

RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE ARAIOSES

**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 ARAIOSES

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

Setembro/2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

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

SECRETARIA DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL
Claudio Scliar
Secretário

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

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

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF

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

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

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

Antônio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho
Assistente de Produção DHT/RETE

COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

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

COORDENAÇÃO DE ÁREA

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

EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

REFO

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

RETE

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

SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

SUREG/SA

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

SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

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

RECENSEADORES

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

APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

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

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva
Bibliotecária - CPRM/RETE

ILUSTRAÇÕES

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

BANCO DE DADOS DO SIAGAS

Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

Consistência das Fichas

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

ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

Coordenação

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

Execução

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

ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

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

C824p Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico de infraestrutura hídrica subterrânea do município de Araiões / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

31 p.: il.

1. Hidrogeologia – Maranhão - Cadastro. 2. Água subterrânea – Maranhão - Cadastro. I. GOMES, Érico Rodrigues. II. Nunes, Ossian Otávio. III. Lopes Filho, José Barbosa. IV. Título.

CDD 551.49098121

ILUSTRAÇÕES DA CAPA E DO CD ROM:

1. **Fotografia dos Lençóis Maranhenses** – extraída de www.brasilturismo.blog.br;
2. **Fotografia de Pedra Caída, Carolina/MA** – extraída de www.passagembarata.com.br;
3. **Fotografia Cachoeiras do Itapecuru, Carolina/Ma** – Otávio Nogueira, 18/07/2009. <http://www.flickr.com/photos/55953988@N00/3871169364>;
4. **Fotografia do Centro Histórico de São Luís** – <http://www.pousadaveneza.altervista.org/passeios.new.html>;
5. **Fotografias de Poços Tubulares** – CPRM/RETE/2009.

APRESENTAÇÃO

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cuja missão é gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil executa no nordeste brasileiro, para o Ministério de Minas e Energia, projetos visando o aumento da oferta hídrica, inseridos no Programa Geologia do Brasil, Subprograma Recursos Hídricos, Ação Levantamento Hidrogeológico, em sintonia com as políticas públicas do governo federal.

São ações ligadas diretamente à Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em parceria com o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal, orientadas dentro de uma filosofia de trabalho participativa e interdisciplinar com o intuito de fomentar atividades direcionadas para a inclusão social, reduzindo as desigualdades e estimulando a integração com outras instituições, visando assegurar a ampliação da oferta e disponibilidade dos recursos naturais, em particular dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Maranhão, de forma sustentável e compatível com as demandas da população maranhense.

Neste contexto o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão, cujos trabalhos de campo foram executados em 2008/2009 foi o último a ser realizado no nordeste brasileiro, abrangendo 213 municípios do território maranhense, excluindo-se, por questões metodológicas, apenas, a capital São Luis e os municípios periféricos de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar.

Dessa forma, essa contribuição técnica de significado alcance social credita à CPRM – Serviço Geológico do Brasil e ao Ministério de Minas e Energia, em parceria com o PAC – Plano de Aceleração do Crescimento, o cumprimento da missão institucional nas políticas públicas de governo que lhes é delegada pela União, de assegurar uma abordagem e tratamento adequados aos recursos hídricos subterrâneos, estimulando o seu aproveitamento de forma racional e sustentável, considerando-os como um bem natural, ecológico, social e econômico, vital para o desenvolvimento do país e para o bem estar e a saúde da população, particularmente no nordeste, face ao forte apelo social que representa no combate aos efeitos da seca e, como mecanismo com informações consistentes e atualizadas, na oferta de água de boa qualidade para as populações carentes, estimulando as políticas de saúde pública na eliminação de doenças de veiculação hídrica.

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
CPRM – Serviço Geológico do Brasil

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	9
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.....	24
6.1 - Águas Superficiais	24
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados.....	28
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas.....	31
7 – CONCLUSÕES.....	34
8 – RECOMENDAÇÕES	37
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

APÊNDICE

1. Planilha de Dados das Fontes de Abastecimento

ANEXOS

1. Mapa de Pontos D'Água

2. Esboço Geológico Municipal

1 – INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas, que abrange quase toda região Nordeste e, o Norte de Minas Gerais e do Espírito Santo apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

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

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

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

2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

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

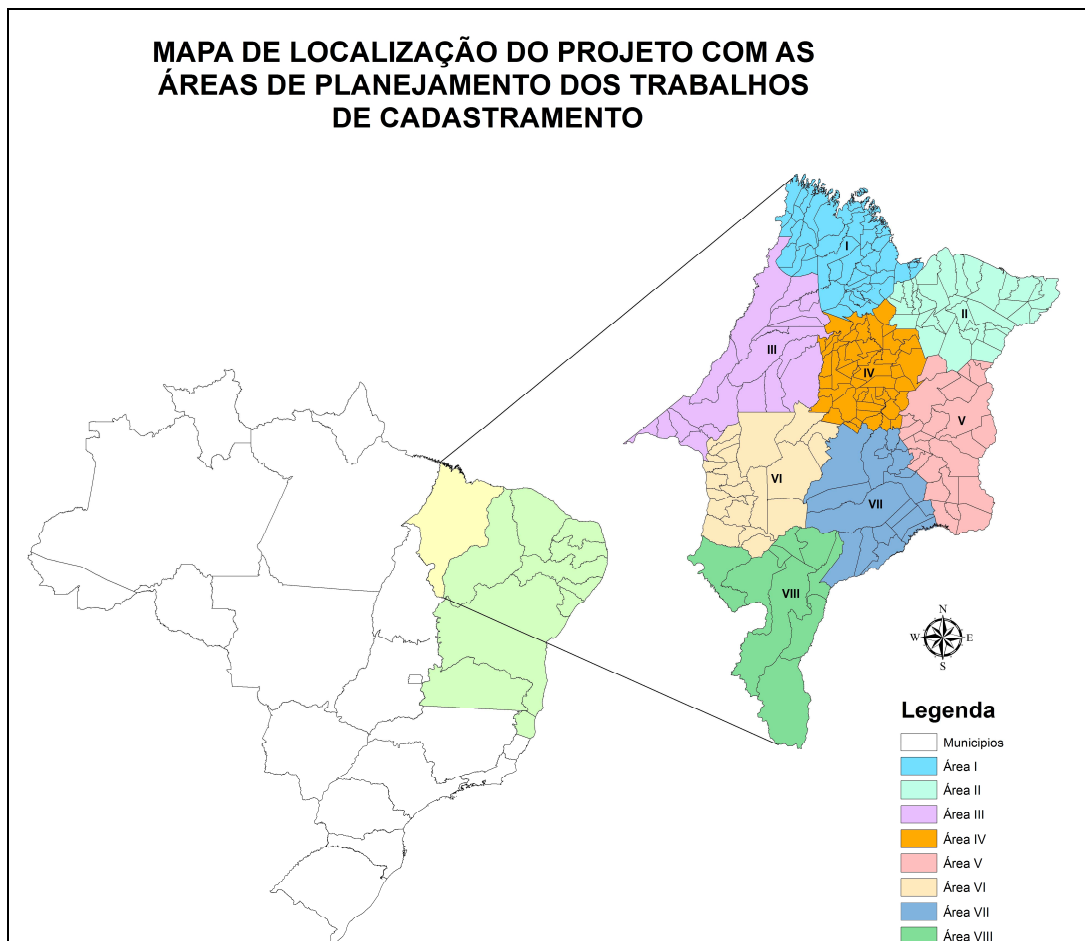


Figura 1 - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão e o cadastramento da região nordeste e norte de Minas Gerais e Espírito Santo, realizado pela CPRM.

3 - OBJETIVO

Cadastrar todos os poços tubulares, poços amazonas, representativos, e fontes naturais, em todo o estado do Maranhão, abrangendo 213 municípios, excetuando-se a região metropolitana da Ilha de São Luis, onde estão incluídos a capital e os municípios de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar, por questões metodológicas.

4 - METODOLOGIA

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

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

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

Os dados coligidos foram repassados sistematicamente ao Núcleo de Geoprocessamento de Dados da CPRM – Residência de Teresina, para, após rigorosa análise, alimentarem um banco de dados que, devidamente consistido e tratado, possibilitou a elaboração de um mapa de pontos d'água e um esboço geológico de cada um dos municípios inseridos na área de atuação do projeto. As informações desse banco estão contidas neste relatório diagnóstico de fácil manuseio e compreensão, acessível a diferentes usuários. Os esboços geológicos municipais foram extraídos a partir de recortes do Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo – GIS Brasil (CPRM, 2004), com alguns ajustes. Mas, em função da diferença de escala, podem apresentar distorções ou algum erro.

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

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

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

5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

5.1 – Localização e Acesso

O município de Araioses teve sua autonomia política em 15/05/1893, está inserido na Mesorregião Leste Maranhense, dentro da Microrregião do Baixo Parnaíba Maranhense (**Figura 2**), abrange uma área de 1.783km², com uma população de aproximadamente 42.600 habitantes e densidade demográfica de 23,89 habitantes/km², (IBGE 2010). Limita-se ao Norte com o oceano atlântico, a Leste com as águas do rio Parnaíba, ao Sul com os municípios de Magalhães de Almeida e São Bernardo e a Oeste com os municípios de Água Doce do Maranhão e Tutóia, (*Google Maps*, 2011).

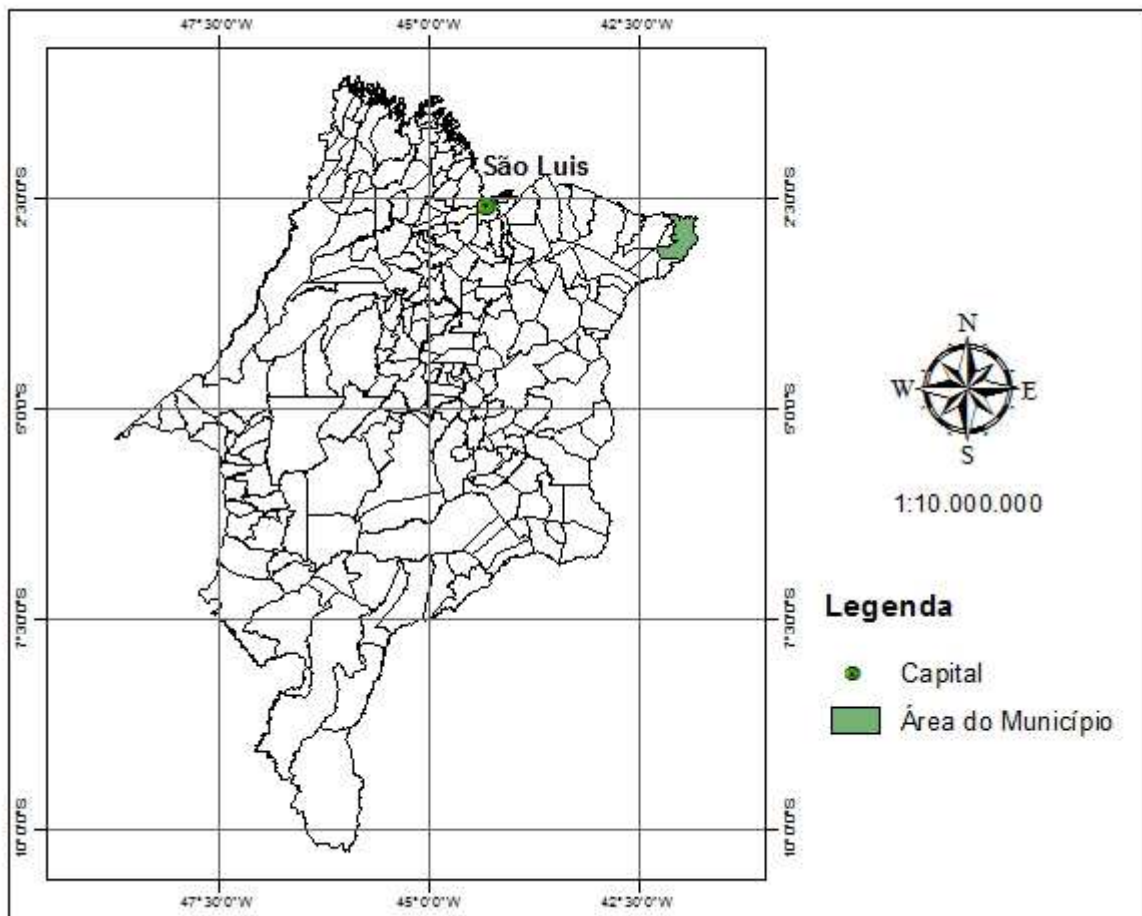


Figura 2 - Mapa de localização do município de Araiões.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: -2°53'24" de Latitude Sul e 41°54' de Longitude Oeste de Greenwich, dados do IBGE (2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total de 399 km, se faz da seguinte maneira: pelas BR-135 e BR-222 e MA-034, a via que dá acesso até Araiões não é toda pavimentada, dificultando assim o acesso ao município, (*Google Maps*, 2011).

5.2 - Aspectos Socioeconômicos

Os dados socioeconômicos relativos ao município foram obtidos, a partir de pesquisas nos site do IBGE (www.ibge.gov.br), da Confederação Nacional dos Municípios (CNM) (www.cnm.org.br) e no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (2010).

O município foi elevado à condição de cidade com a denominação de Araiões, pela lei estadual nº 53 de 15/05/1893 IBGE (2010). Segundo o IBGE (2010), cerca de 28,37% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 53,03% e o percentual dos que estão abaixo desse nível é de 43,91%.

Na educação destacam-se os seguintes níveis escolares em Araiões: Educação Infantil (12,1%); Educação Especial (0,82%); Educação de Jovens e Adultos (19,93%); Ensino Fundamental do 1º ao 9º ano (56,35%); Ensino Médio do 1º ao 3º ano (10,98%) conforme o IMESC (2010). O analfabetismo atinge mais de 40% da população da faixa etária acima dos sete anos, dados da CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com 15 estabelecimentos, sendo 13 públicos e dois de atendimento privado. No censo de 2000, o estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Araiões teve baixos desempenhos, com IDH de 0,48.

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 Araiões a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/191 habitante, segundo o Anuário Estatístico do Maranhão (2010).

A pecuária, a extração 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 Araiões é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende parte da população através de uma central de abastecimento, (IBGE, 2010). O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que são lançados em lagoas, em cursos d'água permanentes e no mar. A disposição final do lixo urbano não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo com os dados da CNM (2000), apenas 9,81% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 89,51% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 0,69% 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 no lixão, nem dos efluentes domésticos e pluviais como forma de reduzir a contaminação dos solos, a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. A coleta do lixo dos estabelecimentos de saúde é realizada de forma inadequada juntamente com os demais resíduos urbanos possibilitando um elevado risco de poluição aos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela ELETRONORTE através da CEMAR (2011) pelo Sistema Regional de Coelho Neto que compreende a região nordeste do Maranhão. É suprido radialmente em 69 KV pela subestação de Coelho Neto, alimentada através do seccionamento da LT 230 KV Peritoró/Teresina. É composto por cinco subestações na tensão 69/13,8 KV e duas na tensão 34,5/13,8 KV. Segundo o IMESC (2010) existem 8.475 ligações de energia elétrica no município de Araiões.

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, Areias Quartzosas, Gleissolos, Plintossolos, Solos Aluviais 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 ocorre essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência, destacando-se as culturas de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. 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.

Areias Quartzosas são solos arenosos, essencialmente quartzosos, que apresentem teores em argila inferiores a 15%, muito profundos, excessivamente drenados, forte a fortemente ácidos e com baixa a muito baixa fertilidade natural. Apresenta baixa saturação de bases e alta a média saturação de alumínio trocável. Não dispõem praticamente de nenhuma reserva de nutrientes para as plantas.

Gleissolos compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo e encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água. São solos mal ou muito mal drenados em condições naturais, formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes, nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em áreas abaciadas e depressões.

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 de bovinos. 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 silte, areia e material coloidal trazido 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 Araiões está localizado na mesorregião Leste Maranhense, Microrregião do Baixo Parnaíba Maranhense. A altitude da sede do município é de seis metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com temperaturas que oscilam entre 22,7°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 224 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 1,6 a 43,5 mm e no período chuvoso, de 64,2 a 363,1 mm, com média anual em torno de 1.442mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo de Araiões é formado por regiões de planície compostas por formação sedimentar recente. Além disso, segundo Feitosa (2006), existe a formação de dunas arenosas com ausência de cobertura vegetal ou parcialmente cobertas, formando dunas móveis e fixas, intercaladas por lagoas de origem pluvial. Os cursos d'água da região fazem parte da Bacia secundária de rios convergentes do litoral Oriental.

A zona sem cobertura vegetal corresponde à área do parque nacional dos lençóis maranhenses. A região possui formações com influência marinha e flúvio-marinha, segundo os dados do IMESC (2008).

5.4 – Geologia

O município de Araiões 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 Barreiras (ENb);) o Quaternário, pelos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl), Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm), Depósitos Flúviomarinhas (Qfl), Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl), Depósitos Eólicos Litorâneos (Q2el), Depósitos Litorâneos (Q2l) e Depósitos Aluvionares (Q2a).

Grupo Barreiras (ENb). A denominação Barreiras, com sentido estratigráfico, 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 siltico-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. Ocupa uma vasta área no extremo sudoeste do município de Araiões.

Os Depósitos Sedimentares Flúvio-Lagunares são constituídos de areias, siltes e argilas, inconsolidados e semiconsolidados que ocorrem nas margens dos rios, com nível topográfico mais elevado do que os das planícies aluvionares atuais, sendo geralmente recobertos por vegetação e sua evolução está relacionada à dinâmica fluvial. Aflora em uma área, restrita, situada a norte do município de Araiões.

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 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 maré. Ocupa uma vasta área a norte estendendo-se para nordeste e, outra, situada a sul do município de Araiões.

Os Depósitos Fluviomarinheiros estão situados em relevo plano, recortados pela desembocadura dos cursos d'água, sujeitos a inundações frequentes de água salgada. Essas planícies são agrupadas conjuntamente por depósitos sedimentares de praias, dunas costeiras, manguezais e pântanos salinos que constituem a planície costeira, dominada por um regime de macromarés. De um modo geral, esses depósitos são essencialmente arenosos, quando associados aos depósitos de praias e dunas, e predominantemente pelíticos, com grande contribuição de matéria orgânica, quando constituem os depósitos de manguezais e pântanos salinos. Aflora em duas áreas, restritas, situadas a noroeste do município de Araiões.

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. 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 cômoro 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 na área central e a sudoeste do município de Araiões, 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, 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 vasta área a noroeste e a sudoeste do município de Araiões.

Os Depósitos Eólicos Litorâneos são de origens variadas, caracterizados, em geral, por superfícies baixas e levemente onduladas, com suave declive rumo ao mar e ocorrendo por toda a linha de costa, ao longo das praias. São constituídos, essencialmente, por sedimentos arenosos, bem selecionados, com grãos arredondados originados de dunas e areias de praias.

Os Depósitos Litorâneos encontram-se dispostos em áreas mais próximas à linha de costa atual, sendo constituídos por sedimentos quaternários, essencialmente arenosos, típicos de ambientes marinho praias e eólico, além de sedimentos predominantemente siltosos e

argilosos, contendo teores variados de matéria orgânica, característicos de ambiente lagunar e flúvio-lagunar. Ocupa uma vasta área a norte do município de Araiões.

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 no extremo sudoeste do município de Araiões, ao longo da planície de inundação do rio Magu (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 Araiões, drenado pelo rio Parnaíba, está inserido na bacia hidrográfica desse rio, a qual se localiza na área transicional entre a Amazônia e a região Nordeste Ocidental. Por estar localizada numa área de transição, apresenta feições topográficas amazônicas na porção ocidental, feições aplainadas, sertanejas, no setor leste-sudeste, além de relevo subtabular que constitui as cuestas da porção central da bacia. Ela drena uma área aproximada de 331.441 km², distribuída entre os estados do Piauí, Maranhão e

Ceará, sendo que uma parte está localizada no estado do Piauí, onde podem ser encontrados vários rios intermitentes. Em sua foz, o rio Parnaíba apresenta uma planície litorânea com aspectos variados. Ele se origina da junção dos rios Surubim, Água Quente e Boi Pintado, cujas nascentes situam-se na serra da Tabatinga que é o ponto de convergência dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, numa altitude aproximada de 800 metros, no extremo sul do Maranhão. Após um percurso de aproximadamente 1.400 km, desemboca em forma de delta, entre as baías do Caju e das Canárias. A partir da nascente, o curso segue rumo norte, margeado pelas serras do Penitente e Grande até a confluência com o rio Medonho, onde apresenta leve mudança para nordeste, mantendo seu curso até o município de Nova Iorque. De lá sofre uma súbita inflexão para leste, até Floriano, quando retorna seu rumo para norte. Próximo a Duque Bacelar, o rio começa a fluir em direção nordeste, acentuando-se próximo à Santa Quitéria, persistindo até a foz. Flui, predominantemente, sobre terrenos Paleozóicos, porém, próximo a sua desembocadura corre sobre terrenos Quaternários. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Gurguéia, Uruçuí Preto, Poti, Longá. Pela margem esquerda, rio das Balsas. Este tem suas cabeceiras na chapada das Mangabeiras com altitude média de 600 metros, após percorrer uma extensão de 525 km. Deságua no rio Parnaíba, à altura das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), cuja bacia hidrográfica tem cerca de 24.540 km². Trata-se de rio perene e tem como principais afluentes o rio Balsinhas, pela margem direita, e os rios Maravilhas e Neves, pela esquerda. Além do rio Parnaíba, drenam a área do município de Araiões os rios Magu, Santa Rosa, Coqueiro, do Serrote, Torto, Barreirinha e os riachos: do Mocambo, Madeira Cortada, do Cantinho, da Curva Grande, do Baixão, do Canto Grande, do Cantinho e vários igarapés.

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 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 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 Araiões apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl), dos Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm), dos Depósitos Flúviomarinhas (Qfm), Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), dos Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl), dos Depósitos Eólicos Litorâneos (Q2el), dos Depósitos Litorâneos (Q2l) e dos Depósitos aluvionares. Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 70 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 2,0m³/h, porém em algumas áreas podem apresentar valores

bem superiores (máximas de 17,6 m³/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 Flúvio-Lagunares, nos níveis mais arenosos, com areias bem classificadas, de alta permeabilidade, constituem aquíferos livres de baixa a média produtividade, dependendo da espessura, podendo ser explorado através de poços tubulares com profundidades inferiores a 20 metros. Sua alimentação se faz, principalmente, por infiltração direta das águas de chuvas. Seus principais exutórios são: escoamento natural das águas subterrâneas, evapotranspiração, perda descendente para a formação subjacente e poços tubulares.

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

Os Depósitos Fluvio-marinhos, quando associados aos depósitos de praias e dunas, com constituição litológica mais arenosa, apresentam uma permeabilidade regular, caracterizando um potencial hidrogeológico de fraco a médio. Já, quando relacionados aos depósitos de manguezais e pântanos, o potencial é muito fraco e causa sérios problemas de qualidade na água, inviabilizando a sua exploração. Mesmo no primeiro caso, é necessário ter cuidados com a intrusão salina que pode salinizar as águas dos poços tubulares. A alimentação se faz através das águas de chuvas e seus exutórios são: a evapotranspiração e as camadas subjacentes.

As dunas, relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais, Depósitos de Cordões Litorâneos e Depósitos Eólicos 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”.

Os Depósitos Litorâneos, constituídos de sedimentos essencialmente arenosos, além de outros predominantemente siltosos e argilosos, contendo teores variados de matéria orgânica, formam um aquífero livre, de média a baixa permeabilidade, com potencial hidrogeológico muito fraco a fraco, a depender da espessura dos sedimentos mais arenosos. A sua alimentação se faz, principalmente, por infiltração direta das chuvas. Seus principais exutórios são: escoamento natural das águas subterrâneas; evapotranspiração; perda descendente para a formação subjacente e poços tubulares.

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 Araiões, registrou a presença de 70 pontos d’água, sendo todos poços tubulares, (**Figura 3**).

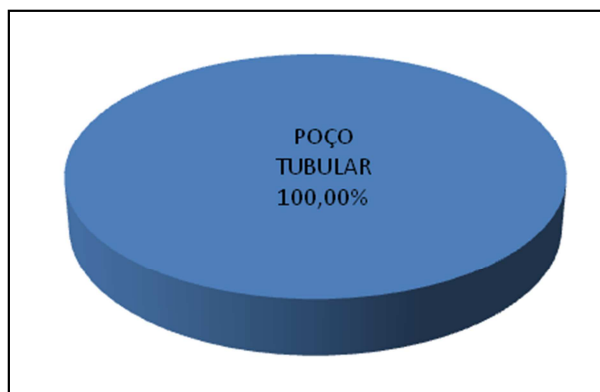


Figura 3 - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 100,00% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentados, serão específicas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (61 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (09 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.

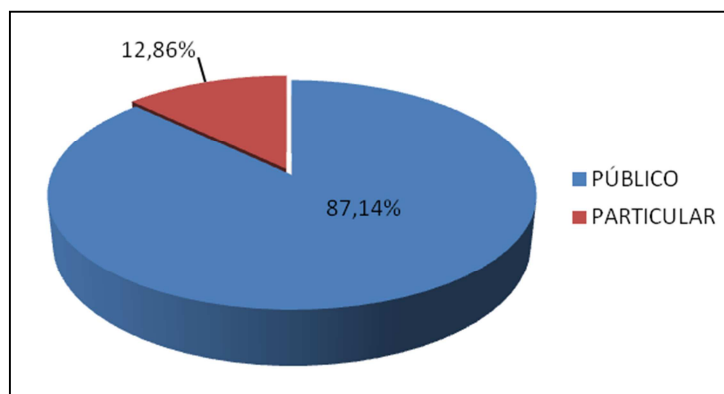


Figura 4 - Natureza dos poços cadastrados no município de Araióses.

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	Não instalados	Paralisados	Abandonados
Público	46	6	8	1
Particular	6	0	2	1
Total	52	6	10	2

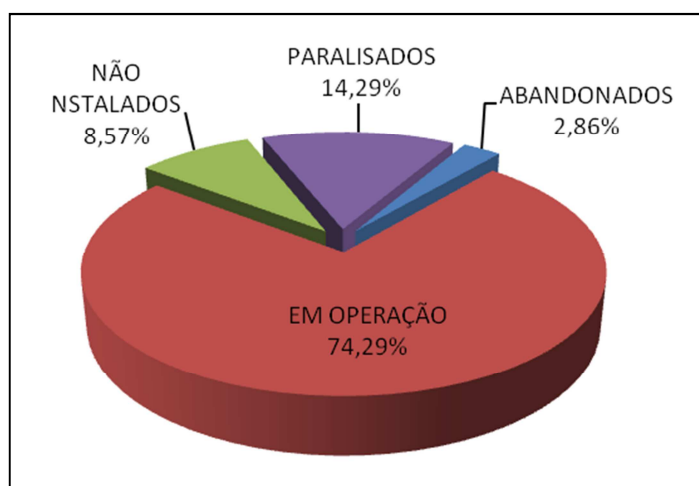


Figura 5 - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 48 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 15 para uso doméstico e em 07 não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado para uso doméstico e animal, industrial, 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 localizados sobre terrenos sedimentares.

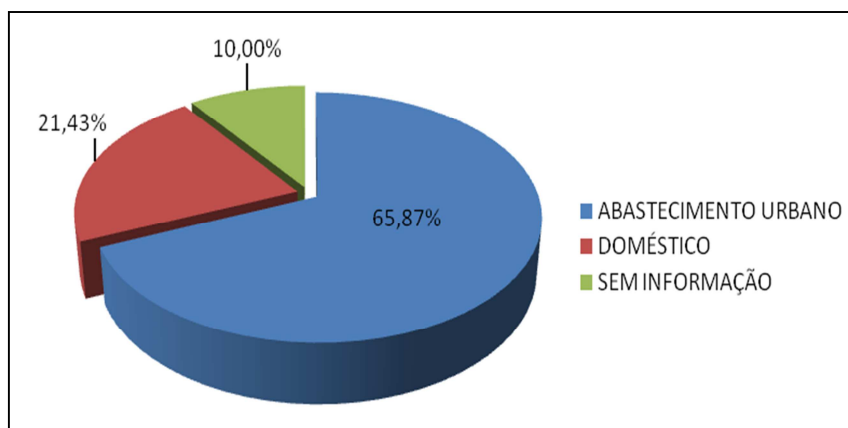


Figura 6 – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

A **figura 7** mostra a relação entre os poços em operação e os poços desativados (paralisados e não instalados), mas passíveis de entrar em funcionamento. Verifica-se que 14 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 02. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com acréscimo de disponibilidade hídrica aos 46 já existentes, em pleno uso.

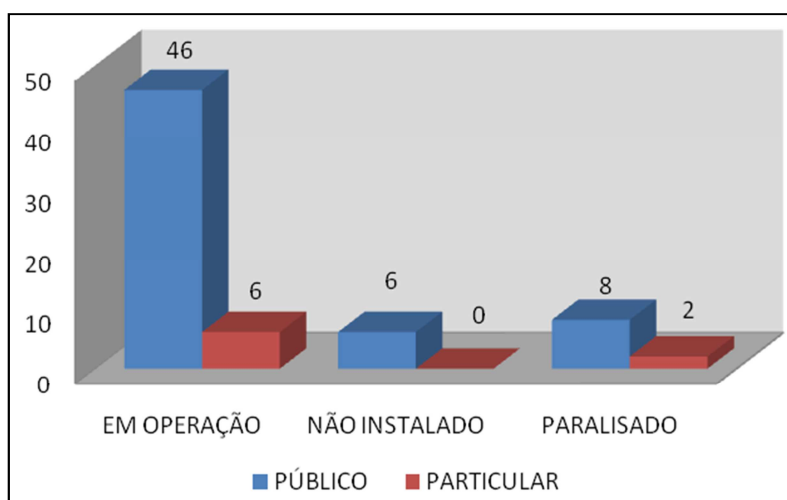


Figura 7 - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

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 58 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 569,65 mg/L, com valor mínimo de 78,0 mg/L, encontrado na localidade Matinha (poço JE 017) e valor máximo de 3.978,0 mg/L detectado na localidade Barreirinha (poço JA 937). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 89,66% das águas analisadas se enquadram no tipo doce, 8,62% são ligeiramente salobras e 1,72% são moderadamente salobras **figura 8**.

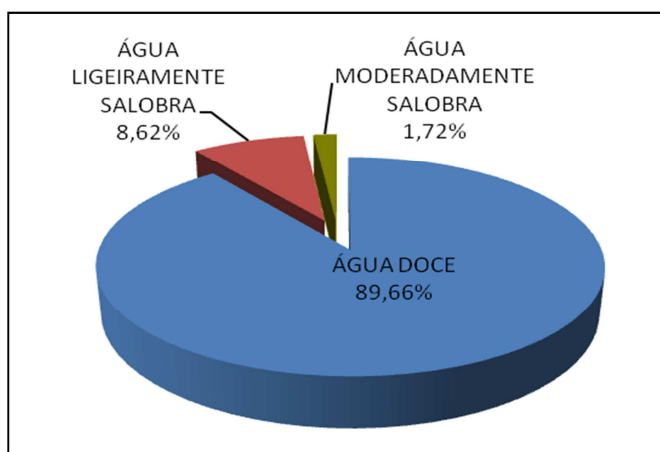


Figura 8 – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979).

7 – CONCLUSÕES

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

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos do Grupo Barreiras (ENb) - Terciário; Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm), Depósitos Fluvio-Marinhos (Qfm), Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl), Depósitos Eólicos Continentais (Q1e), Depósitos de Cordões Litorâneos (Qcl), Depósitos Eólicos Litorâneos (Q2el), Depósitos Litorâneos (Q2l), e Depósitos Aluvionares (Q2a)- Quaternário;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Araiões, registrou a presença de 70 pontos d'água, sendo todos poços tubulares;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (61 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (09 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 48 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 15 para uso doméstico e em 07 não foram obtidas informações sobre o uso da água. Nenhum poço é utilizado para uso doméstico e animal, industrial, irrigação, pecuária e para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura);

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 02 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 02;

7.7 - O município de Araiões apresenta um domínio hidrogeológico: do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados do Grupo Barreiras (ENb); dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos de Pântanos e Mangues (Qpm); dos Depósitos Flúvio-Marinho (Qflm); dos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl); Depósitos Eólicos Continentais (Q1e); dos Depósitos de Cordões Litorâneos (Q1cl); dos Depósitos Eólicos Litorâneos (Q2el); e dos Depósitos aluvionares;

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 aos fácies arenosos, normalmente inseridos em sequências argilosas, onde as vazões predominantes são inferiores a 2,0 m³/h, porém em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máximas de 17,6 m³/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, ou seja, com um potencial hidrogeológico extremamente fraco;

7.10 - Os depósitos flúvio-marinhos quando associados aos depósitos de praias e dunas, com uma constituição litológica mais arenosa (areia e silte), apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando um potencial hidrogeológico de fraco a médio. Enquanto que quando relacionado aos depósitos de manguezais e pântanos, o potencial é muito fraco e com problema de qualidade da água, inviabilizando a sua exploração;

7.11 - O depósito flúvio-lagunares nos níveis mais arenosos, com areias bem classificadas, de alta permeabilidade, constituem aquíferos livres de baixa a média produtividade (dependendo da espessura) podendo ser explorado através de poços tubulares com profundidades menores que 20 metros;

7.12 - As dunas, relacionadas aos Depósitos Eólicos Continentais, quanto aos Depósitos Eólicos Litorâneos e Depósitos de Cordões Litorâneos, formam um aquífero livre superior, constituídos de areias bem classificadas, de alta permeabilidade, sobrepostos discordantemente sobre os sedimentos da grupo Barreiras e/ou sobre manchas aluvionares, ocasionalmente recortados pela rede de drenagem;

7.13 - Os Depósitos Eólicos Litorâneos são constituídos essencialmente por sedimentos arenosos, bem selecionados, com grãos arredondados, de dunas e areias de praias;

7.14 - Os Depósitos Litorâneos constituídos de sedimentos essencialmente arenosos, além de sedimentos predominantemente siltosos e argilosos, contendo teores variados de matéria orgânica, formam um aquífero livre, de média a baixa permeabilidade, com potencial hidrogeológico muito fraco a fraco, a depender da espessura dos sedimentos mais arenosos;

7.15 - 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;

7.16 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “in

loco”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 58 poços;

7.17 - A Condutividade Elétrica, obtida nas amostras analisadas dos poços cadastrados, apresenta em 89,66% 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. Em 8,62% são caracterizadas como ligeiramente salobras e em 1,72% são classificadas como moderadamente salobras;

7.18 - Em termos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média, por poço, de 569,65 mg/L, com valor mínimo de 78,0 mg/L, encontrado na localidade Matinha (poço JE 017) e valor máximo de 3.978,0 mg/L detectado na localidade Barreirinha (poço JA 937). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 89,66% das águas analisadas se enquadram no tipo doce, 8,62% são ligeiramente salobras e 1,72% são moderadamente salobras;

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

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

8 – RECOMENDAÇÕES

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

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

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

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

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

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

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

BRITO NEVES, B.B. The Cambro-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/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>. Acesso em: 23 jan. 2011.

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

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

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

COSTA, 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.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

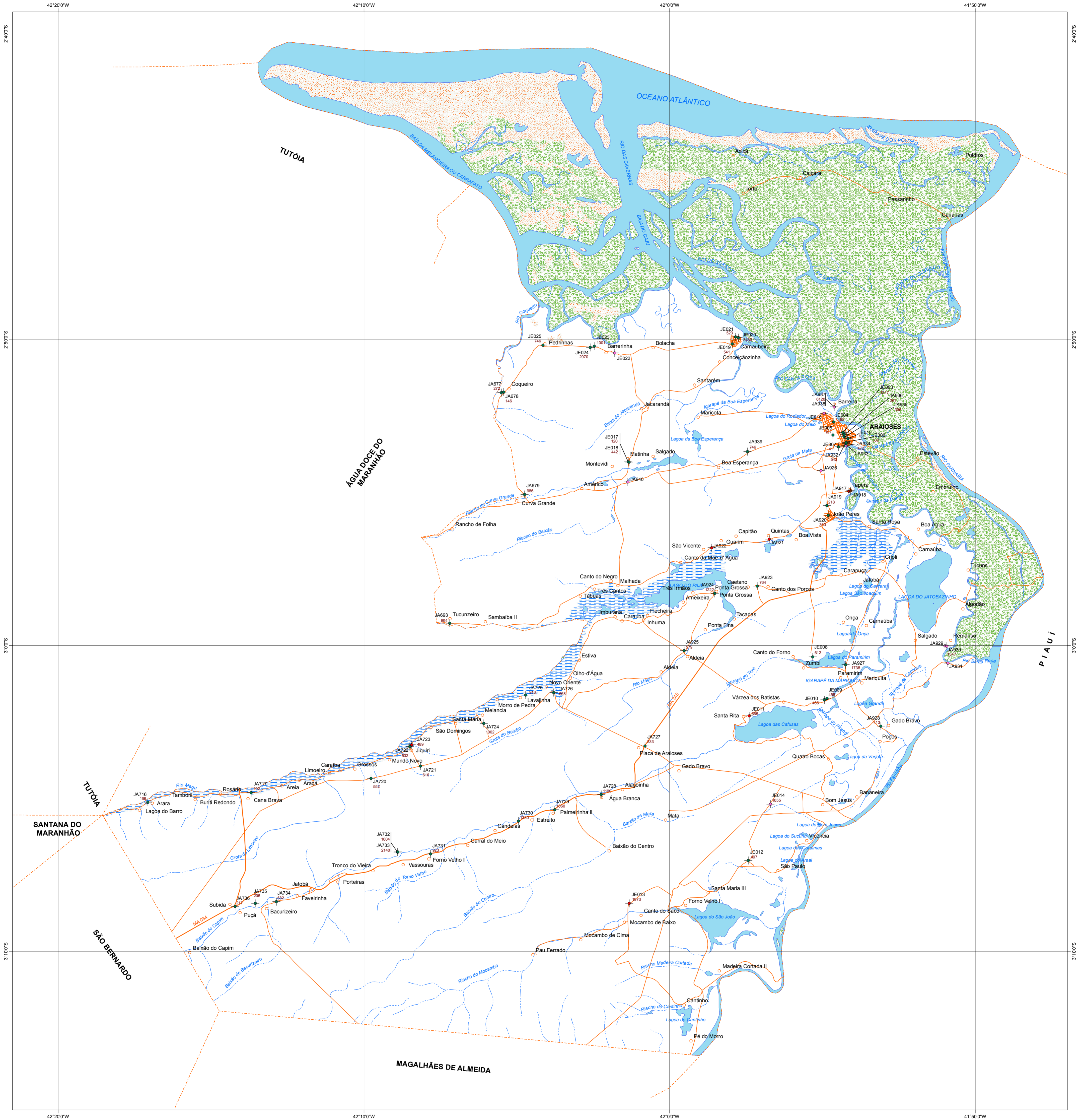
VIA RURAL. **Serviços:** áreas de proteção ambiental. <<http://br.viarural.com/>>. Acesso em: 08 set. 2011. Acesso em: 08 set. 2011.

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)
JA677	Coqueiro	-2,8621156	-42,091756	Tubular	Público	Abastecimento urbano	30			Em operação	Submersa	272	176,80
JA678	Coqueiro	-2,8618849	-42,09049	Tubular	Público	Abastecimento urbano	18			Em operação	Submersa	146	94,90
JA679	Curva Grande	-2,9176534	-42,0791281	Tubular	Público	Doméstico	36			Em operação	Submersa	986	640,90
JA693	Tucunzeiro	-2,9877932	-42,1199031	Tubular	Público	Abastecimento urbano	36			Em operação	Compressor	594	386,10
JA716	Araras	-3,0853129	-42,2844351	Tubular	Público	Abastecimento urbano	18			Em operação	Submersa	166	107,90
JA717	Areias	-3,0800612	-42,2281302	Tubular	Público	Abastecimento urbano	40	0,5		Em operação		292	189,80
JA720	Grossos	-3,072272	-42,162813	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	552	358,80
JA721	Jiquiri	-3,0656845	-42,1358944	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	616	400,40
JA722	Jiquiri	-3,0550469	-42,1417201	Tubular	Público	Abastecimento urbano	48	0,6		Em operação		532	345,80
JA723	Jiquiri	-3,0540652	-42,1406848	Tubular	Público	Abastecimento urbano	27,4	0,45		Não instalado		489	317,85
JA724	Melancia	-3,0423225	-42,1013153	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	1002	651,30
JA725	Lavajinha	-3,0269749	-42,078538	Tubular	Público	Abastecimento urbano	25			Em operação	Submersa	913	593,45
JA726	Novo Horizonte	-3,0256391	-42,0632548	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	668	434,20
JA727	Placa de Araioses	-3,0546875	-42,0134301	Tubular	Público	Abastecimento urbano	33			Em operação	Submersa	333	216,45
JA728	Água Branca	-3,0811501	-42,0372642	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	1190	773,50
JA729	Palmeira	-3,0894596	-42,0626164	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	1060	689,00
JA730	Estreito	-3,0956931	-42,0823897	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	1330	864,50
JA731	Vassoura	-3,1135405	-42,1303315	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65			Em operação	Submersa	923	599,95
JA732	Vassoura	-3,1126285	-42,1482755	Tubular	Público	Abastecimento urbano	17,8	2,5		Abandonado		1004	652,60
JA733	Vassoura	-3,1124086	-42,1481843	Tubular	Público	Abastecimento urbano	26			Em operação	Submersa	2140	1.391,00
JA734	Faveirinha	-3,1395365	-42,2144134	Tubular	Público	Abastecimento urbano	26			Em operação	Submersa	682	443,30
JA735	Subida	-3,1405343	-42,2258396	Tubular	Público	Abastecimento urbano	25			Em operação	Submersa	205	133,25
JA736	Subida	-3,1420631	-42,2368903	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	217	141,05
JA917	Tapera	-2,9158188	-41,9023276	Tubular	Público		24			Não instalado			0,00
JA918	Tapera	-2,915572	-41,901421	Tubular	Particular					Obstruído			0,00
JA919	C.E.E.F.M. Luis Viana	-2,9236186	-41,9143493	Tubular	Público	Abastecimento urbano	28			Em operação	Injetora	218	141,70
JA920	João Peres	-2,9290904	-41,9134963	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Injetora	360	234,00
JA921	Rancharia	-2,9420293	-41,9456453	Tubular	Público		36			Não instalado			0,00
JA922	São Vicente	-2,9466427	-41,9771076	Tubular	Público		34			Não instalado			0,00
JA923	Caetano	-2,9675586	-41,9522167	Tubular	Público	Abastecimento urbano	30			Em operação	Submersa	764	496,60
JA924	Ponta Grossa	-2,9715551	-41,9754607	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	1222	794,30
JA925	Aldeia	-3,0027438	-41,9920422	Tubular	Público	Abastecimento urbano	40			Em operação	Submersa	579	376,35
JA926	Conjunto João Machado	-2,9047252	-41,9174446	Tubular	Público	Abastecimento urbano	65			Paralisado	Submersa		0,00
JA927	Paramirim	-3,0103827	-41,904055	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	1738	1.129,70
JA928	Gado Bravo	-3,0439211	-41,8849094	Tubular	Público	Abastecimento urbano	50			Em operação	Submersa	413	268,45
JA929	Remanso	-3,0001582	-41,8498583	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Paralisado	Submersa		0,00
JA930	Remanso	-3,0003674	-41,8489248	Tubular	Público		49,2	3		Paralisado		1347	875,55
JA931	Remansinho	-3,0094922	-41,8483938	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Paralisado	Compressor		0,00
JA932	C.E.E.F.M. Ateneu São José	-2,8910674	-41,9044305	Tubular	Público	Abastecimento urbano	24			Em operação	Centrífuga	543	352,95

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND.ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JA933	Prefeitura Municipal de Araióses	-2,8910405	-41,9037385	Tubular	Público	Doméstico	20			Paralisado	Injetora		0,00
JA934	Câmara dos Vereadores de Araióses	-2,889855	-41,9037492	Tubular	Público	Doméstico	27			Em operação	Injetora	472	306,80
JA935	Escola Municipal Tia Bernarda	-2,8861428	-41,9048382	Tubular	Público	Doméstico	30			Em operação	Submersa	396	257,40
JA936	U. E. Humberto Campos	-2,8849734	-41,9047845	Tubular	Público	Abastecimento urbano	26			Em operação	Injetora	261	169,65
JA937	Barreira	-2,869953	-41,9102616	Tubular	Público	Abastecimento urbano	15			Em operação	Submersa	6120	3.978,00
JA938	Barreira	-2,8698511	-41,9102938	Tubular	Público	Abastecimento urbano	15			Paralisado	Submersa		0,00
JA939	Boa Esperança	-2,8942753	-41,9575436	Tubular	Particular	Doméstico	20			Em operação	Injetora	746	484,90
JA940	Monte Vidi	-2,9108621	-42,0227803	Tubular	Particular	Doméstico	18			Paralisado	Injetora		0,00
JE003	Colégio Tudes José Cardoso	-2,8838576	-41,9056965	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Injetora	1347	875,55
JE004	Unidade Escolar Gonçalves Dias	-2,8782249	-41,9105245	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Injetora	1452	943,80
JE005	Estádio Municipal	-2,8853167	-41,9109858	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Em operação	Submersa	197	128,05
JE006	Avenida Doutor Paulo Ramos	-2,8893883	-41,9038136	Tubular	Público	Doméstico				Em operação	Injetora	582	378,30
JE007	Posto Vitória	-2,8916789	-41,9079173	Tubular	Particular	Doméstico	12			Em operação	Injetora	411	267,15
JE008	Povoado Zumbi	-3,0061127	-41,9220204	Tubular	Público	Abastecimento urbano	60			Em operação	Submersa	612	397,80
JE009	Várzea dos Batista	-3,0287666	-41,9142688	Tubular	Particular	Doméstico	25			Em operação	Injetora	458	297,70
JE010	Várzea dos Batista	-3,0295981	-41,9156099	Tubular	Particular	Doméstico	25			Em operação	Injetora	466	302,90
JE011	Santa Rita	-3,0383421	-41,9566102	Tubular	Público	Abastecimento urbano	18,95	8,36		Não instalado		665	432,25
JE012	São Paulo	-3,1171239	-41,9571252	Tubular	Público	Abastecimento urbano	70			Em operação	Submersa	497	323,05
JE013	Mucambo	-3,1404752	-42,0219971	Tubular	Público		49,23	14		Não instalado		1973	1.282,45
JE014	Fazenda Bom Jesus	-3,0864556	-41,9450928	Tubular	Particular	Doméstico	48,83	8,67		Paralisado		1055	685,75
JE015	Alto Samuel	-2,8871299	-41,9028319	Tubular	Particular	Doméstico	15			Em operação	Injetora	751	488,15
JE016	Escola Natanael Lopes da Conceição	-2,8735203	-41,915846	Tubular	Público	Abastecimento urbano	18			Paralisado			0,00
JE017	Matinhas	-2,8997792	-42,0225764	Tubular	Público	Abastecimento urbano	13			Em operação	Injetora	120	78,00
JE018	Matinhas	-2,9000528	-42,0221097	Tubular	Particular	Doméstico	13			Em operação	Centrífuga	442	287,30
JE019	Carnaubeiras	-2,8355671	-41,9659228	Tubular	Público	Abastecimento urbano	40			Em operação	Submersa	541	351,65
JE020	Carnaubeiras	-2,8321446	-41,9624788	Tubular	Público	Abastecimento urbano	38			Em operação	Submersa	3430	2.229,50
JE021	Carnaubeiras	-2,8317637	-41,9640935	Tubular	Público	Abastecimento urbano	36			Em operação	Submersa	523	339,95
JE022	Barreirinha	-2,8405238	-42,0299632	Tubular	Público		17			Paralisado			0,00
JE023	Barreirinha	-2,8368063	-42,0410783	Tubular	Público	Abastecimento urbano	23			Em operação	Injetora	1001	650,65
JE024	Barreirinha	-2,8375144	-42,0432831	Tubular	Público	Abastecimento urbano	56			Em operação	Submersa	2070	1.345,50
JE025	Pedrinhas	-2,8362806	-42,0690806	Tubular	Público	Abastecimento urbano	15			Em operação	Injetora	746	484,90

ANEXOS



LEGENDA

CONVENÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

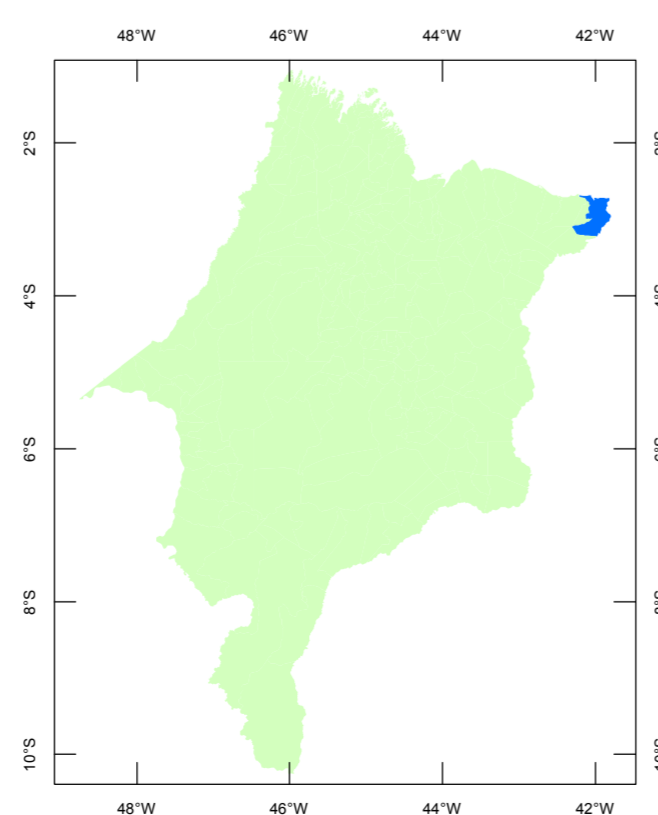
- ◆ Poço abandonado
- ◆ Poço em operação
- ◆ Poço não instalado
- ◆ Poço obstruído
- ◆ Poço paralisado

JP 424 Código do poço
270 Condutividade Elétrica (µmhos/cm)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede municipal
- Localidades
- Estrada pavimentada
- Estrada não pavimentada
- Limite municipal
- Curso de água perene
- Curso de água intermitente
- Massa de água
- Área alagadiça
- Dunas
- Mangues

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO



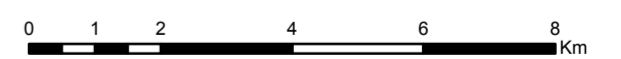
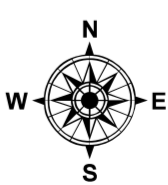
O Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão foi executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, na Residência de Teresina - RETE, sob a coordenação do Departamento de Hidrologia - DEHID. Esse levantamento teve o apoio do Governo do Estado do Maranhão.

Bases municipais, elaboradas pelo Setor de Geoprocessamento da RETE - Residência de Teresina, com apoio do banco de dados do IBGE, digitalizadas em 2007, a partir das cartas topográficas da SUDENE e DSG - escala 1:100.000, publicadas em 1973. Utilizou-se, também, a planimetria do Núcleo Geocentral - NUGE O da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

Dados temáticos inseridos de acordo com as informações fornecidas pelas equipes técnicas do projeto.

Responsável pelo projeto: Francisco Lages Correia Filho
Carlos Antônio da Luz
Coordenação de área de cadastramento: Ney Gonzaga de Sousa
Felisíssimo Melo
Equipe de geoprocessamento responsável pela elaboração dos mapas municipais de pontos d'água
Coordenação geoprocessamento: Francisca de Paula da Silva Braga
Equipe executora: Francisca de Paula da Silva Braga
Gabriel Araújo dos Santos
Márcia Tereza Baradas

MUNICÍPIO DE ARAIOSES



Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum: WGS 84

A CPRM agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nesta folha.

2011

