

# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE MIRINZAL

**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 MIRINZAL**

**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 Mirinzal / 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](http://www.brasilturismo.blog.br);
2. **Fotografia de Pedra Caída, Carolina/MA** – extraída de [www.passagembarata.com.br](http://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 .....	21
6 - RECURSOS HÍDRICOS .....	22
6.1 - Águas Superficiais .....	22
6.2 – Águas Subterrâneas .....	23
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos .....	24
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados .....	26
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	29
7 – CONCLUSÕES.....	31
8 – RECOMENDAÇÕES .....	33
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
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 km<sup>2</sup> (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 km<sup>2</sup>. 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.

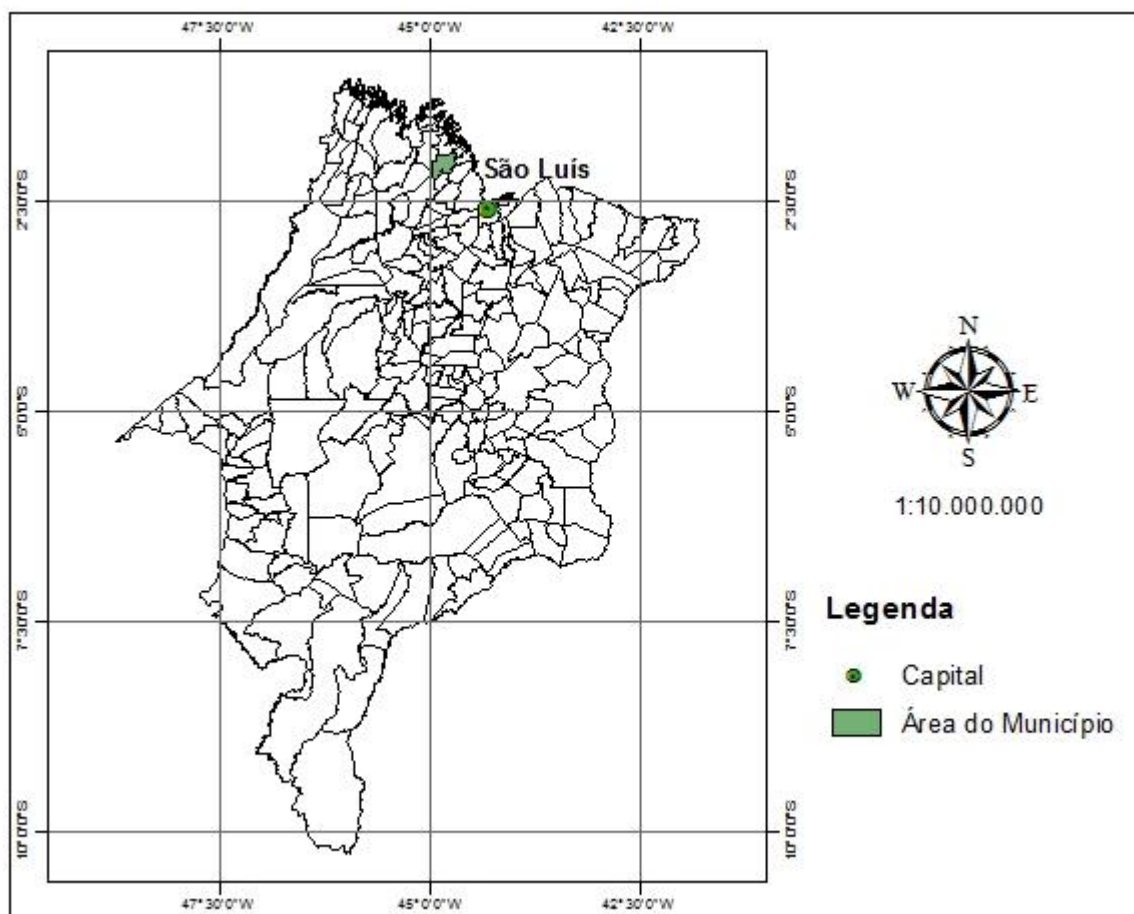
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

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 Mirinzal teve sua autonomia política em 31/12/1948 e está inserida na mesorregião Norte maranhense, na microrregião Litoral Ocidental Maranhense (**Figura 2**), compreendendo uma área de 688 km<sup>2</sup>. Além disso, o município possui uma população de aproximadamente 14.213 habitantes e uma densidade demográfica de 20,66 habitantes/km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Cururupu e Porto Rico do Maranhão; ao Sul com Central do Maranhão e Pinheiro; a Leste com Cedral e Guimarães a Oeste com Serrano do Maranhão (*Google Maps*, 2011)



**Figura 2** - Mapa de localização do município de Mirinzal.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas  $-2^{\circ}03'36''$  de latitude Sul e  $-44^{\circ}46'48$  de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total em torno de 400 km, se faz da seguinte forma: 137 km pela rodovia BR-135 até a cidade de Miranda do Norte, segue 44 km pela BR-222 até a cidade de Vitoria do Mearim, 171 km pelas Rodovias MA-014/106 até a Cidade de Bequimão, 48 km pela Rodovia Estadual MA-211/006 até a cidade de Mirinzal. (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](http://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 Mirinzal, pela Lei Estadual nº 269 de 31/12/1948. Segundo o IBGE (2010), cerca de 63,54% 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 58,74% e 49,72% respectivamente.

Na educação, segundo dados do IMESC (2010), destacam-se os seguintes níveis escolares presentes na sociedade: Educação Infantil (22,09%); Educação de Jovens e Adultos (6%); Ensino Fundamental (53,85%); Ensino Médio (18,06%). O analfabetismo atinge mais de 23% da população da faixa etária acima de 07 anos, CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com quinze estabelecimentos públicos de atendimento e um privado. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Mirinzal teve baixos desempenhos, com IDH de 0,65.

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. Como se sabe, os profissionais da saúde são provedores de uma melhor qualidade de vida. Em Mirinzal a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/138 habitante, (IMESC, 2010), dados de 2008.

A pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 169 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Mirinzal é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 2.145 domicílios através de uma central de abastecimento IBGE (2010), dados 2008. Além disso, o município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais. E a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000) a coleta de lixo domiciliar é inexpressiva atendendo apenas 0,18% das residências, 96,98% delas lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 2,83% jogam o lixo em lagos ou outros destinos. Dessa forma, a

disposição final do lixo urbano e do esgotamento sanitário não atende 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 do lixo dos estabelecimentos de saúde é acondicionada em vazadouros juntamente com os demais resíduos urbanos, promovendo assim um elevado risco de poluição aos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela CEMAR (2011) através do Sistema Regional de Miranda (ELETRONORTE) que compreende a região Norte, centro-norte e centro-oeste maranhense. O sistema é composto atualmente por vinte e seis subestações, sendo duas na tensão de 138/69/13,8KV, dezesseis na tensão de 69/13,8KV (quinze 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 3.278 ligações de energia elétrica no município de Mirinzal.

### **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 Norte Maranhense corresponde ao Litoral Oriental, ao Litoral Ocidental e à Baixada Maranhense. Compreende tabuleiros, planície litorânea e planície fluviais, com altitudes inferiores a 200 metros. Os Lençóis Maranhenses localizam-se no litoral oriental do estado e estão situados na unidade morfoescultural da Planície Costeira.

Segundo o IBAMA (2003), a área apresenta um relevo entre suave e moderadamente ondulado, com altitudes em torno de 0 a 40 metros. É formado por depósitos eólicos e marinhos quaternários, representado por extenso campo de dunas livres e fixas (com altura média de 30 m), por planícies de deflação e inundação, lagoas, praias e manguezais. O campo de dunas móveis do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses apresenta algumas das feições típicas de desertos clássicos: rios temporários, lagoas intermitentes, lençóis de areias e dunas. A planície litorânea corresponde às áreas planas, cujas cotas altimétricas não ultrapassam os



10 metros, resultado da acumulação flúvio-marinha. Essas áreas acham-se muito recortadas por canais, formando ilhas constituídas por sedimentos quaternários inconsolidados. Os tabuleiros costeiros caracterizam-se por um relevo plano e/ou dissecado em colinas e lombas, cujas cotas altimétricas variam em torno de 10 a 40 metros, com a presença de dunas de diferentes gerações e de lagoas. Ocorre na área dos Lençóis Maranhenses e no entorno do Golfão Maranhense. A Baixada Maranhense, caracterizada por relevo plano a levemente ondulado, corresponde à região do entorno do Golfão. Contém extensas áreas rebaixadas, inundadas e/ou sujeitas a inundações, cujas cotas altimétricas variam de 20 a 55 metros. É constituída por depósitos flúviomarinhos, recobertos pela vegetação de Formações Pioneiras. As planícies fluviais equivalem às morfoestruturas modeladas pelos rios, nos seus baixos cursos. Apresentam largura variável de oeste para leste e maior penetração para o interior, acompanhando os vales dos rios, notadamente os que desembocam no Golfão Maranhense. Correspondem às várzeas e terraços fluviais dispostos ao longo dos rios principais, compostos pelas aluviões e sujeitos a inundações durante as enchentes. O Litoral Ocidental corresponde ao segmento do litoral das reentrâncias maranhenses, que se estende da foz do rio Gurupi, a oeste, até a margem ocidental da baía de Cumã, a leste, tendo como limite a ponta do Guajuru, no município de Cedral. Nesse segmento litorâneo, marcado por paleofalésias e antigas rias, deságuam muitos cursos fluviais como o Turiaçu, o Maracaçumé e o Tromaí, além de uma infinidade de pequenos cursos que dão origem a igarapés. Nos baixos cursos desses rios, a maré enchente penetra vários quilômetros para o interior (ANDRADE, 1969). O relevo das reentrâncias maranhenses é constituído na maioria de planícies aluviais costeiras, com pequenas colinas. A linha da costa das reentrâncias, dos municípios de Alcântara a Carutapera, foi estimada em 2.000 km de extensão.

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. As Planícies e Tabuleiro, posicionadas na parte norte do estado, nas proximidades do litoral, estão inseridas no domínio das Formações Pioneiras, submetidas a um clima úmido. Abrangem as Planícies Litorâneas, onde a cobertura vegetal é de Formações Pioneiras, Flúviomarinhas e Marinhas; o clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia em torno de 2.000 mm. Nos Tabuleiros dos Lençóis Maranhenses, a cobertura vegetal é das Formações Pioneiras Marinhas; o clima regional é úmido e a

pluviosidade anual varia entre 1.500 a 2.000 mm. Na Baixada Maranhense, a cobertura vegetal é das Formações Pioneiras Aluviais; o clima regional é úmido, com pluviosidade anual variando de 1.700 a 1.900 mm.

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

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais com textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topo de chapadas, com relevo que varia desde plano até fortemente ondulado. São originados de materiais de formações geológicas, principalmente sedimentares, de outras coberturas argilo-arenosas assentadas sobre as formações geológicas. As áreas onde ocorrem essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência, destacando-se as culturas de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. As áreas, onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização.

Plintossolos são solos de textura média e argilosa que tem restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade e se caracterizam por apresentar horizonte plântico, podendo ser álicos, distróficos e eutróficos. Ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado e se originam a partir das formações sedimentares. Os Plintossolos eutróficos são os que propiciam maior produtividade com as diversas culturas. Os Plintossolos álicos e distróficos, principalmente os arenosos, são solos de baixa fertilidade natural e acidez elevada. Além do extrativismo do coco babaçu, nas áreas

desse solo, tem-se o uso agrícola com a cultura de mandioca, arroz, feijão, milho, fruticultura e a pecuária extensiva, principalmente bovina. Em áreas com relevo plano e suavemente ondulado, esses solos favorecem o uso de máquinas agrícolas, porém devem ser observados os cuidados para evitar os efeitos da erosão.

Solos de Mangue são formados a partir do depósito de siltes, areia e material coloidal trazidos pelos rios. Estes solos são muito moles, lodosos, salgados e ricos em matéria orgânica em decomposição. São pobres em oxigênio, que é totalmente retirado por bactérias que o utilizam para decompor a matéria orgânica, servindo de alimento à uma extensa cadeia alimentar, como por exemplo, crustáceos e algumas espécies de peixes. O solo do manguezal serve como habitat para diversas espécies, como caranguejos.

O município de Mirinzal está localizado na mesorregião Norte Maranhense, na microrregião do Litoral Ocidental Maranhense (IBGE, 2010), pertencente à Área de Proteção Ambiental Ilha dos Cangrejeiros (VIARURAL). O assoreamento dos corpos d'água ocorre devido à degradação da mata ciliar, o desmatamento, a erosão do solo com deslizamento de encostas e a expansão da atividade agrícola que constituem impactos ambientais significativos das áreas legalmente protegidas, (CNM, 2002).

A altitude da sede do município é de 31 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena com a temperatura oscilando entre 23°C e 30,6°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso que vai de janeiro a julho com médias mensais superiores a 268 mm e outro seco, correspondente aos meses de agosto a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica variou de 4,4 a 55,9 mm e no período chuvoso de 139 a 414,6 mm, com média anual em torno de 2.017 mm, dados referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo na região é formado pelo Litoral Ocidental que evidencia uma intensa atividade erosiva subatual através do grande conjunto de recortes da antiga linha da costa marcada por paleofalésias e antigas rias (ANDRADE, 1969), citado por Feitosa (2006). O solapamento das estruturas sedimentares dá origem à formação de barreiras que formam falésia cuja dinâmica dos processos erosivos acarreta o recuo da barreira e o avanço da linha da costa contribuindo para a retificação do litoral (FEITOSA, 2006). Os cursos d'água da região fazem parte da Bacia hidrográfica secundária de Rios convergentes do litoral ocidental

maranhense e a vegetação é composta pela Floresta Ombrófila Densa e formações com influência Marinha e Flúviomarina (IMESC, 2008).

#### 5.4 – Geologia

O município de Mirinzal 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 Terciário está representado pelo Grupo Barreira (ENb); o Quaternário, pelos Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm) e pelos Depósitos Aluvionares (Q2a).

Grupo Barreiras (ENb). A denominação Barreiras, com sentido stratigráfico, foi empregada pela primeira vez por Moraes Rego (1930 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) que, estudando a região oriental da Amazônia, chamou a atenção para a semelhança entre os sedimentos terciários que constituem os baixos platôs amazônicos e os que formam os tabuleiros das costas brasileiras norte, nordeste e leste. Mabesoone *et al.* (1972 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) descreveram os sedimentos Barreiras, no Nordeste, como constituídos por uma sequência afossilífera, de coloração variegada, composta predominantemente de arenitos síltico-argilosos, argilas areno-siltosas e leitos conglomeráticos, com predominância de cores avermelhadas e ocorrências de intercalações caulínicas de cores esbranquiçadas. Os sedimentos são comumente mal selecionados e com nítida predominância das frações areia e argila. Formam um relevo de interflúvios tabulares e colinas semiarredondadas, cortadas geralmente em falésias, frente ao oceano. Brandão (1995 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) denominou de “formação Barreiras” a sequência constituída de sedimentos areno-argilosos, sem ou com pouca litificação, coloração avermelhada, creme ou amarelada mal selecionadas; granulação variando de fina a média, com horizontes conglomeráticos e níveis lateríticos, sem cota definida, em geral associados à percolação de água subterrânea. A matriz é argilosa, caulínica, com cimento argilo-ferruginoso e, às vezes, silicoso. A estratificação é geralmente indistinta, notando-se apenas um discreto paralelismo entre os níveis de constituição faciológica diferentes. Localmente, podem apresentar estratificações cruzadas e convolutas. Ocorrem por toda faixa litorânea e repousam discordantemente, sobre o embasamento

crystalino, em discordância erosiva e angular. É capeada, na linha da costa, pelo cordão litorâneo de dunas, através de discordância, e, no interior, passa transicionalmente, em alguns pontos, para as Coberturas Colúvio-Eluviais. É a que tem maior expressão geográfica e aflora, praticamente, em todos os quadrantes do município de Mirinzal, expondo-se amplamente na sede municipal.

Os Depósitos de Pântanos e Mangues normalmente ocorrem localizados em áreas de supramaré, em cotas topográficas mais elevadas do que os depósitos de mangues de intramaré e, conseqüentemente, são inundados com menor frequência, apenas durante o período chuvoso. Esses depósitos são constituídos por sedimentos pelíticos, do tipo argila e silte, e são recobertos por vegetação herbácea de pequeno porte. Os depósitos de mangue definem extensas planícies de intermaré que se localizam entre os limites de maré alta e baixa. São constituídos essencialmente por sedimentos lamosos (argila e silte) de coloração acinzentada, ricos em matéria orgânica, contendo abundantes marcas de raízes ou fragmentos de plantas, esparsas lentes de areia fina e são recobertos por uma densa cobertura vegetal de manguezal, podendo ainda ser identificadas, localmente, estruturas sedimentares primárias, como laminação plano-paralela e acamamento de marés. Aflora em uma área no extremo nordeste do município de Mirinzal.

Os Depósitos Aluvionares que constituem os sedimentos clásticos inconsolidados, relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água são, basicamente, depósitos de planícies de inundação. Destacam-se por sua morfologia típica de planícies sedimentares, associadas ao sistema fluvial e são, de modo geral, constituídos por sedimentos arenosos e argilosos, com níveis de cascalho e matéria orgânica, inconsolidados e semiconsolidados. Ocupa uma vasta área a oeste estendendo-se para nordeste e norte, ao longo da planície de inundação do rio Uru e, uma área restrita no extremo sul do município de Mirinzal (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 Mirinzal está assentado sobre as bacias hidrográficas dos rios Uru-Pericumã-Aurá e é drenado pelo rio Uru, que deságua no oceano Atlântico. Essas bacias reúnem rios de trajetos curtos com características amazônicas. Todos estão sob constante influência das marés, apresentando grandes larguras, próximo à foz, orlados pela vegetação de mangue. O rio Pericumã localiza-se na porção noroeste do Maranhão. Sua bacia drena uma área de aproximadamente 3.888 km<sup>2</sup>, correspondente a cerca de 1,17% do território maranhense. A rede hidrográfica tem predominância do padrão dendrítico, constituída de rios, em geral, intermitentes. Da cabeceira à foz, o rio Pericumã percorre 115 km, na direção Norte, até a cidade de Pinheiro, inflectindo para noroeste, quando alcança o oceano Atlântico (Santos, 2004). A bacia abrange, no trecho situado à montante da Barragem de Pinheiro, os municípios de Pinheiro, Palmeirândia, Peri-Mirim, São Bento, São Vicente de Ferrer, Olinda Nova, Presidente Sarney, Matinha, Viana, Pedro do Rosário. À jusante, os municípios de Mirinzal, Central do Maranhão, Bequimão e Guimarães, sendo que os dez primeiros municípios integram, segundo a divisão do IBGE, a Microrregião denominada Baixada Maranhense e os últimos, localizados no baixo curso da bacia, pertencem à Microrregião conhecida como Litoral Ocidental Maranhense. Além do rio Uru, drenam a área do município de Mirinzal os rios das Almas, do Curimatá, Bacabal, Tiquara, do Garrafão, Tungo e o igarapé Braga.

## 6.2 – Águas Subterrâneas

O estado do Maranhão está quase totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Trata-se

de bacia do tipo intracratônica, com arcabouço geométrico influenciado por feições estruturais de seu embasamento, o que lhe impõe uma estrutura tectônica em geral simples, com atitude monoclinial das camadas que mergulham suavemente das bordas para o seu interior.

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

### **6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos**

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

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das 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 Mirinzal apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm) e dos Depósitos Aluvionares (Q2a). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 37 pontos d’água sendo todos poços tubulares (100,0%).

A formação Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica, com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, induzindo características hidrodinâmicas que variam de ponto a ponto, dependendo do contexto hidrogeológico local. Suas possibilidades de captação estão restritas às fácies arenosas, normalmente inseridas em



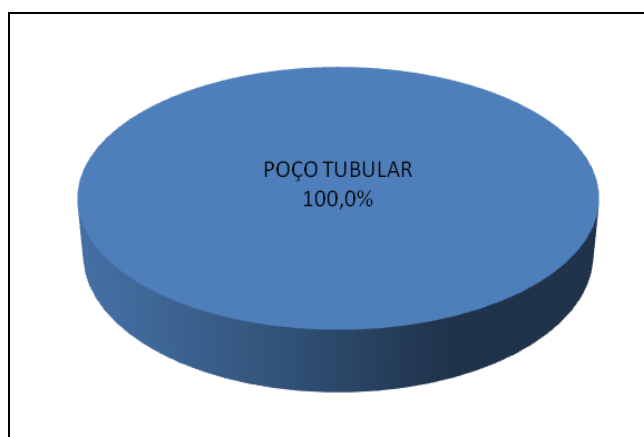
sequências argilosas. As comunicações hidráulicas entre os diferentes níveis são realizadas com grandes perdas de carga. Segundo Cavalcante (1998 *apud* AGUIAR, 1999), as vazões predominantes são inferiores a 2,0m<sup>3</sup>/h, porém em algumas áreas podem apresentar valores bem superiores (máximas de 17,6 m<sup>3</sup>/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores, mais arenosos. Localmente, pode ser definida como um aquífero do tipo livre, com características regionais de semiconfinamento, em função da presença de níveis siltico-argilosos, segundo Aguiar (1999). Estudos mais recentes têm mostrado que as dunas/paleodunas e os sedimentos Barreiras constituem um sistema hidráulico único que tem sido denominado “Sistema Aquífero Dunas/Barreiras”. A recarga é proveniente da infiltração direta das águas de chuvas, da contribuição dos rios influentes, das lagoas e do sistema dunas/paleodunas. Seus principais exutórios são: as fontes, os rios e riachos perenes e as explorações de poços tubulares. É importante lembrar que a exploração de aquíferos, muito próxima de zonas costeiras, normalmente suscita precauções quanto à invasão de água salgada nesses pontos de captação, em função do avanço da cunha salina.

Os Depósitos de Pântanos e Mangues, por apresentarem uma constituição predominantemente pelítica (argila, silte e matéria orgânica), produzem uma permeabilidade fraca, caracterizando esses depósitos sedimentares como um aquífero, com potencial hidrogeológico extremamente fraco.

As Aluviões não possuem litologia bem definida, variando desde frações grosseiras, como cascalhos, areias grossas até frações argilosas e constituem importantes aquíferos do tipo livre. Sua alimentação se faz por infiltração lateral das águas dos rios e por infiltrações pluviométricas. Seus exutórios, através das restituições aos rios, têm início em abril prolongando-se até julho, com sensível rebaixamento do nível freático. De julho a setembro, essa restituição é muito pequena e, de setembro a abril, é praticamente nula. A evapotranspiração é outro exutório que consome grande quantidade de água das aluviões, além da exploração de poços do tipo “amazonas”. A proximidade do litoral, a baixa declividade dos rios e o avanço das marés, ao longo dos cursos d’água, influenciam na qualidade das águas armazenadas nessa unidade e contribuem para sua pouca utilização na região.

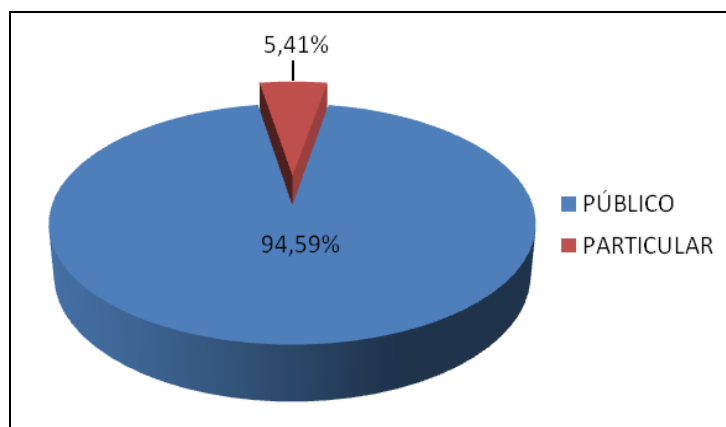
### 6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Mirinzal, registrou a presença de 37 pontos d'água, sendo todos poços tubulares, representativo (**Figura 3**).



**Figura 3** - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 100,0% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentados, estarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (35 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (02 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.



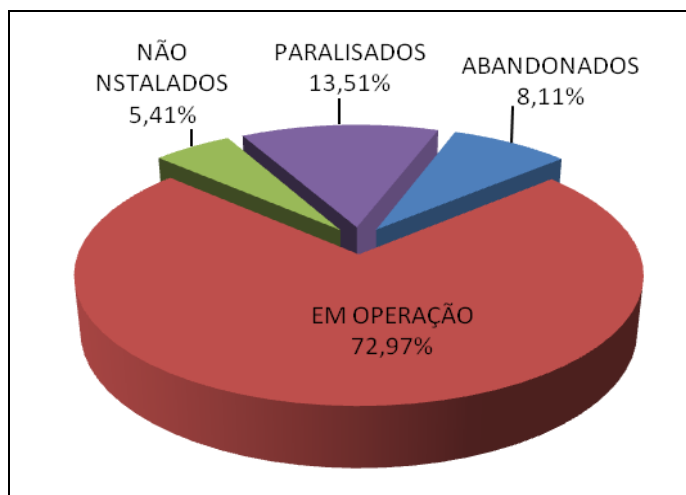
**Figura 4** - Natureza dos poços cadastrados no município de Mirinzal.

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.

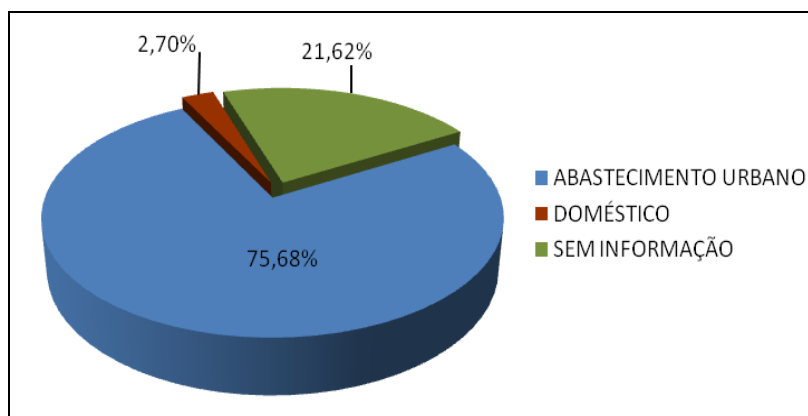
NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
<b>Público</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Particular</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>



**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados

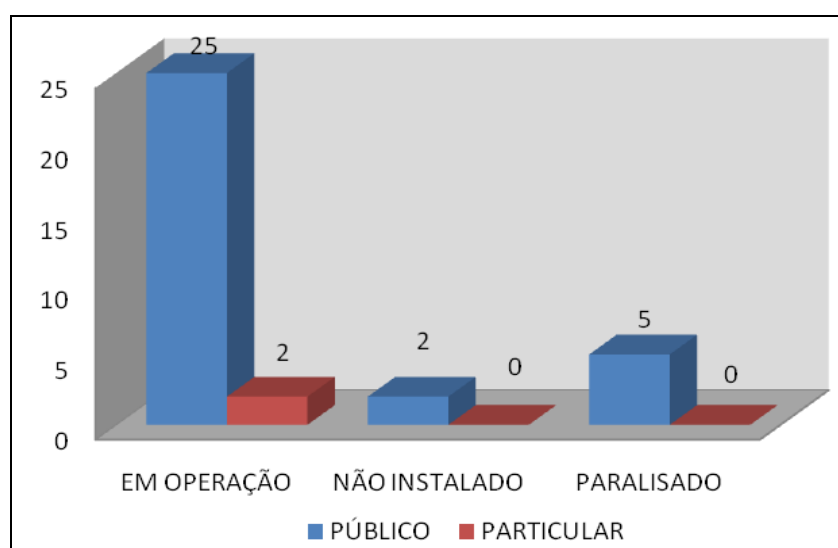
Em relação ao uso da água 28 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 01 poço é para uso doméstico e em 08 não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado para uso doméstico e animal, na indústria, pecuária, irrigação e para

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 07 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 25 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 29 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

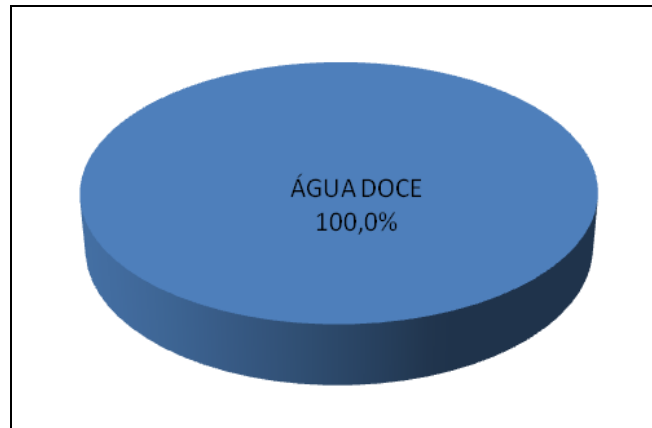
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir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

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

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

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

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 60,23 mg/L, com valor mínimo de 24,20 mg/L, encontrado na localidade Guriti (poço JH 706) e valor máximo de 159,84 mg/L detectado no Quilombo Frechal (poço JH 710). 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 Mirinzal permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos do Grupo Barreira (ENb), do Terciário; Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm) Depósitos Aluvionares (Q2a), do Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Mirinzal, registrou a presença de 37 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (35 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (02 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 28 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 01 poço é para uso doméstico e em 08 não foram obtidas informações sobre o uso da água;

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

7.6 - Verifica-se que 07 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares estão todos em operação;

7.7 - O município de Mirinzal apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, correspondendo aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm); e dos Depósitos Aluvionares (Q2a);

7.8 - O Grupo Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, em consequência suas características hidrodinâmicas variam de ponto a ponto, dependendo do contexto hidrogeológico local, com as possibilidades hidrogeológicas desse aquífero estando restritas às fácies arenosas, normalmente inseridas em sequências argilosas, onde as vazões predominantes são inferiores a 2,0 m<sup>3</sup>/h, porém em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máximas de 17,6 m<sup>3</sup>/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores mais arenosos;

7.9 - Os Depósitos de Pântano e Mangue, por apresentar uma constituição predominantemente pelítica (argila, silte e matéria orgânica), apresentam uma permeabilidade



fraca, caracterizando esses depósitos sedimentares como um aquífero, com um potencial hidrogeológico extremamente fraco;

7.10 - As aluviões não possuem litologia bem definida, variando desde frações grosseiras, como cascalhos, areias grossas, até frações argilosas. Constituem importantes aquíferos do tipo livre, no primeiro caso podendo formar razoáveis aquíferos;

7.11 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 29 poços;

7.12 - 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;

7.13 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 60,23 mg/L, com valor mínimo de 24,20 mg/L, encontrado na localidade Guriti (poço JH 706) e valor máximo de 159,84 mg/L detectado no Quilombo Frechal (poço JH 710). 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](http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html)>. Acesso em: 23 abr. 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

CEMAR. Sistema de Transmissão. 2011. Disponível em:  
<[http://www.mzweb.com.br/ceamar/web/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45](http://www.mzweb.com.br/ceamar/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](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](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](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](http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html)>. Acesso em: 11 jun. 2011.

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

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

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

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

GÓES, A. M. de O.; TRAVASSOS, W. A. S.; NUNES, K. C. **Projeto Parnaíba**: reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias. Belém: PRETROBRAS, 1993. 3 v.

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

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

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

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

\_\_\_\_\_. **Censo 2010**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://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 fitoplâncton (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)
JH247	Uru de Baixo	-1,99351975	-44,73242828	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60	26		Em operação	Submersa	47	30,55
JH377	Povoado Maxixe	-2,18303391	-44,91829463	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	55	10		Paralisado			
JH378	Povoado Barreiro	-2,07678624	-44,78490838	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Obstruído			
JH379	Povoado Barreiro	-2,07671114	-44,78495129	Tubular	Público		84	20		Não instalado			
JH380	Povoado Barreiro	-2,07034358	-44,78357264	Tubular	Público					Obstruído			
JH381	Povoado Barreiro	-2,0703704	-44,78356191	Tubular	Público		80	15		Não instalado			
JH382	Povoado Barreiro	-2,0716525	-44,78591689	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	130	18		Em operação	Compressor	52,25	33,96
JH383	Povoado Caixa D'agua	-2,06965157	-44,78702732	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	40	8		Em operação	Submersa	57,88	37,62
JH384	Povoado Caixa D'agua	-2,06968912	-44,78703805	Tubular	Público					Obstruído			
JH385	Povoado Santo Antônio	-2,06548342	-44,7928209	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80	20		Em operação	Compressor	109,3	71,05
JH386	Bairro Centro	-2,06681916	-44,78352972	Tubular	Público	Doméstico	60	10		Em operação	Submersa	186,8	121,42
JH387	Povoado Estiva dos Mafras	-2,00001606	-44,73036834	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80	20		Paralisado	Compressor	53,8	34,97
JH388	Povoado Mondego	-2,09188708	-44,74944958	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60	0		Paralisado		65,83	42,79
JH390	P. A Conceição	-2,08245635	-44,77960297	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	59	10		Em operação	Compressor	57,2	37,18
JH391	Barro Alegre	-2,07318136	-44,77819749	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	80	10		Em operação	Submersa	54,9	35,69
JH392	Rio Frio	-2,0673556	-44,7795976	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	15	3		Em operação	Centrífuga	117,1	76,12
JH393	Povoado Tungo	-2,06589111	-44,77595516	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	54	9		Em operação	Submersa	53,84	35,00
JH394	Bairro Tungo	-2,06302651	-44,77304229	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60	8		Em operação	Compressor	59,11	38,42
JH395	Bairro Tungo	-2,06306406	-44,77651306	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	84	20		Em operação	Compressor	105,5	68,58
JH396	Centro	-2,06211993	-44,78547701	Tubular	Particular	Abastecimento Urbano	60	10		Em operação	Centrífuga	78,73	51,17
JH695	Centro	-2,06613787	-44,78559502	Tubular	Particular	Abastecimento Urbano	17	4		Em operação	Compressor	146,9	95,49
JH696		-1,9295276	-44,74885412	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	30			Paralisado			
JH697	Santa Joana	-1,95251414	-44,77078923	Tubular	Público		39	9		Em operação	Compressor	29,56	19,21
JH698	Capinçal	-1,96441242	-44,76809093	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	66	10		Em operação	Compressor	44,65	29,02
JH699	Santiago	-1,97219619	-44,80439194	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	65	8		Em operação	Compressor	46,6	30,29
JH700	Porto do Nascimento	-1,97307595	-44,73792144	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	86	36		Em operação	Compressor	44,56	28,96
JH701	Graça de Deus	-1,95227274	-44,72571203	Tubular	Público		80	20		Em operação	Submersa	112,1	72,87
JH702	Engenho do Meio	-1,97731921	-44,74942812	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	72	20		Em operação	Submersa	240,4	156,26
JH703	Engenho do Meio	-1,9767774	-44,75377866	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	35	20		Paralisado			
JH704	Bom Viver	-1,97832772	-44,75849935	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	114	20		Em operação	Submersa	131,3	85,35
JH705	Guriti	-1,97625169	-44,76584324	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	60			Em operação	Submersa	40,84	26,55
JH706	Guriti	-1,97854229	-44,76652452	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	2	15		Em operação	Compressor	37,23	24,20
JH707	Guriti	-1,98606857	-44,76597735	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	36	5		Em operação	Compressor	62,3	40,50
JH708	Deserto	-1,99937769	-44,74988409	Tubular	Público		84	56		Em operação	Submersa	161,9	105,24
JH709	Ramo	-2,02552387	-44,75846716	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	75	20		Em operação	Submersa	112,3	73,00
JH710	Quilombo Frechal	-2,03369387	-44,76994702	Tubular	Público		40	6		Em operação	Submersa	245,9	159,84
JH711	Colônia	-2,05178269	-44,78029498	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	62	12		Em operação	Compressor	131,5	85,48

## ANEXOS