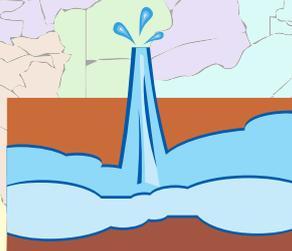


# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE URBANO SANTOS

**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 URBANO SANTOS**

**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 Urbano Santos / 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 .....	20
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 .....	25
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	28
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.

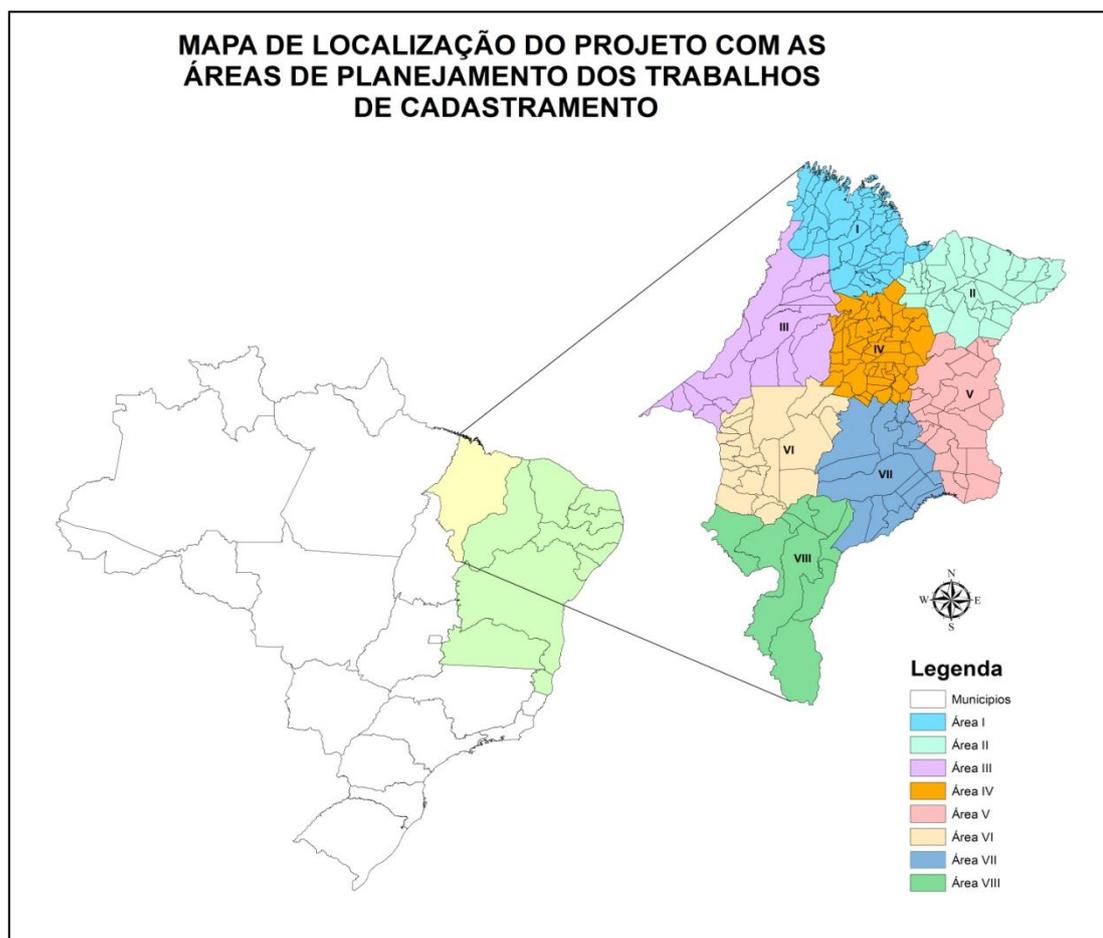
Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz 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 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.

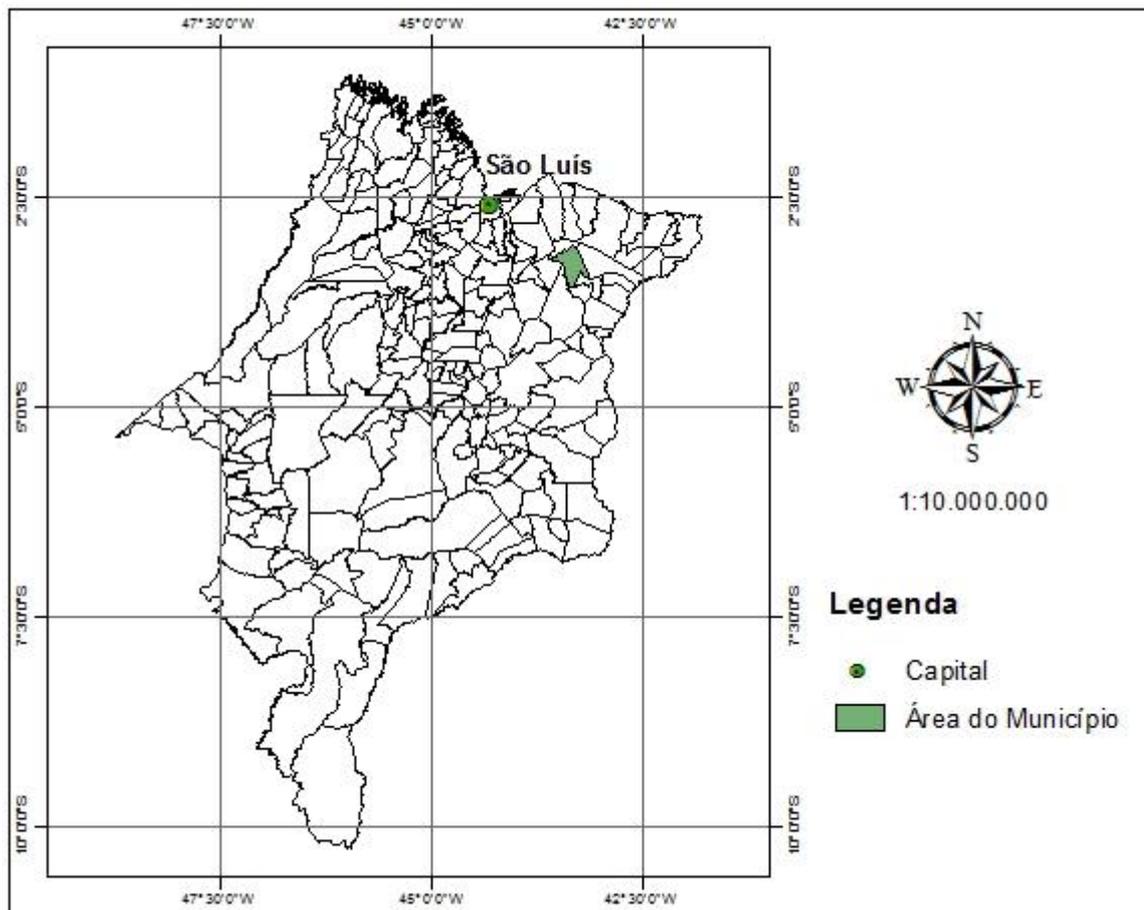
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

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**

A Cidade de Urbano Santos teve sua autonomia política em 09/06/1929 e está inserida na mesorregião Leste maranhense, na microrregião de Chapadinha (**Figura 2**), compreendendo uma área de 1.207,6 km<sup>2</sup>, uma população de aproximadamente 24.573 habitantes e uma densidade demográfica de 20,35 habitantes/km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2010). Limita-se ao Norte com o município de Belágua; ao Sul com Anapurus e Mata Roma; a Leste com Santa Quitéria do Maranhão e a Oeste com São Benedito do Rio Preto e Chapadinha (*Google Maps*, 2011).



**Figura 2** - Mapa de localização do município de Urbano Santos.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas  $-3^{\circ}12'$  de latitude sul e  $-43^{\circ}24'$  de longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luís, capital do estado, num percurso total em torno de 190 km, até a cidade de Urbano Santos se faz da seguinte forma: 83,5 km pelas rodovias BR's – 135/402 até ao município de Presidente Juscelino, mais 106,5 km pela Rodovia Estadual MA 110 até a cidade de Urbano Santos (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](http://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 Urbano Santos, pela Lei Estadual nº 1.324 de 09/06/1929. Segundo o IBGE (2010), cerca de 70,70% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza é de 58,22% no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 47,21%.

Na educação, segundo dados do IMESC (2010), destacam-se: Educação Infantil (10,02%); Educação de Jovens e Adultos (5,25%); Educação Especial (0,46%); Ensino Fundamental (67,71%); Ensino Médio (16,56%). O analfabetismo atinge mais de 34% da população da faixa etária acima de 07 anos, CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com cinco estabelecimentos públicos de atendimento. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Urbano Santos obteve baixos desempenhos, com IDH de 0,556.

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 Urbano Santos a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/201 habitante, IMESC (2010).

A pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 147 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Urbano Santos é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 2.647 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 que são lançados em cursos d'água permanentes e áreas livres públicas ou privadas. E a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000) a coleta do lixo domiciliar é inexpressiva atendendo apenas 4,02% das residências, 93,43% delas lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 2,55% 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 para os 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 da subestação de Coelho Neto (ELETRONORTE). O sistema é suprido radialmente em 69KV, com tensão de 65MVA - 230/69KV, alimentada através do seccionamento da LT 230KV Peritoró/Teresina. O sistema é composto atualmente por cinco subestações, na tensão de 69/13,8KV (três subestações da CEMAR e dois consumidores especiais) e duas na tensão de 34,5/13,8KV. Segundo o IMESC (2010) existem 5.476 ligações de energia elétrica no município de Urbano Santos.

### **5.3 - Aspectos Fisiográficos**

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

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

O território maranhense apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com baixo mergulho para o oceano Atlântico. Os grandes traços atuais do modelado da plataforma sedimentar maranhense revelam feições típicas de litologias dominantes em bacias sedimentares. Essa plataforma, submetida à atuação de ciclos de erosão relativamente longos, respondeu de forma diferenciada aos agentes intempéricos, em função de sua natureza, de estruturação e de composição das rochas, modelando as formas tabulares e subtabulares da superfície terrestre. Condicionados ao lineamento das estruturas litológicas, os gradientes topográficos dispõem-se com orientações sul-norte. As maiores altitudes estão localizadas na porção sul, no topo da Chapada das Mangabeiras, no limite com o estado do Tocantins. As menores altitudes situam-se na região norte, próximo à linha de costa.

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

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

O leste maranhense é formado, em quase sua totalidade, por planaltos entremeados de chapadas, colinas e morros. A drenagem, utilizando-se de zonas de fraqueza nas rochas sedimentares de direção sul-norte, esculpiu relevos de áreas planas, rampeadas em relação à drenagem e/ou relevos residuais de topo plano. Dissecados em lombas, colinas e morros, esses relevos têm altitudes variando de 140 a 400 metros. O Planalto Dissecado do Itapecuru, com altitude entre 140 a 200 metros, apresenta um relevo de colinas e morros com vales pedimentados. Ocorrem, ainda, relevos residuais de topo plano e colinas, e, no trecho cortado pelo rio Itapecuru, tem-se um relevo plano que corresponde a um antigo nível de terraço desse rio. A região correspondente ao Patamar de Caxias caracteriza-se por apresentar um relevo com áreas planas, rampeadas em relação à drenagem. Destacam-se também, relevos residuais em colinas, cristas, pontões e morros. Essa unidade apresenta altitudes que variam de 120 a 155 metros. Na área dos Tabuleiros do Médio Itapecuru, o relevo exibe um predomínio dos topos dissecados em lombas e colinas, com altitudes entre 180 a 240 metros.

Na área dos Tabuleiros do Parnaíba, na margem esquerda do rio, ocorrem planos irregulares, em níveis altimétricos entre 20 e 400 metros, com vertentes dissecadas em colina e morros. Os Tabuleiros Sublitorâneos apresentam um relevo plano, entalhado por uma drenagem de direção sul-norte. Ao longo dessa drenagem, ocorrem lombas e colinas suaves com altitudes variando de 25 a 100 metros, decaindo de sul para norte.

As variabilidades de clima, de relevo e de solo do território brasileiro permitem o desenvolvimento de uma grande diversidade de ambientes naturais. A cobertura vegetal do Maranhão reflete, em particular, a influência das condições de transição climática entre o clima amazônico e o semiárido nordestino. Na área do Planalto Dissecado do Itapecuru, a vegetação original de floresta foi substituída pela agropecuária e pela agricultura de subsistência; o clima regional varia de subúmido a semiárido e subúmido, com pluviosidade anual entre 1.400 a 1.600 mm. Na área do Patamar de Caxias, a cobertura vegetal é representada pelo contato da Savana com a Floresta, com o predomínio da primeira; o clima regional é subúmido a semiárido, com a pluviosidade anual entre 1.300 a 1.500 mm. Na região dos Tabuleiros do Médio Itapecuru, ocorre vegetação caracterizada pelo contato Savana/Floresta com a agropecuária e a agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido, com a pluviosidade variando de 1.200 a 1.400 mm. Nos Tabuleiros do Parnaíba, a vegetação é caracterizada pelo contato Savana/Floresta, com domínio da Savana Arbórea Aberta, que foi descaracterizada em alguns trechos para a implantação da agropecuária e da agricultura de subsistência; o clima regional é subúmido a semiárido, cuja pluviosidade anual varia entre 1.100 a 1.400 mm.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Plintossolo e Planossolos (EMBRAPA, 2006). Latossolo Amarelo 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.

Planossolos são solos minerais, mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B, imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta. Podem ou não, ter horizonte cálcico, caráter carbonático, duripã, propriedade sódica, solódica, caráter salino ou sálico. Os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semi-árido.

O município de Urbano Santos está localizado na mesorregião Leste Maranhense, na microrregião de Chapadinha (IBGE, 2010), pertence à área de proteção ambiental de Upaon Açu – Miritiba – Alto Preguiças (VIARURAL). O desmatamento, a degradação da mata ciliar, a expansão da atividade agrícola, a ocupação irregular do solo e a erosão constituem os principais impactos ambientais no município (CNM, 2002).

A altitude da sede do município é de 41 metros acima do nível do mar (CNM, 2011) e a variação térmica durante o ano é pequena com a temperatura oscilando entre 22,5°C e 31,6°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW') subúmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso que vai de janeiro a junho com médias mensais superiores a 242 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica variou de 5,9 a 58,8 mm e no período chuvoso de 91,9 a 377,9 mm, com média anual em torno de 1.633 mm, dados referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo na região é formado pela depressão do planalto oriental que constitui um conjunto de morfoesculturas ao Leste que se prolonga para o Nordeste do Maranhão. Apresenta formas tabulares, com morros testemunhos que decaem para vales mais amplos (FEITOSA, 2006). Os cursos d'água da região fazem parte da Bacia hidrográfica do Munim e a vegetação é composta pela Floresta Estacional, segundo o IMESC (2008).

#### **5.4 – Geologia**

O município de Urbano Santos está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as superseqüências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).

Na área do município, Cretáceo está representado pela formação Itapecuru (K12it); e o Quaternário pelos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl), e pelos Depósitos Aluvionares (Q2a).

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). Aflora a sul e a oeste do município de Urbano Santos

Quanto à localização, os Depósitos Eólicos Continentais (as dunas) encontram-se presentes sobre os mais diversos domínios morfoclimáticos, desde regiões de clima semiárido até zonas de clima úmido e temperado (GOLDSMITH, 1985 *apud* SANTOS, 2008). Todavia, os extensos campos de dunas costeiras, em nível global, de acordo com Pye (1983 *apud* SANTOS, 2008), situam-se a sotavento de praias expostas a fortes ventos, com grande disponibilidade de areia junto às costas, passíveis de mobilização pelo processo eólico. Corroborando com essas ideias, Mueche (1994) afirma que as dunas costeiras se formam em locais em que a velocidade do vento e a disponibilidade de areias finas são adequadas para o transporte eólico. Ainda, de acordo com Mueche, essas condições são frequentemente encontradas em praias de tipo dissipativo a intermediário, de gradiente suave, a exemplo do que ocorre em parte do litoral do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e em muitos locais do litoral do Maranhão, Piauí e Ceará. Nestes últimos, tais condições são favorecidas pela presença de ventos constantes, bem como pela maior amplitude de maré existente no litoral maranhense. Na resolução do CONAMA N° 303/2002, as dunas são definidas como unidade geomorfológica de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação. Quando recoberta por esta, são classificadas como dunas fixas. É a que tem maior expressão geográfica e aflora a sudeste estendendo-se para leste, nordeste, e norte do município de Urbano Santos, expondo-se amplamente na sede municipal

Os Depósitos de Cordões Litorâneos correspondem às Dunas Recentes ou Móveis, formadas a partir da acumulação de sedimentos removidos da face da praia pela deflação eólica e distribuem-se como um cordão contínuo, disposto paralelamente à linha de costa, somente interrompido pelas planícies fluviais e fluviomarinhas, ou ainda, pela penetração até o mar de sedimentos da formação Barreiras e cangas lateríticas e quartzosas. Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou fixação de um revestimento pioneiro, o qual detém ou atenua os efeitos da dinâmica eólica, responsável pela migração das dunas. Ocupa uma vasta área a sudoeste estendendo-se para oeste, noroeste, norte e nordeste do município de Urbano Santos.

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 sul do município de Urbano Santos, ao longo da planície de inundação do rio Preto (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 Crujeiras, 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 Urbano Santos pertence à bacia hidrográfica do rio Munim, pois o rio Preto, que drena a área desse município, é seu afluente pela margem esquerda. O rio Munim tem como afluente pela margem esquerda o rio Preto e pela margem direita o rio Iguará. Estes drenam os terrenos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde é comum a ocorrência de falhas e/ou fraturas que controlam os cursos dos principais rios da região. A área de abrangência do rio Munim localiza-se na porção nordeste do estado do Maranhão, estendendo-se por aproximadamente 15.800 km<sup>2</sup>. Durante o seu percurso das nascentes, no município de Aldeias Altas até a sua foz na baía de São José, percorre aproximadamente 275 km, drenando as áreas de 20 municípios dentre eles, Chapadinha, Nina Rodrigues, Morros e Axixá e já se misturando às águas salgadas no município de Icatu. Limita-se com as seguintes bacias fluviais: Piriá e Preguiças (N e NE); Parnaíba (S, SE e E); e Itapecuru (NW, SW e S). O rio Preto nasce na localidade Saquinho, no município de Buriti, servindo de divisa entre os municípios de Anapurus, Mata Roma e Chapadinha, desaguando no rio Munim. O rio Iguará nasce no município de Aldeias Altas e também serve de divisa entre os municípios de Chapadinha e Timbiras, desaguando no rio Munim pouco depois de Vargem Grande. Além do rio Preto, drenam a área do município os rios Bandeira, Mocambo, da Boa Hora, Guaribas e os riachos: das Laranjeiras, da Prata, da Estiva, da Serraria, da Palmeirinha, do Marçal.

## 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 Urbano Santos apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados da formação Itapecuru (K12it); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), dos Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl) e dos Depósitos Aluvionares (Q2a). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 27 pontos d’água sendo todos poços tubulares (100,0%).

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 25,0m<sup>3</sup>/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;

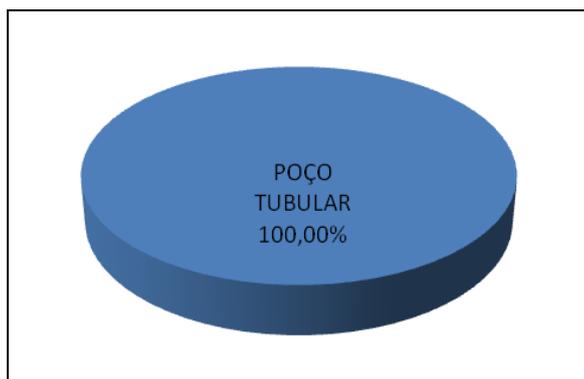
evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo uma maior evapotranspiração nas áreas de recarga; a infiltração vertical descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

As dunas, relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais e Depósitos de Cordões Litorâneos, formam um aquífero livre superior, constituído de areias bem classificadas, de alta permeabilidade, sobreposto discordantemente aos sedimentos da formação Barreiras e/ou sobre manchas aluvionares, ocasionalmente recortados pela rede de drenagem. Estão localizadas ao longo da costa, formando uma faixa paralela, de largura variável, cuja espessura pode atingir até 30m. Sua alimentação se faz, principalmente por infiltração direta das águas de chuvas. Seus principais exutórios são: as formações subjacentes; a evapotranspiração; o escoamento das águas subterrâneas das dunas para o mar e a exploração, tanto por poços tubulares, como por “amazonas”.

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.

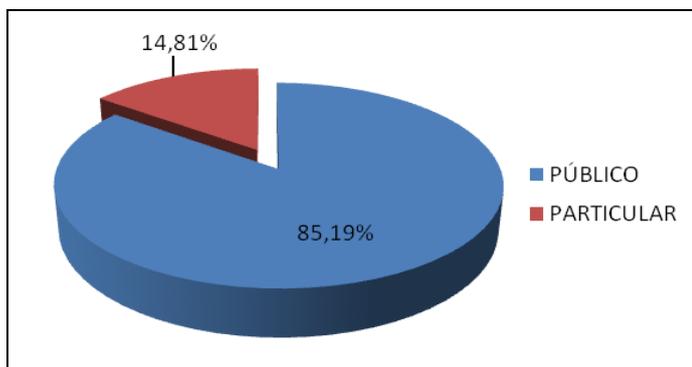
### **6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados**

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Urbano Santos, registrou a presença de 27 pontos d’água, sendo todos poços tubulares, representativos (**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 apresentado, serão específicas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (23 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e, particulares (04 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 Urbano Santos.

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**.

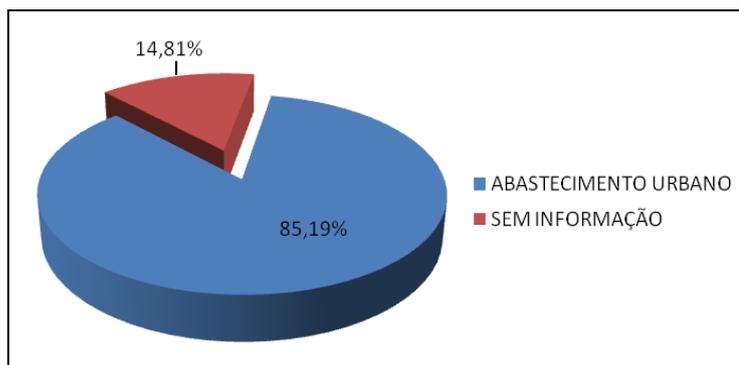
**Quadro 1** – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
<b>Público</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Particular</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>



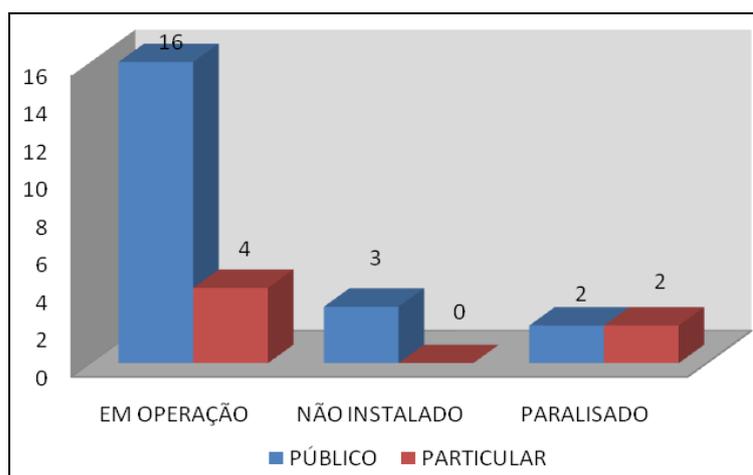
**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 23 poços são utilizados para o abastecimento urbano e em 04 não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado para uso doméstico, na indústria, uso doméstico e animal, irrigação, pecuária, bem como para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura). A **figura 6** exibe em termos percentuais as diferentes destinações da água subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão locados sobre terrenos sedimentares.



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

A **figura 7** mostra a relação entre os poços em operação e os poços desativados (paralisados e não instalados), mas passíveis de entrar em funcionamento. Verifica-se que 05 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 02. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 16 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 24 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos.

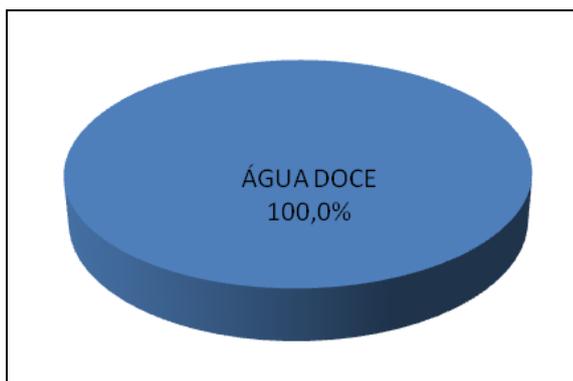
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir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

<b>Tipos de Água</b>	<b>Intervalo (mg/L)</b>
<b>Doce</b>	<b>&lt; 1.000</b>
<b>Ligeiramente Salobra</b>	<b>1.000 – 3.000</b>
<b>Moderadamente Salobra</b>	<b>3.000 – 10.000</b>

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 85,64 mg/L, com valor mínimo de 22,10 mg/L, encontrado na localidade Lagoa dos Costas (poço JA 320) e valor máximo de 317,85 mg/L detectado na avenida Manoel Inácio s/n (poço JA 334). 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 Urbano Santos 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; Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl), e os Depósitos Aluvionares (Q2a) - Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Urbano Santos, registrou a presença de 27 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (23 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e, particulares (04 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 23 poços são utilizados para o abastecimento urbano e em 04 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 05 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam apenas 02;

7.7 - O município de Urbano Santos apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados da formação Itapecuru (K12it); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl), e dos Depósitos Aluvionares (Q2a);

7.8 - O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre ou semiconfinado na área do município. Por ser formado litologicamente por arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com intercalações de siltitos e argilitos, pode ser classificado como de potencial hidrogeológico de fraco a médio, com vazões variando entre 5,0 a 12,0 m<sup>3</sup>/h, podendo, em alguns casos, atingir mais de 40,0m<sup>3</sup>/h;

7.9 - As dunas, tanto as relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais quanto às relacionadas aos Depósitos de Cordões Litorâneos, formam um aquífero livre superior, constituídos de areias bem classificadas, de alta permeabilidade;

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 24 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 85,64 mg/L, com valor mínimo de 22,10 mg/L, encontrado na localidade Lagoa dos Costas (poço JA 320) e valor máximo de 317,85 mg/L detectado na avenida Manoel Inácio s/n (poço JA 334). 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-ordovician of the Borborema Province. **Boletim IG - Série Científica**, São Paulo, v. 29, p. 175-193, 1998.

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

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

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

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

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

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. 2000. Disponível em:  
<[http://www.cnm.org.br/dado\\_geral/ufmain.asp?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, 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.

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

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.

\_\_\_\_\_. Relevos do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA; REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006, Goiânia. **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 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](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1)>. Acesso em: 20 jan. 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JA307	Queimadas	-3,21887084	-43,39342126	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Compressor	227	147,55
JA308	Fortaleza	-3,24399241	-43,375429	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Em operação	Compressor	107	69,55
JA309	Santa Maria	-3,25728544	-43,36565503	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60		16	Em operação	Compressor	139	90,35
JA310	Raiz	-3,27492901	-43,35182556	Tubular	Público	Abastecimento urbano	40	13		Em operação	Submersa	111	72,15
JA311	Surrão	-3,3289487	-43,31652769	Tubular	Público	Abastecimento urbano	35			Paralisado	Submersa		
JA312	Pedra Grande	-3,40883561	-43,31447848	Tubular	Público	Abastecimento urbano	40			Em operação	Compressor	210	136,50
JA313	Cajazeiras	-3,43477258	-43,30045053	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Em operação	Submersa	113	73,45
JA314	Cajazeiras	-3,44409057	-43,29330512	Tubular	Público		100	5		Não instalado		45	29,25
JA315	Todos os Santos	-3,44627389	-43,32287916	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	47	30,55
JA316	Jussaral	-3,5184575	-43,33408543	Tubular	Público	Abastecimento urbano	80			Paralisado	Submersa	69	44,85
JA317	Lagoinha	-3,29556593	-43,30256411	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65	9		Em operação	Submersa	223	144,95
JA318	Cajueiro	-3,24584314	-43,30893704	Tubular	Público	Abastecimento urbano	77	12		Em operação	Compressor	181	117,65
JA319	Mangabeirinha	-3,29598972	-43,23182353	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70	14		Em operação	Compressor	45	29,25
JA320	Lagoa dos Costas	-3,3043743	-43,21264573	Tubular	Público	Abastecimento urbano	50	15		Em operação	Compressor	34	22,10
JA324	Mutirão	-3,20463368	-43,39106628	Tubular	Público		65			Abandonado			
JA325	Estádio Municipal	-3,2045693	-43,3986462	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Obstruído	Compressor		
JA326	Coml. E Agrícola Paineiras LTDA	-3,21673044	-43,40060421	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	80		12	Em operação	Compressor	107	69,55
JA327	Pousada Sol Nascente	-3,22104343	-43,39913436	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	80			Em operação	Compressor	61	39,65
JA328	São José	-3,21843632	-43,40090462	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação		54	35,10
JA329	Bairro da Graça	-3,20411869	-43,40424665	Tubular	Público	Abastecimento urbano	28			Em operação	Injetora	104	67,60
JA330	Bandeira - MA 224	-3,22058209	-43,4188486	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65		13	Em operação	Submersa	107	69,55
JA331	Bairro da Fazenda	-3,21298608	-43,41068932	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	30	13		Em operação	Submersa	121	78,65
JA332	Rua São Sebastião	-3,2063342	-43,41482528	Tubular	Público		48	28		Não instalado		237	154,05
JA333	São Sebastião	-3,20738562	-43,41077515	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60		12	Em operação	Compressor	169	109,85
JA334	Av. Manoel Inácio S/N	-3,20763239	-43,40426275	Tubular	Particular	Abastecimento urbano	40	13		Em operação	Submersa	489	317,85
JA 401	Pau Ferrado 1	-3,159	-43,45411111	Tubular	Público		60	2,5		Não instalado		137	89,05
JA409	Cupira	-3,13641667	-43,39394444	Tubular	Público	Abastecimento urbano	50		12	Em operação	Submersa	25	16,25

## **ANEXOS**