

AQUIFEROS LITORANEOS PROTEGIDOS COMO INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO DA ZONA COSTEIRA MARANHENSE

Sergio Barreto de Sousa¹

RESUMO: Os sistemas aquíferos do litoral maranhense são, certamente, as principais fontes de abastecimento de água potável para uma população de aproximadamente 2 milhões de habitantes. Um aspecto comum à região é a baixa produtividade de água subterrânea, bem como a falta de ordenamento territorial. A identificação de alguns desafios a serem enfrentados pelo governo estadual do Maranhão para proteger as águas subterrâneas do litoral maranhense é a proposta do presente trabalho.

PALAVRAS CHAVE: Proteção das águas; aquíferos costeiros; Estado do Maranhão.

ABSTRACT: The coastal groundwater reservoirs of Maranhão State are, certainly, the main sources of fresh water supply for a population of 2 million inhabitants. An aspect common to the area is the low productivity of underground water, as well as the lack of land use management. The identification of some challenges to be faced by the government to protect the coastal groundwater reservoirs of Maranhão State is the proposal of the present work.

WORDS KEY: Water protection; coastal aquifers; Maranhão State.

¹ Professor Adjunto DCC/CEFET-MA – Av. Getulio Vargas, 4 – Monte Castelo- São Luis-MA. CEP: 65025-001 Fone/Fax: (98) 3218-9001
e-mail: soterrab@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

O litoral do Estado do Maranhão tem uma linha de costa de 640 km, estendendo-se do estuário do Gurupi até o Delta do Parnaíba. A faixa litorânea tem 49.042,9 km² correspondendo a 14,77% do território maranhense, abrigando uma população estimada em 1.776.579, concentrando cerca de 30% da população maranhense (IBGE, 2006).

A densidade demográfica média de 118,15 hab/km² é bastante variável nos 27 municípios costeiros considerados nesse trabalho, observando-se índices que variam desde 9,17 hab/km² (município de Primeira Cruz) a 1.207,24 hab/km² (município de São Luís) (IBGE, 2006).

Os mananciais hídricos subterrâneos da região são considerados de baixa a média produtividade, tornando-se um problema quando há conjugação de densidade populacional elevada com ocorrência de baixa potencialidade hídrica, como é o caso da Ilha do Maranhão.

A ocupação do solo na região é desordenada e do ponto de vista hidrogeológico necessita ainda de estudos a respeito da potencialidade hídrica e da vulnerabilidade ao risco de contaminação das águas subterrâneas.

As águas subterrâneas vêm sendo exploradas de maneira desordenada, sem critérios técnicos e sem planejamento adequado, pois, até o ano de 2004 não existia nenhum dispositivo legal, nem estrutura institucional específica, para controlar essa situação.

Este trabalho procura reunir informações hidrológicas e geoambientais do litoral maranhense e identifica alguns desafios a serem enfrentados pelo governo estadual para que os aquíferos costeiros sejam protegidos a fim de garantir a sustentabilidade hídrica da região.

2 - ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DO LITORAL MARANHENSE

O litoral do Estado do Maranhão, situado entre os paralelos 01°15'/03°30' S e as longitudes 041°47'/046°09' W, está localizado na Província Costeira Barreirinhas/São Luís, estendendo-se do estuário do Gurupi até o Delta do Parnaíba. A faixa costeira é bastante recortada, com inúmeras baías, ilhas, pontas, embocaduras de rios responsáveis pelos sedimentos aluviais, cuja afloração proporciona a proliferação de manguezais. Destaca-se também o domínio de costas baixas, com altitudes abaixo de 100 m, submetida à ação conjunta das atividades marinha, fluvial, pluvial, eólica e antrópica.

Esta região pode ser dividida em três setores (Figura 1):

Litoral Ocidental – corresponde a Região das Reentrâncias Maranhenses, que se estende do estuário do Gurupi até a Baía do Cumã. Nesta zona a precipitação varia entre 2.000 e 2.200 mm/ano, os rios são perenes e a vegetação arbórea de mangue é exuberante. Nesse setor a densidade demográfica

média é de 21,06 hab/km² e o padrão de uso do solo é de baixa intensidade, com acesso difícil por rodovias.

Litoral Oriental – corresponde a Região dos Lençóis Maranhenses, abrangendo a faixa litorânea entre a Baía do Tubarão e o Delta do Rio Parnaíba. A pluviometria varia entre 1.400 e 1.700 mm/ano, a cobertura vegetal é rarefeita, com solos arenosos de baixa fertilidade, marcados por extensos campos de dunas costeiras que fazem parte do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, criada pelo Decreto 8.606, de 02/06/1981, com a finalidade de visitação pública. O padrão do uso do solo é de baixa intensidade e densidade demográfica de 16,91 hab/km².

Golfão Maranhense – É a principal reentrância do litoral maranhense e o grande coletor das águas e sedimentos dos rios Mearim, Itapecuru, Munim, submetida às marés de amplitudes que chegam a alcançar 8 metros. Essa faixa costeira abrange 187 km de extensão e uma superfície de 7.570 km², onde se destaca a Ilha do Maranhão. Nessa zona central as precipitações anuais variam entre 1.800 e 2.200 mm em áreas onde predominam as matas de capoeira e campos sujeitos às inundações periódicas. Nesse setor a densidade demográfica média é de 240,75 hab/km², variando entre 11,95 hab/km² e 1.207,24 hab/km² (Tabela 1).

No Maranhão as taxas de analfabetismo absoluto e funcional atingem 81,2% e os índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM) ocupam as posições mais baixas do ranking em relação às outras regiões geoambientais do país (IBGE, 2002).

3. ASPECTOS HÍDRICOS DO LITORAL MARANHENSE

O ciclo anual das chuvas no litoral maranhense segue um padrão unimodal definido por um máximo, oscilando entre 350 e 500 mm, ocorrendo nos meses mais chuvosos, entre março e abril, com acentuado declínio nos meses colaterais. A estação chuvosa, que vai de dezembro a julho, precipita mais de 90% do total da chuva anual, sendo que o trimestre mais chuvoso (março-abril-maio) corresponde a 55% desse total. A pluviometria anual, cujos valores médios variam entre 1.400 e 2.200 mm é irregular, podendo apresentar grandes desvios percentuais negativos em relação à média, chegando a valores de até 70% (Sousa, 2006).

Apesar da irregularidade de ocorrência das chuvas, os excedentes hídricos anuais são relativamente altos (Figura 2).

A parcela de água que escoar pela superfície da região, relativamente plana, onde ocorrem terrenos porosos com permeabilidade média a baixa, transforma os rios temporários e perenes em caudalosos cursos de água na época chuvosa.

A parcela de água que infiltra no solo se constitui na recarga dos aquíferos costeiros maranhenses de produtividade variável (Figura 3). Estes aquíferos são representados pelas unidades hidrogeológicas constituídas pela cobertura aluvionar recente e pelos sedimentos areno-argilosos das formações Barreiras (Tércio-Quaternário) e Itapecuru (Cretáceo).

Apesar de que na zona costeira os excedentes hídricos ultrapassem 700 mm/ano, os sistemas aquíferos são de produtividade média a fraca (capacidade específica entre 1 e 0,13 m³/h/m), ampliada em certos setores devido à presença de rochas porosas mais permeáveis, possibilitando a exploração através de poços com capacidade específica da ordem de 4 m³/h/m. Todavia, a ocorrência de rochas vulcano-plutônicas da Formação Tromaí, localizadas na extremidade da faixa litorânea ocidental, torna as condições de exploração das águas subterrâneas mais difíceis naquele setor (Pontes et al., 1987).

Vale destacar que mesmo em regiões com elevados excedentes hídricos, a falta de condições geológicas para formação de reservas importantes de água subterrânea, ao lado de altas concentrações demográficas, cria situações locais de escassez de água, tal como ocorre no domínio da Ilha do Maranhão (Sousa, 1997).

As informações acumuladas sobre a zona costeira maranhense, resultantes de levantamentos anteriormente realizados, sejam poços tubulares, sejam relatórios técnicos, evidenciam que a região não é suficientemente conhecida. Do ponto de vista hidrogeológico, a área necessita ainda de estudos a respeito de sua potencialidade como portadora de água subterrânea.

Pensando sobre a compatibilização das necessidades do homem relativas à ocupação e ao uso do solo, com a sustentabilidade hídrica da região litorânea que pretende ocupar, é fácil perceber a importância do ordenamento territorial, do conhecimento das potencialidades hídricas e da vulnerabilidade dos aquíferos ao risco de contaminação das águas, para que o processo gestor seja considerado pleno no que diz respeito à gestão ambiental e dos recursos hídricos.

4. ORDENAMENTO TERRITORIAL DO LITORAL MARANHENSE

O litoral maranhense possui um acentuado contraste em termos de ocupação do seu espaço territorial, abrangendo a Ilha do Maranhão com elevada densidade demográfica e áreas onde a população é dispersa.

Conforme pode ser mostrado na Figura 4, a faixa litorânea tem como uma das principais marcas, a presença de áreas de proteção ambiental (APA), subordinadas a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Maranhão, abrangendo toda a região e extrapolando os limites da sua zona costeira, a saber:

- APA das Reentrâncias Maranhenses: Com uma área de 2.680.911,2 hectares, essa UC está localizada no litoral ocidental maranhense, de Alcântara até a foz do Gurupi, englobando os

municípios de Alcântara, Bacuri, Bequimão, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Cururupu, Godofredo Viana, Guimarães, Luís Domingues, Mirinzal e Turiaçu. Criada pelo Decreto Estadual nº. 11.901 de 11/06/1991 e reeditado em 09/10/1991.

- APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente: Localizada nos municípios de Barreirinhas, Tutóia e Araiões, com uma área de 269.684,3 hectares. Criada pelo Decreto Estadual nº. 11.899 de 11/06/1991 e reeditado em 05/10/1991.
- APA do Maracanã: Localizada no município de São Luís, com uma área de 1.831 hectares. Criada pelo Decreto Estadual nº. 12.102 de 01/10/1991.
- APA Upaon-Açu, Miritiba, Alto do Rio Preguiças: Criada pelo Decreto 12.428 de 05/06/1992. Localizado no Litoral Oriental e Golfão Maranhense, com uma área de 1.535.310 hectares, abrange os municípios de Axixá, Barreirinhas, Humberto de Campo, Icatu, Morros, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, Primeira Cruz, Rosário, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São José de Ribamar, Tutóia, e Urbano Santos.

Independentemente dos objetivos e finalidades de proteção e conservação ambiental que levaram à criação dessas APAs existem questões que precisam ser respondidas:

- I. As informações acumuladas sobre o ambiente costeiro, incluindo o meio hidrogeológico, são suficientes para se ter um diagnóstico socioambiental das unidades de conservação?
- II. Caso exista um diagnóstico, existem prognósticos sobre as possíveis mudanças e alterações situacionais da realidade interna e externa das APAs?

Para responder essas e outras questões foi implementado o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), constituído pela Lei Federal nº. 7.661, de 16/05/1988, iniciando um processo marcado pela experimentação e pelo aprimoramento constante.

Durante a década de 90, houve um notável acervo de realizações, como a efetivação do processo do zoneamento costeiro, a criação de equipes institucionais nos estados costeiros e o aumento da consciência da população em relação aos problemas da zona costeira brasileira.

A tendência permanente ao aumento da concentração demográfica na faixa litorânea, a degradação e a proteção dos ecossistemas litorâneos foram, e são provavelmente, os maiores desafios enfrentados pelo gerenciamento costeiro.

A incorporação da “dimensão hídrica” nas políticas setoriais voltadas à gestão integrada dos ambientes costeiros do Maranhão deve ser considerada como elemento essencial no ordenamento da ocupação do solo da região. E a inclusão da proteção das águas subterrâneas é de vital importância, uma vez que delas dependem grande parte das populações residentes no litoral.

Ressalta-se que o ordenamento territorial não pode prescindir de avaliação das potencialidades hídricas, mesmo que em caráter preliminar, da eficácia dos instrumentos tradicionais, do conceito de sustentabilidade e qualidade ambiental no espaço geográfico, além das dimensões que a sustentabilidade possui.

Para se atingir a sustentabilidade hídrica é preciso conhecer não somente as potencialidades hídricas, tendências das demandas de água, mas também as vulnerabilidades naturais do meio hidrogeológico.

São muito diversificadas as metodologias aplicadas ao ordenamento territorial para fins de gestão ambiental e, tendo todas elas em comum a representação do território através de mapas temáticos, que servem de base para avaliações e decisões.

As cartas geotécnicas com objetivo de fornecer as diretrizes para o planejamento de uso e ocupação do solo na região litorânea, considerando a proteção dos aquíferos costeiros, são baseadas na cartografia dos elementos naturais, principalmente litologia, hidrologia, relevo e níveis hidrostáticos, ao lado de elementos relacionados ao uso e ocupação do solo (as fontes potenciais de poluição). Esses elementos são integrados, possibilitando a elaboração de mapas de vulnerabilidade de aquíferos e delimitação das zonas de recarga das águas subterrâneas, definindo as diretrizes para o planejamento do uso e ocupação do solo na região.

A partir de então o processo gestor se utiliza dos instrumentos tradicionais de ordenamento territorial, incluindo as legislações de uso e ocupação do solo; a fiscalização e controle das atividades para que estejam dentro das normas vigentes; a delimitação das áreas de proteção dos mananciais e o monitoramento da qualidade da água (Almeida, 2002).

5. CONCLUSÕES

A participação da sociedade maranhense na gestão dos recursos hídricos está prevista nos princípios e pressupostos da Lei Estadual nº. 8.149/2004. Entretanto a sua existência não garante a participação efetiva dos munícipes da zona costeira, que ainda se mostra incipiente e excessivamente dependente das ações do governo. A falta de uma estrutura operacional permanente e dedicada exclusivamente ao acompanhamento das estratégias e dos instrumentos da gestão ambiental é particularmente sentida no contexto do gerenciamento costeiro do Estado do Maranhão.

Estes fatos colocam o órgão gestor diante de dois grandes desafios para implementar a política estadual dos recursos hídricos e o programa estadual de gerenciamento costeiro, quais sejam, a estruturação e a capacitação do próprio órgão, como o principal condutor do processo de criação dos comitês de bacias e gerenciando as ações vinculadas à proteção dos ecossistemas costeiros.

Problemas como a degradação e poluição dos mananciais de superfície da Ilha do Maranhão, desmatamentos de extensos manguezais no litoral oriental, contaminação dos cursos de água por mercúrio nas regiões de garimpo nos municípios de Luís Domingues e Carutapera, põe em risco os aquíferos costeiros do litoral maranhense (Bittencourt et al., 1994).

Políticas públicas e vetores do crescimento econômico têm sido planejados e implantados de forma desarticulada, denotando a falta de integração entre os setores governamentais de fomento às atividades econômicas e de proteção dos ecossistemas, gerando conflitos de uso e dificuldades no licenciamento e fiscalização.

A Lei Estadual Nº. 8.149/2004 é uma legislação de recursos hídricos genérica, não levando em conta as especificidades que existem na necessidade de preservação e proteção do ambiente hidrogeológico, considerando a extrema dificuldade na recuperação de zonas aquíferas contaminadas.

A partir dessas conclusões podem-se apresentar algumas recomendações, seja para implementação de projetos futuros, seja para execução imediata.

Entre as possíveis recomendações para aplicação prática imediata, cabe sugerir a implementação de um programa relacionado à defesa da qualidade da água e do meio ambiente.

A criação de um órgão colegiado é aparentemente, a via mais promissora para onde podem confluir os esforços e ações de cooperação para execução de um programa conjunto para o saneamento básico, preservação, despoluição e recuperação ambiental das bacias hidrográficas da ilha do Maranhão.

Porém, a implementação de um órgão colegiado para a gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente representa um desafio de natureza política. Trata-se de convencer dirigentes públicos, despertar o interesse das organizações civis e superar a inércia das instituições ligadas ao setor. Isto requer que os grupos precursores superem, eles próprios, a abordagem exclusivamente setorial ou corporativa da questão dos recursos hídricos.

Além disso, a organização de um esquema organizacional dessa natureza representa um processo, geralmente demorado, de envolvimento e aglutinação dos atores potencialmente interessados, não pode, portanto, ser instituído de maneira burocrática e vertical, sob pena de ficar no papel.

Num primeiro momento, a busca de integração dos principais atores, por meio de amplas reuniões é o passo fundamental para o sucesso da proposta. Daí a necessidade da formação de um órgão colegiado que promova reuniões congregando os centros universitários, a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão, as empresas de poços, os segmentos de usuários das águas e as instituições do governo. Tais reuniões visam, de um lado, a integração e a discussão de projetos específicos; por outro lado, é parte de um processo de organização dos segmentos sociais

interessados que, aos poucos, irão assumir a gestão dos recursos hídricos de forma consciente e participativa.

Em um equacionamento atualizado dos problemas de gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente não se pode deixar de ter em conta as experiências representativas e exemplares no território nacional, englobando contribuições de utilidade.

No conjunto são recomendados projetos, no âmbito da Zona Costeira Maranhense, de alcance abrangente, cuja materialização representa o desafio que está posto para as instituições de pesquisa, grupos técnicos especializados, governantes e organizações não governamentais.

PROGRAMA	PROJETO
Pesquisa	<ul style="list-style-type: none">- Estudo detalhado das potencialidades hídricas.- Mapeamento hidrogeológico detalhado da zona costeira.- Mapeamento isotopométrico das áreas de risco de intrusão salina.- Cadastramento de poços e pontos de água e atualização do inventário hidrogeológico.- Mapeamento da vulnerabilidade dos aquíferos ao risco de contaminação das águas subterrâneas.- Zoneamento florestal das áreas de recarga, de trânsito e de descarga das águas subterrâneas.
Desenvolvimento econômico	<ul style="list-style-type: none">- Reflorestamento das áreas de recarga, de trânsito e de descarga das águas subterrâneas.- Incentivo a adoção de tecnologias para minimização da geração de efluentes e para o prévio tratamento dos mesmos antes do seu lançamento em corpos hídricos.- Incentivo ao desenvolvimento de programas de gerenciamento integrado de resíduos e substâncias perigosas a fim de minimizar danos aos corpos hídricos.
Defesa contra poluição	<ul style="list-style-type: none">- Monitoração das áreas potencialmente críticas sujeitas à poluição, junto às zonas de recarga e unidades de conservação dos aquíferos costeiros.- Análise hidroquímica (cloretos e nitratos e metais pesados).- Legislação específica para a proteção dos aquíferos.
Difusão de informações	<ul style="list-style-type: none">- Implantação de um subsistema de dados hidrológicos, integrante do sistema de informações do gerenciamento costeiro e difusão das informações aos usuários.- Desenvolvimento de campanha de esclarecimento público acerca da correta utilização das águas disponíveis, evitando desperdícios.

Para implementação de projetos no âmbito da Zona Costeira Maranhense, cabe ressaltar a necessidade do fortalecimento e manutenção da equipe estadual de gerenciamento costeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SÁBER, A. N. O Litoral Brasileiro. São Paulo: Metalivros, 2005.
- ACCIOLY, A.C.A. et al. Proposta preliminar de zona de proteção do aquífero Beberibe: avaliação de riscos e profilaxia de uso e ocupação do solo. In: IV Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste. Olinda-PE, ABAS, 2001.
- ALMEIDA, F. G. Território Territórios. Programa de Pós-graduação em Geografia – PP GEO-UFF/AGB – Niterói, 2002.
- BITTENCOURT, J.B. et al. Perfil estadual do litoral maranhense. Relatório N°. 007/94-CPE/GERCOMA, 1994. São Luis-MA.
- BRASIL. Lei N°. 7.661 – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. 1988. Disponível em: www.planalto.gov.br.
- BRASIL. Lei N°. 9.433 – Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: www.planalto.gov.br.
- CPRM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís-Cururu – folhas SA.23-Z-A e SA.23.23-X-C. Estado do Maranhão. Brasília, 1994.
- MARANHÃO: Lei N°. 8.149 – Política Estadual de Recursos Hídricos. 2004. Disponível em: <http://www.mp.ma.gov.br/caouma/Legislacao/Estadual/rechidricos.pdf>
- PONTES, J. S. A. et al. Avaliação regional do setor mineral - Maranhão. DNPM. Brasília, 1987.
- ROCHA, E.J.T. et al. Gerenciamento dos Recursos Hídricos Costeiros no estado do Ceará. In: VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Gravatá-PE: SRH-MMA, 2006.
- SANTANA, A. G. Desafios para a implementação do sistema de recursos hídricos. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luís-MA: SRH-MMA, 2004.
- SOUSA, S. B. *Recursos Hídricos da Ilha do Maranhão*, 1997. (Dissertação de Mestrado - UFPR).
- SOUSA, S. B. *Bases para a proteção e gestão das águas subterrâneas da Ilha do Maranhão*. In: IV Diálogo interamericano de gerenciamento de águas. Foz de Iguaçu-PR, SRH-MMA, 2001.
- SOUSA, S. B. “*Regime hídrico da região dos Lençóis Maranhenses (Maranhão – Brasil)*”. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luís-MA: SRH-MMA, 2004.
- SOUSA, S. B. “*Regime hídrico do Litoral Maranhense*”. In: VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Gravatá-PE: SRH-MMA, 2006.

Municípios litorâneos	População	Extensão (km ²)	Dens. demográfica (hab/km ²)	IDHM
Bacuri	16.824	788	21,35	0,594
Bequimão	18.461	769	24,01	0,577
Cândido Mendes	20.656	1732	11,93	0,584
Carutapera	20.650	1256	16,44	0,571
Cedral	11.008	262	42,02	0,619
Cururupu	40.029	936	42,77	0,623
Godofredo Viana	6.715	640	10,49	0,596
Guimarães	12.849	599	21,45	0,640
Luís Domingues	5.700	467	12,21	0,632
Turiaçu	35.597	2578	13,81	0,567
Alcântara	22.550	1483	15,21	0,600
Axixá	10.721	203	52,81	0,619
Icatu	22.088	1449	15,24	0,572
Paço do Lumiar	101.554	132	769,35	0,727
Raposa	21.347	64	333,55	-
Rosário	35.199	685	51,39	0,630
São José de Ribamar	134.593	386	348,69	0,700
São Luís	998.385	827	1.207,24	0,778
Anajatuba	23.214	1117	20,78	0,567
Cajapió	10.864	909	11,95	0,562
Santa Rita	25.026	786	31,84	0,592
São João Batista	21.365	691	30,92	0,592
Araioses	35.212	1783	19,75	0,486
Barreirinhas	45.804	3111	14,72	0,552
Humberto de Campos	22.149	2131	10,39	0,569
Primeira Cruz	12.545	1368	9,17	0,557
Tutóia	45.474	1489	30,54	0,538
	1.776.579 (*)	28.641 (*)	118,15 (**)	-

Fonte: IBGE, 2006

(*) Valores totais

(**) Valor médio

Tabela 1 – Densidade demográfica e IDH dos municípios litorâneos maranhenses

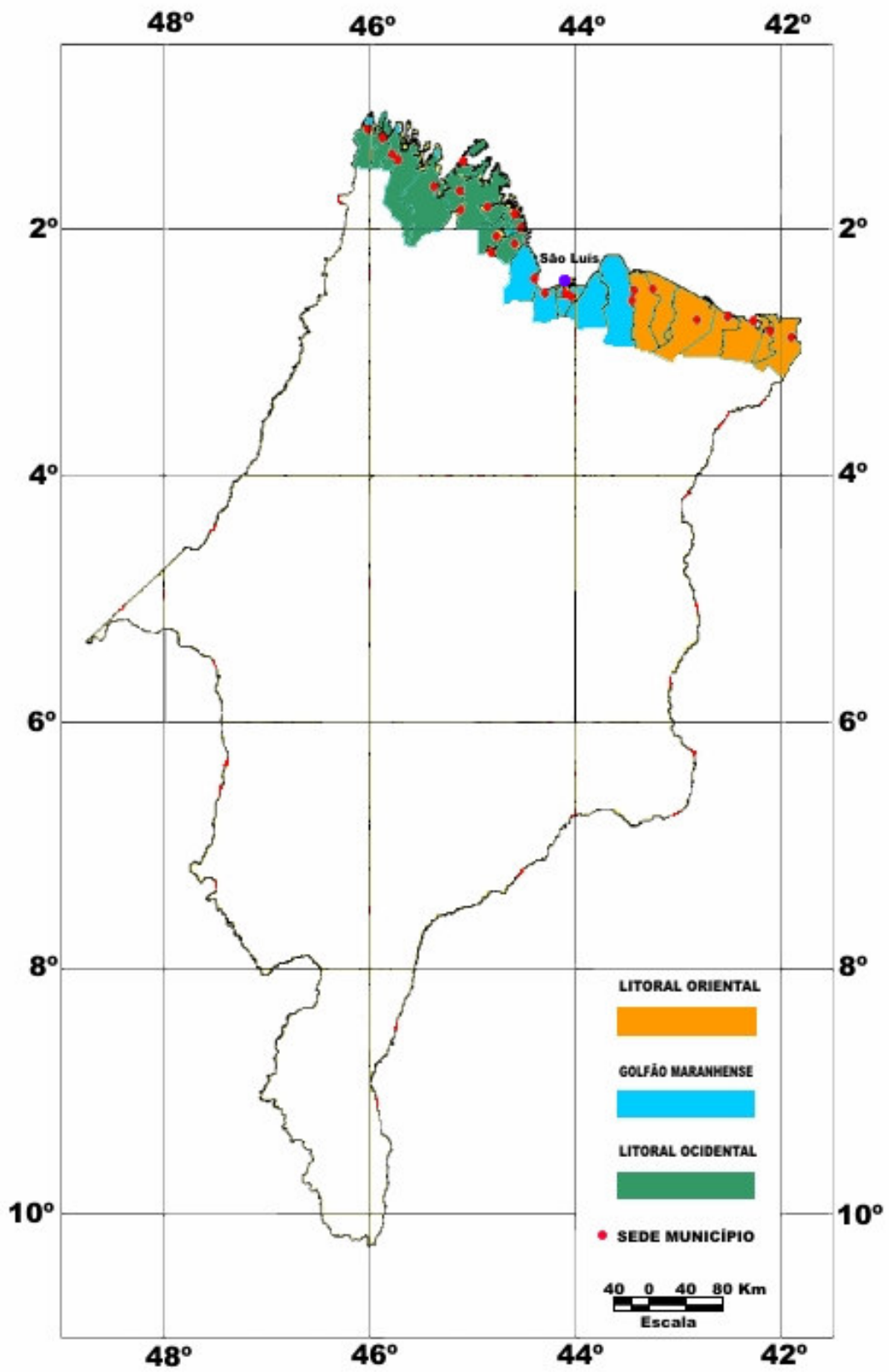


Figura 1 – Municípios do Litoral Maranhense

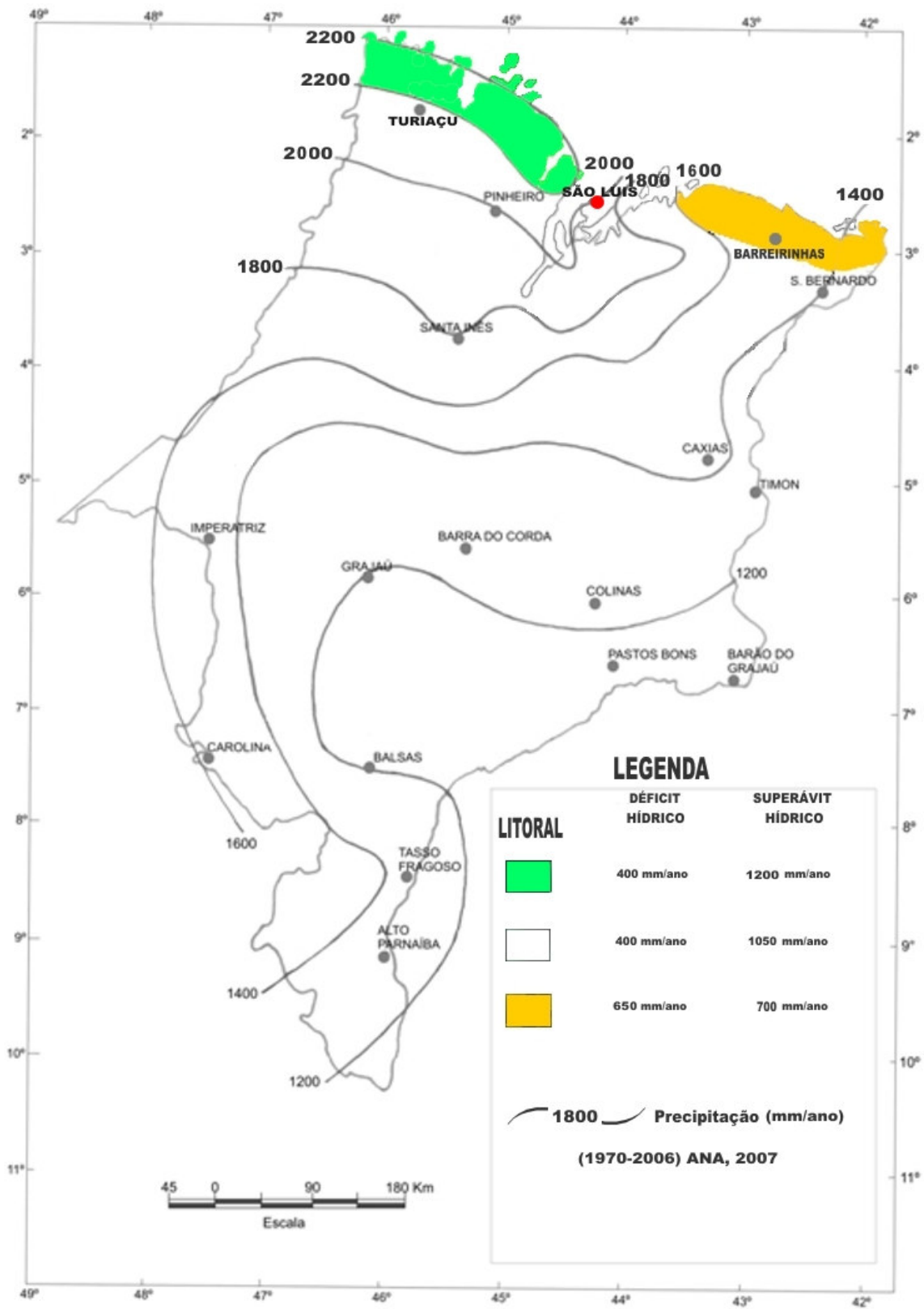


Figura 2 – Mapa de isoietas do Maranhão – Litoral – déficit e superávit hídricos

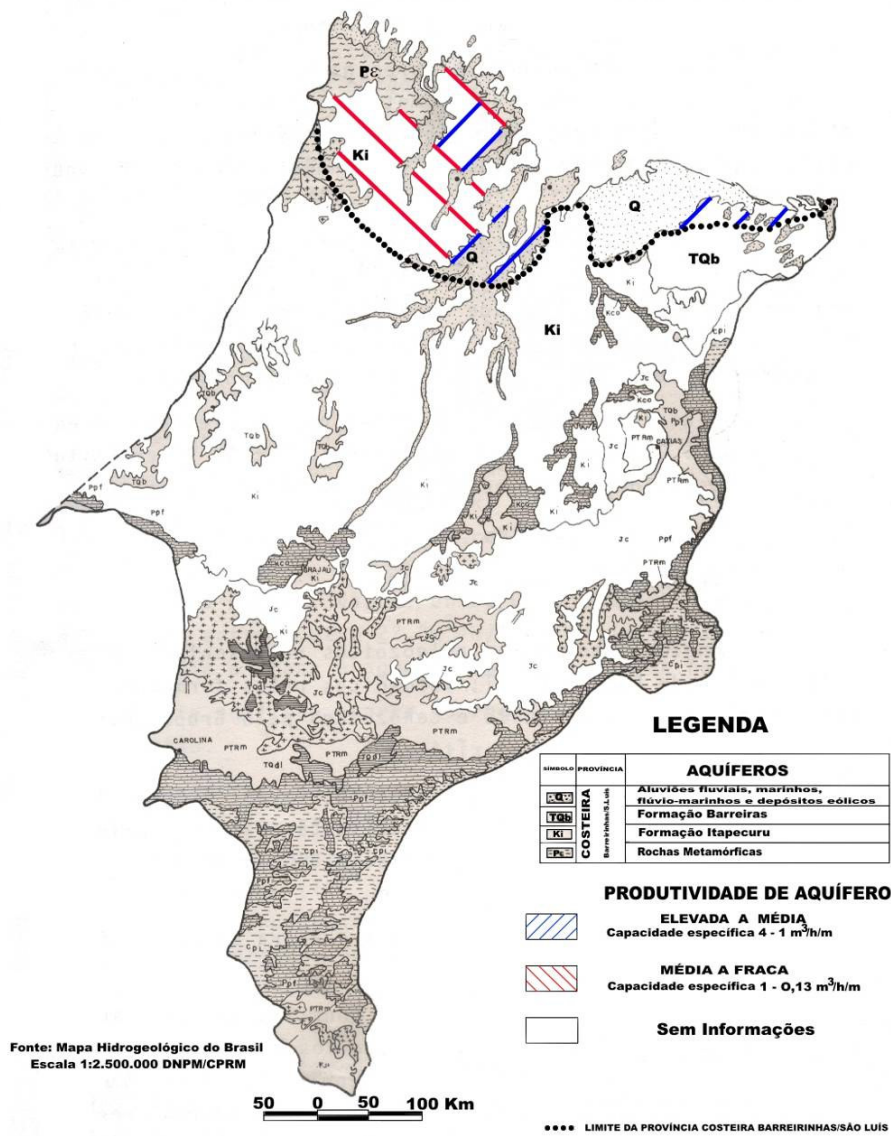


Figura 3 – Produtividade das águas subterrâneas do litoral maranhense

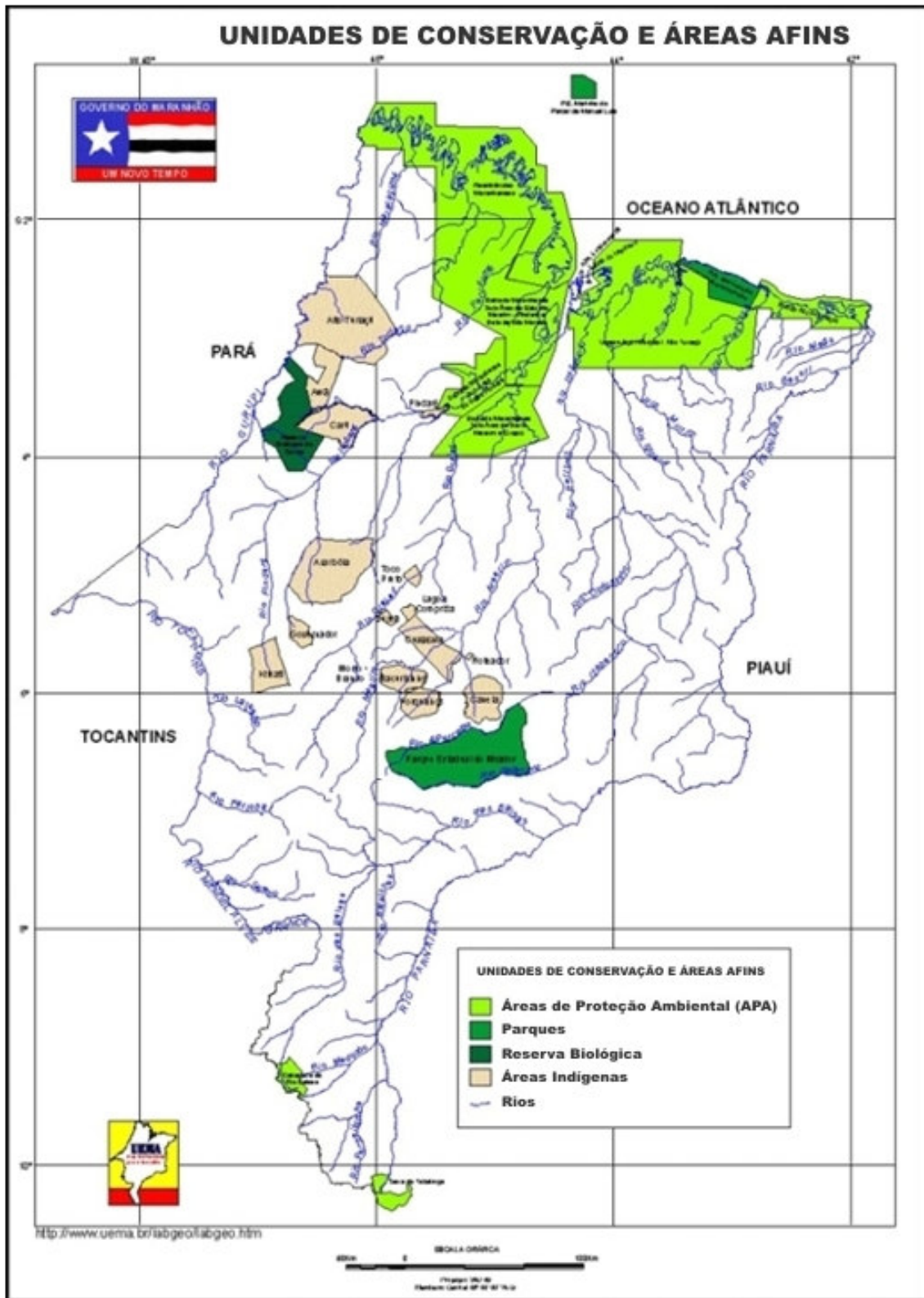


Figura 4- Unidades de Conservação do Estado do Maranhão