranhao.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2011.

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

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

_____. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. 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 fitoplâncton (zygnemaphyceae) de lagos da planície e inundações do Rio Pericumã, baixada maranhense, Maranhão – Brasil**. São Luís: Centro Federal de Educação do Maranhão, 2007. Trabalho de conclusão de curso.

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (μS/cm)	STD (mg/L)
JL674	Povoado Aratauí	-3,7743027	-45,2150274	Tubular	Público	Urbano	95			Em operação	Submersa	193	125,45
JL675	Povoado Aratauí	-3,770612	-45,2166582	Tubular	Público	Urbano	100			Em operação	Submersa	180	117,00
JL676	Povoado Aratauí	-3,7670554	-45,2152849	Tubular	Particular	Domestico				Em operação	Compressor	112	72,80
JL677	Povoado Aratauí	-3,7674416	-45,2181656	Tubular	Público	Urbano	75			Em operação	Submersa	196	127,40
JL678	Povoado Adriana	-3,7586815	-45,2232135	Tubular	Público	Urbano	90			Em operação	Submersa	186	120,90
JL679	Povoado Carrasco	-3,7339676	-45,1796705	Tubular	Público	Urbano	95			Em operação	Submersa	130	84,50
JL680	Povoado Risinga	-3,7514395	-45,1782114	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	147	95,55
JL681	Povoado Adriana	-3,7487681	-45,236233	Tubular	Particular	Urbano				Em operação	Compressor	84	54,60
JL682	Povoado Jaçaral	-3,7377388	-45,2223659	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Compressor	154	100,10
JL683	Povoado Adriana	-3,7522388	-45,2385826	Tubular	Particular	Domestico				Em operação	Compressor	54	35,10
JL684	SEDE	-3,7428887	-45,2470101	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	128	83,20
JL685	SEDE	-3,7376691	-45,2482761	Tubular	Público	Urbano	90			Em operação	Submersa	114	74,10
JL686	SEDE	-3,7381948	-45,2515645	Tubular	Público	Urbano	110			Em operação	Submersa	257	167,05
JL687	SEDE	-3,7382323	-45,2527876	Tubular	Público	Urbano	96			Em operação	Submersa	188	122,20
JL688	SEDE	-3,7400455	-45,2536673	Tubular	Público	Urbano	76			Em operação	Submersa	277	180,05
JL689	SEDE	-3,7446536	-45,2564729	Tubular	Público	Urbano	100			Em operação	Submersa	138	89,70
JL690	SEDE	-3,7481243	-45,2573151	Tubular	Público	Urbano	84	8,86		Não instalado		80	52,00
JL691	Povoado Chapadinha	-3,7820865	-45,2694816	Tubular	Público	Urbano	72			Em operação	Submersa	100	65,00
JL692	Povoado Itapera	-3,7736	-45,284325	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	61	39,65
JL693	Pov.Curva da Mata do Boi	-3,7745924	-45,3027625	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	146	94,90
JL694	Pov.Curva da Mata do Boi	-3,7794364	-45,3068287	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	205	133,25
JL695	Pov.Curva da Mata do Boi	-3,7699361	-45,3054983	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	208	135,20
JL696	Povoado Bambu	-3,755318	-45,3065176	Tubular	Público	Urbano	78			Em operação	Compressor	65	42,25
JL697	Povoado Bambu	-3,7498946	-45,3078801	Tubular	Particular	Urbano	72			Em operação	Compressor	143	92,95
JL698	Povoado Bambu	-3,7457908	-45,30729	Tubular	Público	Urbano	74			Não instalado			0,00
JL699	Povoado Centro do Lulu	-3,7196607	-45,3303946	Tubular	Público	Urbano	76			Em operação	Submersa	241	156,65
JL700	Povoado Tocantis	-3,7072797	-45,3048975	Tubular	Público	Urbano	80			Não instalado			
JL701	Povoado Tocantis	-3,7088943	-45,3044952	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	297	193,05
JL702	Povoado Tocantis	-3,7126655	-45,3026498	Tubular	Particular	Domestico				Em operação	Compressor	242	157,30
JL703	SEDE	-3,7340052	-45,2659572	Tubular	Público	Domestico	80			Em operação	Submersa	139	90,35
JL704	SEDE	-3,7427062	-45,2529485	Tubular	Público	Urbano	80			Em operação	Submersa	125	81,25
JL705	SEDE	-3,7450612	-45,2498103	Tubular	Público	Urbano	74			Não instalado			
JL706	Povoado Adriana	-3,7479098	-45,2489466	Tubular	Particular	Domestico	72			Em operação	Submersa	43	27,95
JL707	Fazenda Nelori	-3,7305988	-45,2730865	Tubular	Particular	Domestico				Em operação	Compressor	52	33,80
JL708	Fazenda Nelori	-3,7306792	-45,2729578	Tubular	Particular	Domestico	96	12,2		Não instalado		238	154,70
JL709	Povoado Alto Bonigo	-3,7140281	-45,2941365	Tubular	Público	Urbano	74			Em operação	Submersa	42	27,30

ANEXOS