

REFLEXÕES SOBRE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO ESTADO DO MARANHÃO

Luiz Carlos Araújo dos Santos¹

RESUMO: O trabalho procurou identificar os principais aquíferos no Estado do Maranhão, considerando que os mesmos correspondem à principal fonte de abastecimento urbano e das atividades econômicas do Estado. Consequentemente há necessidade de conhecer este potencial para utilizá-lo sem trazer danos ambientais. Assim, o objetivo do trabalho foi sistematizar as informações disponíveis sobre a água subterrânea no Maranhão, identificando os principais aquíferos, assim como os principais agentes poluidores desta água. Para tanto foram utilizadas as obras desenvolvidas pela ANA (2005), IBGE (1997) e Costa (1994) dentre outros trabalhos complementares. Verificou-se que o Estado do Maranhão encontra-se totalmente localizado na Bacia Sedimentar do Maranhão, tendo como principais províncias hidrogeológicas: a Bacia do Maranhão, São Luís e Barreirinhas.

Palavras-Chave: Aquíferos, Bacia do Maranhão, Províncias hidrogeológicas

ABSTRACT: This study sought to identify the major aquifers in the State of Maranhão, considering that the same are the main source of urban water supply and economic activities of the state. Consequently there is a need to know this potential to use it without bringing environmental damage. Thus, the objective is to systematize the available information on groundwater in Maranhão, identifying key aquifers as well as the main pollutants of the water. Therefore, we used the work developed by the ANA (2005), IBGE (1997) and Costa (1994) among other additional work. It was found that the state of Maranhão is entirely located in the Maranhão Basin, the main hydrogeological provinces: Basin of Maranhão, Sao Luis, and Barreirinhas.

Keywords: Aquifers, Maranhão Basin, hydrogeological provinces

¹ Prof. Universidade Estadual do Maranhão – CESI/UEMA, Rua Guanabara, 484, Entrocamento – Imeratriz. E-mail: luizcarlos.cesi@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea é utilizada para vários fins, tais como o abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. O trabalho do IBGE (20002) mostrou que no Brasil, 15,6% dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea, 77,8% usam rede de abastecimento de água e 6,6% usam outras formas de abastecimento.

A disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos e a construção de poços são os principais fatores determinantes na exploração dos aquíferos. Devendo considerar ainda, o crescimento descontrolado da perfuração de poços tabulares e das atividades antrópicas, que acabam contaminando os aquíferos e interferindo na qualidade da água subterrânea.

Estas modificações interferem na questão da vulnerabilidade e proteção dos aquíferos, pois os mesmos, ainda são temas pouco explorados e precisam ser incorporados à gestão das águas subterrâneas e ao planejamento do uso e ocupação do território.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo sistematizar as informações disponíveis sobre a água subterrânea no Maranhão, identificando os principais aquíferos, assim como os principais agentes poluidores desta água.

Para atingir o objetivo proposto e considerando que as fontes de informações mais importantes sobre o tema em geral são de caráter pontual e alguns elaborados pelas Secretárias Estaduais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Agência Nacional de Água (ANA), o presente estudo concentrou-se no levantamento e sistematização dessas referências disponíveis sobre o assunto.

Sendo assim, foram utilizadas como base para este trabalho as seguintes referências: Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil (ANA, 2005), Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (ANA, 2009), Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão (IBGE, 1997), Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino (Costa, 2000).

2. PANORAMA NACIONAL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

As condições favoráveis à ocorrência de água subterrânea ocorreram em rochas fraturadas presentes nas discontinuidades da rocha como falhas e fraturas, incidência nas rochas ígneas e metamórficas. Nas rochas sedimentares, a água é armazenada no espaço entre os grãos da rocha.

O trabalho da ANA (2005) expõe de forma geral que os terrenos sedimentares apresentam os melhores aquíferos, e ocupam cerca de 4.130.000 km², ou seja, aproximadamente 48% do território nacional. Salienta ainda, que os principais sistemas aquíferos do país estão situados nas bacias sedimentares brasileiros e são apresentados na figura 1.

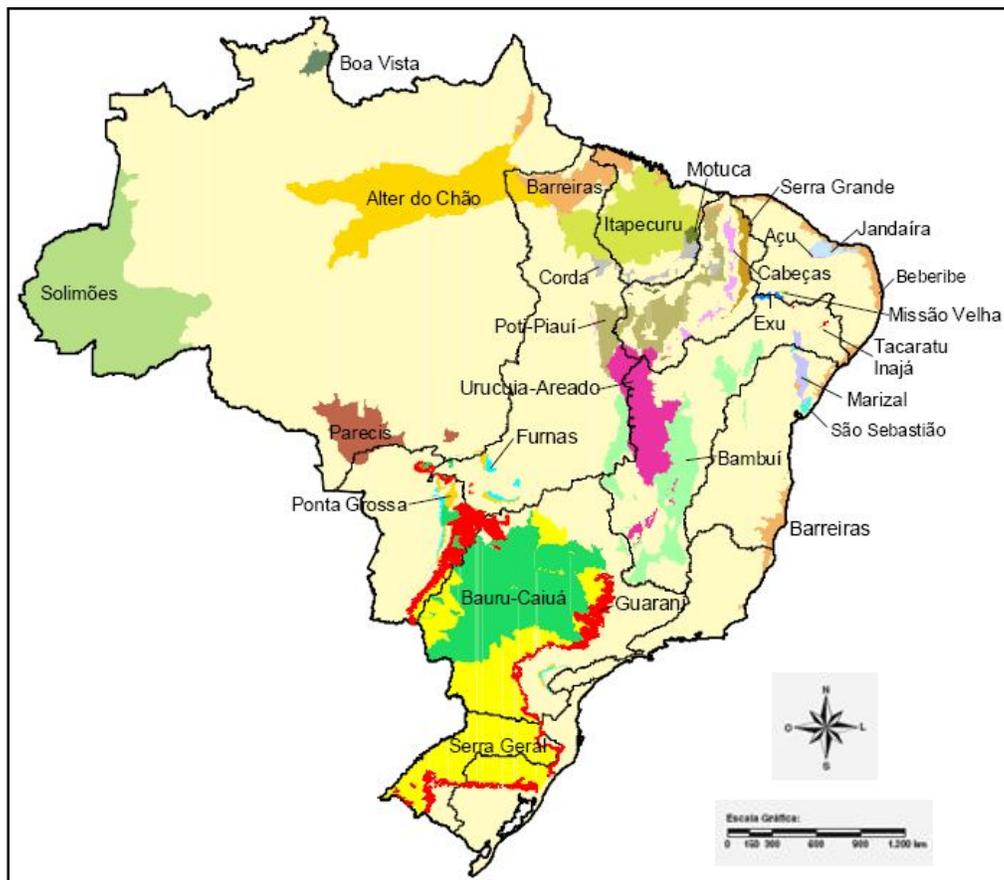


Figura 1 – Distribuição dos principais aquíferos do Brasil
 Fonte: ANA, 2005

Os trabalhos técnicos com levantamentos estimados de poços tubulares existentes no Brasil são raros, o primeiro foi Rebouças (1998), que estimulou para aquela época aproximadamente 200 mil poços perfurados nos 30 anos anteriores. Já o trabalho do PNRH (2006) estimou a existência no país de aproximadamente 400 mil poços utilizados para diversos fins. O levantamento mais recente feito pela ANA (2009), estimou que foram perfurados no Brasil cerca de 416 mil poços tabulares após 1958. No Maranhão temos 879 poços cadastrados no SIAGAS e uma estimativa atual dos poços perfurados chega ao mínimo a 12.000. A figura 2 traz a espacialização das províncias hidrogeológicas e a concessão de lavra de água no país.

Quanto à utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma acelerada nas últimas décadas e há indicações de que essa tendência deverá continuar o que explica o crescimento contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação na pesquisa e captação dos recursos hídricos subterrâneos e do número de pessoas interessadas pelas águas subterrâneas tanto nos aspectos técnico-científicos e socioeconômico como no administrativo e legal.

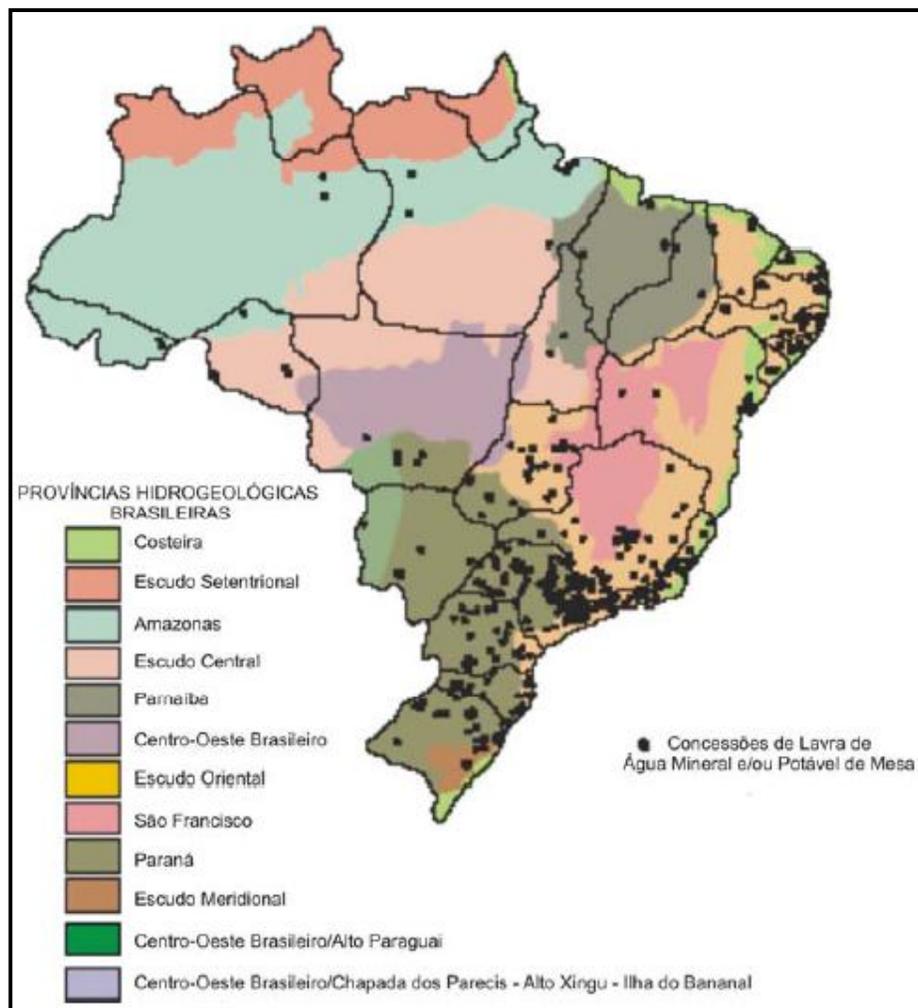


Figura 2 – As províncias hidrogeológicas do Brasil e as áreas de concessão de lavra de águas.

Fonte: Queiroz, 2004 apud ANA, 2005.

O relatório da ANA (2009) especifica que a potencialidade de águas subterrâneas no território nacional não é uniforme, ocorrendo regiões de escassez e outras com relativa abundância, havendo localidades com significativa disponibilidade hídrica, como aquelas abrangidas pelo Aquífero Guarani e aquíferos sedimentares em geral, e outras com disponibilidade baixa, como aquelas de ocorrência das rochas cristalinas no semi-árido brasileiro.

Levantamento feito pelo IBGE (2002) mostrou que a água de poços e fontes vem sendo utilizados intensamente para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer, dos quais 15,6% dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea.

O trabalho de Freire et al. (1998) mostrou que nos estados mais desenvolvidos da Federação, entre 70% e 90% das cidades e 95% das indústrias já vêm sendo abastecidas por poços. Os dados do relatório de ANA (2009) relata que cerca de 90% das cidades do Paraná e Rio Grande do Sul são abastecidas por águas subterrâneas; no Piauí, o percentual é superior aos 80% e no Maranhão o

número supera 70% das cidades que usam água de poços. É importante, frisar que neste último estado a água superficial e abundante.

3. ASPECTOS LEGAIS

As águas subterrâneas a partir da constituição de 1988 em seu Art. 20, inciso IX, dispõe que os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são considerados bens da União. O Art. 26, inciso I estabelece que sejam bens dos estados às águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A Constituição Federal em vigência em seu Art. 24 estabelece que é de competência da União, Estados e Distrito Federal legislar concorrentemente sobre a defesa dos recursos naturais. Em função da abertura promovida pela Constituição Federal, é possível cada estado realizar sua própria legislação, desde que não venha divergir com a legislação federal.

O Código de Mineração dispõe no Art. 10 que as jazidas de água mineral em fase de lavra e as de águas subterrâneas deverão obedecer à legislação especial, no caso o Decreto-lei nº 7.841/45, conhecido Código de Águas Minerais.

O trabalho de Caubet (2009) expõe que a legislação federal carece de texto específico sobre águas subterrâneas, apesar da existência da lei nº 9.433/97, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, e que deveria suprir essa necessidade, considerando que a água subterrânea também é recurso hídrico.

A Constituição do Estado do Maranhão em seu Art. 12, inciso II, alínea “f”, compete ao Estado a [...] conservação da natureza do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. Já o Art. 13, inciso IV inclui como bem do estado, as águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A Lei Estadual nº 5.405 (Código de Proteção de Meio Ambiente) no Art. 111, considera as águas subterrâneas as que ocorrem natural e artificialmente no subsolo de forma suscetível de extração e utilização pelo homem.

Nesta mesma lei no Art. 117 expõe que se no interesse da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de água ou por motivos geotécnicos ou ecológicos fez-se necessário restringir a captação e uso dessas águas; o órgão executivo integrante do SISEMA poderá delimitar áreas destinadas ao seu controle.

O Decreto Estadual nº 13.494/93, no Art. 88, inciso I, expõe os recursos hídricos superficiais e subterrâneos devem ser gerenciados segundo uma abordagem integrada e sustentável, considerando-se a bacia hidrográfica como unidade básica de gestão. Este princípio tem encontrado

dificuldade na sua implantação e execução em virtude da implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 8.149/04) ainda não ter sido implantada no Estado.

A lei nº 8.149/04 da Política Estadual de Recursos Hídricos vem contribuir para gestão da água subterrânea, porém, assim como a federal trata mais especificamente da água superficial deixando uma lacuna nos instrumentos legais para água subterrânea.

4. ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MARANHÃO

O Estado do Maranhão encontra-se localizado na Bacia Sedimentar do Parnaíba, também conhecido como Bacia Sedimentar do Maranhão, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. A sua estrutura tectônica é simples, devido à atitude monoclinial das camadas, que mergulham suavemente das bordas para o interior. Levantamento feito pelo IBGE (1997) expõe que o pacote de sedimentos da bacia alcança uma espessura de 3000 metros, dos quais 2550 são de idade paleozóica e os restantes 450 metros, mesozóica. Relata ainda, que por se tratar de uma área de rochas quase exclusivamente sedimentares, o Estado do Maranhão apresenta possibilidade promissora de armazenamento e exploração de águas subterrâneas.

A figura 3 ilustra a estratigrafia geológica do Maranhão, o qual traz 22 unidades. Estas unidades são as responsáveis pelo armazenamento e recarga das águas subterrâneas.

Acima do embasamento cristalino, que constitui o fundo impermeável geral de toda a bacia sedimentar, desenvolveram-se os três principais aquíferos: Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí. Os dois primeiros são aquíferos em carga, postos em confinamento, respectivamente, pelas formações semipermeáveis Pimenteiras e Longa, que funcionam como aquitards. Outro conjunto hidrogeológico composto, principalmente, pelos aquíferos Sambaíba, Motuca, Corda, Grajaú e Itapecuru, separados, entre si, por aquitards constituídos pelas formações Pedra de Fogo, Pastos Bons, Codó e derrames basálticos IBGE (1997). A tabela 1 traz as principais zonas de captação do pacote sedimentar do Parnaíba.

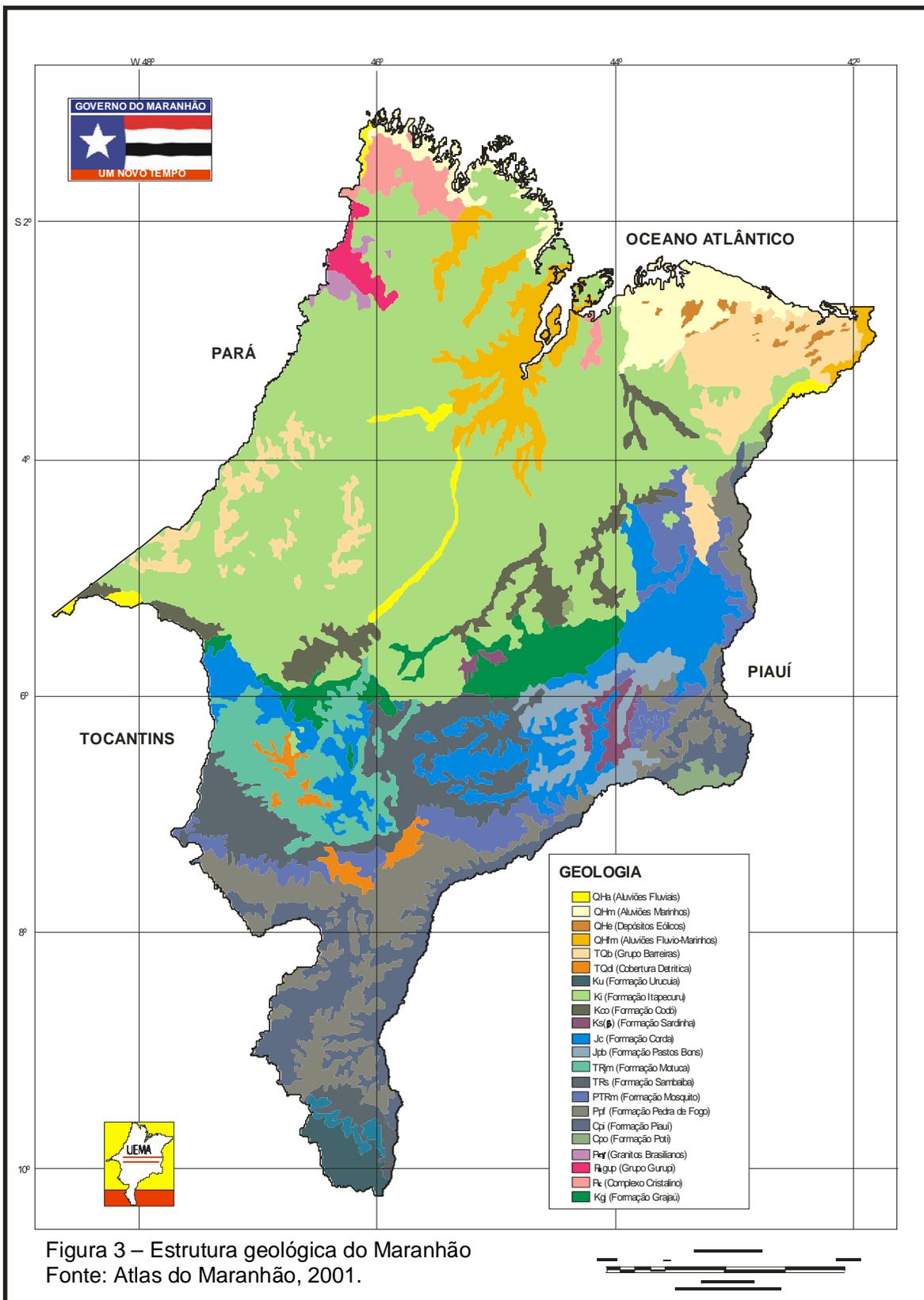


Tabela 1 – As principais zonas de captação de água subterrânea

Zona 1	<p>Captação em profundidade superior a 1000 metros;</p> <p>Zona de exploração dos aquíferos Sambaíba e Poti-Piauí, de características litológicas predominantemente arenosas, com amplas áreas de realimentação em suas zonas aflorantes;</p> <p>Previsão de vazões acima de 100 m³/h;</p> <p>Exploração recomendada para empreendimentos de maior vulto populacional, industrial ou irrigação.</p>
Zona 2	<p>Captação dos aquíferos Corda, Grajaú e Itapecuru, que ocupam mais de 50% da área; Constituem aquíferos livres a sub-confinados, em geral satisfatórios para atender pequenos empreendimentos, com poços de até 250 metros de profundidade e vazões entre 5 e 40 m³/h;</p> <p>Área recomendável para exploração de água subterrânea para abastecimento público, pequena irrigação, pequena e média indústria, pecuária e serviços em geral.</p>
Zona 3	<p>Captação dos aquíferos da Formação Barreiras e sedimentos do quaternário;</p> <p>Na formação Barreiras, poços com profundidades médias de 80 metros chegam a produzir 100 m³/h;</p> <p>Os sedimentos do Quaternário são representados principalmente por dunas e aluviões, altamente porosos e permeáveis;</p> <p>Recomendáveis para exploração de água subterrânea como suporte a empreendimentos de baixo e médio porte.</p>

Fonte: IBGE, 1997.

4.1 O sistema aquífero maranhense

A província hidrogeológica do Parnaíba abrange cerca de 90% do território maranhense, correspondendo geologicamente à Bacia Sedimentar do Parnaíba também conhecida como Bacia Sedimentar do Maranhão.

Nesta bacia sedimentar constituída de uma alternância de formações geológicas de composição litológica variada entre arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos, os principais aquíferos são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 – Sequência dos aquíferos da Província Parnaíba			
IDADE	AQUÍFERO	ESP. MÉDIA (m)	CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA
Quaternário	Aluvial	5	Areias e argilas
Tercio_quaternário	Barreiras	60 a 80	Arenitos, areias e argilas
Cretáceo	Itapecuru	100	Arenitos, folhelhos e siltos
	Corda	220	Arenitos, folhelhos e calcários
Jurássico	Corda	160	Arenitos, siltos, folhelhos e silax
Triássico/Permiano	Pastos Bons/Motuca	180	Arenitos, mudstones, siltos e calcários
Carboníferos	Piauí	200	Arenitos e folhelhos
	Poti	200	Arenitos e folhelhos
Devoniano	Cabeças	300	Arenitos e siltos
	Serra Grande	500	Arenitos grosseiros

Fonte: Costa, 2000.

A hidrogeologia do Maranhão é representada pelos seguintes aquíferos, conforme levantamento feito pelo IBGE (1997), e Costa (2000):

A Formação Pedra de Fogo consiste litologicamente de siltos e folhelhos arroxeados, micáceos, arenitos muito finos e frequentes lentes de silex. Ocorre no extremo-sul da área, desde Carolina até o sul de Alto Parnaíba, aparecendo com destaque na Serra do Penitente. Sua litologia pelítica torna-se uma unidade de fraco potencial hidrogeológico (IBGE, 1997).

A Formação Motuca dispõe-se em uma faixa irregular, desde a cidade de Carolina até São Felix de Balsas. Possui reduzido potencial hidrogeológico, explorada principalmente por poços manuais (10 a 15m) que atingem apenas o lençol mais superficial.

Aquífero Sambaíba aflora quase continuamente na porção sudoeste do Estado do Maranhão e caracteriza-se por seu relevo aplanado, onde se desenvolvem extensos areais, com notáveis morros-testemunhos, de topos planos e escarpas abruptas, geralmente capeadas por camadas basálticas. Levantamento feito pelo IBGE (1997) essa formação apresenta-se como uma unidade promissora para exploração de água subterrânea. A sua espessura média situa-se em torno de 300 metros e constitui um pacote sedimentar de elevada expressão como reservatório hídrico, em função de suas características de boa poro-permeabilidade, decorrente de sua litologia predominantemente arenosa (arenitos finos a médios, bem selecionados).

A Formação Pastos Bons aflora principalmente nos vales dos rios Itapecuru, mais precisamente entre as várzeas do Cerco e Fortuna, Balseiros entre Paraibano e a barra do rio Corrente. Reúne arenitos finos, argilosos e siltos, com intercalações de folhelhos. Essas características determinam um aquífero de baixa produtividade. O trabalho de Costa (2000) mostrou um sistema aquífero muito fraco e ocorre em área restrita, sendo pouco explorado e com parâmetros

hidrodinâmicos médios: transmissividade ($2,3.10^{-4}m^2/s$), permeabilidade ($3,6.10^{-6}m/s$) e armazenamento ($2,0.10^{-4}$). Costa (2000) em seu trabalho relata que poços têm uma vazão específica variando entre 0,13 e 1,0 $m^3/h/m$ com vazões entre 3,2 e 25 m^3/h para rebaixamento de nível d'água de 25 metros.

O sistema aquífero Corda constitui-se litologicamente de arenitos finos a médios, amarronzados e arroxeados, quartzosos, com níveis argilosos e eventuais intercalações de siltitos e folhelhos. Esse aquífero apresenta-se como alternativa viável de exploração de água subterrânea em toda porção centro-leste da área, sobretudo, considerando-se que as formações Itapecuru e Codó, que lhe sobrepõe, muitas vezes não produzem vazões satisfatórias, além do mais, outros sistemas aquíferos mais importantes como o Potí-Piauí e o Cabeças encontram-se a profundidades economicamente inviáveis. Os poços que exploram esse aquífero jurássico apresentam profundidades médias da ordem de 150 m e chegam a atingir até 480 metros em função das condições topográficas. O nível estático médio é da ordem de 25m e as vazões oscilam entre 10 e 20 m^3/h . Ocorre sob condições livre semiconfinado e confinado, os parâmetros hidrodinâmicos médios são: transmissividade ($8,0.10^{-4}m^2/s$), permeabilidade ($2,0.10^{-5}m/s$) e armazenamento ($4,0.10^{-6}$), constitui uma água de boa qualidade química Costa (2000). O principal uso desse manancial é para o abastecimento doméstico.

O aquífero Grajaú aflora na porção centro-sul e centro-oriental do estado, geralmente em forma de chapadas e mesetas arenosas de pequeno destaque topográfico. Sua litologia é constituída por arenitos róseos, cremes e esbranquiçados, finos a médios, com intercalações de siltitos, argilitos e clásticos grosseiros. Hidrogeologicamente apresenta potencial fraco a médio.

O sistema aquífero Itapecuru é litologicamente formado por arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, esbranquiçados, avermelhados e cremes, com níveis sílticos e argilosos, e grosseiros na base. A recarga desse aquífero é realizada, principalmente, através de infiltração direta das precipitações pluviométricas e pelos rios que o drenam. Apesar da grande área de ocorrência, essa alimentação é, em parte, prejudicada pelo desenvolvimento de horizontes plínicos, que constituem verdadeiras barreiras hidrogeológicas, fazendo com que o movimento descendente das águas infiltradas seja inibido.

Por outro lado, o intenso desmatamento contribui também para um menor tempo de permanência das águas precipitadas pela atmosfera no solo, acelerando os processos erosivos e provocando um maior escoamento superficial. É, sem, dúvida, o aquífero mais explorado do Maranhão, sobretudo em São Luís e São José de Ribamar, que captam suas águas subterrâneas com poços de profundidades que variam, em média, entre 30 e 100 m e vazões de 5 a 12 m^3/h , chegando, excepcionalmente, a atingir mais de 40 m^3/h . Em função de sua constituição predominantemente pelítica, o aquífero Itapecuru pode ser classificado como de potencial fraco a médio, chegando, em

muitos casos, a ser desprezados para explorarem aquíferos mais profundos, neste caso o Corda e o Sambaíba, por obter melhores vazões. É utilizado na pecuária e no abastecimento humano no interior do Estado do Maranhão, e para abastecimento doméstico na cidade de São Luís. Nesta cidade, o Itapecuru apresenta predominantemente águas carbonatadas-cloretadas com predominância do tipo sódica Sousa (2000).

Quanto à hidrodinâmica Costa (2000) em seu trabalho traz os seguintes dados: a transmissividade ($T=1,5.10^{-4}$ m²/s), a permeabilidade ($K= 3,8.10^{-6}$ m/s) e porosidade eficaz ($m=1,3.10^{-1}$). Este aquífero ocorre em geral sob a forma de livre a semiconfinado.

O sistema aquífero Barreiras é constituído por clásticos finos a grosseiros, heterogêneos, mal consolidados e reúne arenitos médios a conglomeráticos, siltitos e argilas de cores variegadas. Constitui um sistema aquífero livre, descontínuo, heterogêneo e de boa pro-permeabilidade. Acha-se influenciado pelas feições topográficas do terreno, sendo suas águas comumente drenadas para locais mais baixos, onde o lençol subterrâneo aflora, dando origens a fontes ou surgências, que em alguns casos correspondem às nascentes de pequenos córregos ou aumentam o caudal de rios, que constituem os principais exutórios desse aquífero. Representa uma unidade geohídrica bastante promissora à captação de água subterrânea, onde os horizontes produtores são determinados pelos pacotes areníticos e conglomeráticos.

Trata-se de um aquífero de potencial hidrogeológico médio a alto, podendo comumente produzir vazões de até 100 m³/h, sendo sua profundidade média de exploração variando entre 60 a 80 metros (IBGE, 1997). Na Ilha do Maranhão, onde está situada a capital do Estado, o abastecimento de água é realizado pelos sistemas aquíferos Barreiras e Itapecuru.

Costa (2000) relatou em seu trabalho que os subsistemas aquíferos de São Luís e Barreirinhas são separados por uma estrutura do cristalino, o qual separa também os dois sistemas do sistema do Maranhão. Porém os dois são de origem comum, sendo depositados em fossas tectônicas com profundidades que chegam até 10.000m, entretanto os aquíferos explorados são os mais superficiais a uma profundidade de 200 m. Ele salienta ainda que a produtividade pode ser considerada como média, com vazão específica entre 0,5 e 3m³/h/m e vazões variáveis entre 3,2 e 25 m³/h, considerada água de boa qualidade.

A tabela 3 representa o potencial hídrico subterrâneo, o qual está representado pelos três principais sistemas aquífero do Maranhão e com um sistema hidrográfico de 16.879 m³/ano. Estes sistemas no Estado têm um potencial hídrico subterrâneo de 22.179,00.

As informações disponíveis na tabela 3, representa o potencial que o Estado do Maranhão tem no que diz respeito aos recursos hídricos, seja superficial ou subterrâneo. Cabe então o poder público gerenciar este potencial atendendo as normas legais estabelecidas nas leis federais e estaduais.

Tabela 3 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Maranhão por Sistema Aquífero (em 106 m³/ano)

Sistema Aquífero	Área (Km ²)	Parcela Restituída ao Sistema Hidrográfico	Parcela Escocada para o Oceano	Total
Maranhão (Parnaíba)	550.000	15.379,00	-	15.379,00
São Luís	30.000	-	-	2.800,00*
Barrerinhas	33.500	1.500,00	2.500,00*	4.000,00*
Total		16.879,00	2.500,50	22.179,00

* Potencial total, estimado pela parte infiltrada do excedente hídrico pelo método de Thontfwaita (saída aos rios e oceanos).

Fonte: Costa, 2000.

A tabela 4 traz a disponibilidade hídrica subterrâneo por unidade de planejamento (bacia hidrográfica) destacando tanto na disponibilidade quanto na potencialidade a bacia do Parnaíba e Mearim-Grajaú-Pindaré. A disponibilidade hídrica, assim como, a potencialidade por unidade de planejamento (bacia hidrográfica) são representativas na região. Na concepção teórica implica dizer que encontramos com abundância água superficial e subterrânea. As quais são oriundas principalmente dos terrenos sedimentares.

Tabela 4 – Disponibilidades e potencialidades de águas subterrâneas por bacia hidrográfica.

DENOMINAÇÃO DA UP	POPULAÇÃO		Área (Km ²)		Disponibilidade 100 m ³ /ano	Potencialidade 100 m ³ /ano
	Urbano	Rural	T. Sedimentar	T. Cristalino		
Tocantins Maranhense	264.818	184.558	32.900	-	75,00	500,00
Gurupi	182.304	386.480	50.000	-	84,00	2.510,00
Mearim-Grajaú-Pindaré	842.469	1.479.103	97.000	-	591,00	3.490,00
Itapecuru	326.331	445.288	54.000	-	203,00	1.550,00
Munim-Barrerinhas	121.818	293.939	27.700	-	170,00	3.120,00
Parnaíba	1.741.894	1.617.872	283.140	46.860	977,00	9.030,00
Total	3.479.634	4.407.240	544.740	46.860	2.100,00	20.200,00

Fonte: Costa, 2000.

A demanda da água no Estado tem crescido nos últimos anos para atender as necessidades da população que tem apresentado uma melhora na qualidade de vida e pelo crescimento econômico do estado, implicando conseqüentemente nas seguintes demandas de uso: abastecimento urbano e rural, pecuária, irrigação, indústria e agroindústria, tabela 5.

A participação das águas subterrâneas no atendimento da demanda é apenas complementar, porém desempenha importante papel, no Estado do Maranhão, 76,6% das cidades são abastecidas por águas subterrâneas, com um consumo total da ordem de 85.106m³/ano Costa (2000).

Tabela 5 Demanda Atual de Água no Maranhão (10³m³/ano)

UP,s	Abastecimento		Pecuária	Irrigação	Indústria	Agroindústria	Ecológico	Total
	Urbano	Rural						
01	29,03	4,72	11,62	47,03	7,34	0,34	50,00	150,08
02	15,79	9,63	15,97	3,40	3,86	0,00	251,00	299,72
03	65,89	37,79	44,82	142,24	20,22	2,22	343,00	656,18
04	28,41	11,38	15,82	45,14	7,10	4,83	155,00	267,68
05	9,04	7,51	8,65	18,47	2,20	0,00	175,00	220,87
06	191,18	41,34	124,24	780,52	47,50	34,60	856,70	2.076,08
Total	339,34	112,37	221,12	1.036,80	88,22	41,99	1.830,70	3.670,54

Fonte: Costa, 2000.

Considerando o cenário do Maranhão tabela 6, pode-se considerar uma tendência de crescimento da disponibilidade hídrica da ordem de 6,5% entre 1991 e 2000 e uma redução entre 2000 e 2010 para 4% . Verifica-se uma tendência de queda na disponibilidade de água nas décadas de 1991 a 2010.

Tabela 6 – Evolução das Disponibilidades de água subterrânea (10³m³/ano)

Denominação da UP	1991	2000	2010
Tocantins Maranhense	75,00	78,75	81,11
Gurupi	84,00	88,20	90,85
Mearim-Grajaú-Pindarapé	591,00	620,55	639,16
Itapecuru	203,00	213,15	219,54
Munim-Barrerinhas	170,00	178,50	183,85
Parnaíba	977,00	1.055,16	1.107,92
Total	2.100,00	2.234,31	2.322,43

Fonte: Costa, 2000.

4.2 Principais fontes de poluição da água subterrânea

As atividades desenvolvidas pelo homem representam risco aos aquíferos e à qualidade das águas subterrâneas. A seguir são apresentadas as principais fontes potenciais de contaminação dos mananciais subterrâneos no Estado do Maranhão.

✓ Construção de poços

A forma de construção de poços encontra-se regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicada em 1990. Porém no Estado do Maranhão as perfurações de poços na sua maioria ocorrem com locações inadequadas colocando em risco a qualidade das águas subterrâneas.

✓ Resíduos sólidos

Um dos grandes problemas resultantes do crescimento populacional e do desenvolvimento tecnológico e industrial a disposição e tratamento dos resíduos sólidos. IBGE, 2002 relata que nas zonas rural e urbana, os índices de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo, no ano de 2002, eram, respectivamente, de 17,4 e 95,3%.

Nos aspectos geoambiental e da preservação das águas subterrâneas, os aspectos mais importantes são o controle do chorume produzido a partir do lixo e a destinação do lixo produzido. No Maranhão dos 217 municípios apenas São Luís tem aterro sanitário, os demais municípios o destino do lixo são os lixões.

✓ Agricultura

O desenvolvimento da agricultura no Estado, principalmente na região sul (cultivo da soja e cana-de-açúcar) é motivo de preocupação considerando o grande uso de fertilizantes e agrotóxicos pelos agricultores. Ainda temos o aumento da agropecuária contribuindo efetivamente para o aumento de agrotóxicos e fertilizantes nestes setores primários.

✓ Indústria

A ocorrência de acidentes nos processos produtivos, principalmente no setor industrial representa sério risco ao meio ambiente e a saúde humana. Os contaminantes produzidos pelas indústrias atingem os solos, os rios, e na sequência dependendo da vulnerabilidade do aquífero (estrutura geológica, profundidade do nível de água e tipo de solo) podem atingir as águas subterrâneas. Os grandes projetos que estão em via de implantação (refinaria da Petrobrás e a indústria de papel celulose em Imperatriz) no Estado requer acompanhamento dos órgãos competentes no sentido de evitar futuros danos ambientais e aos recursos hídricos subterrâneos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as informações levantadas do Estado através das referências, permitiu as seguintes considerações:

- ✓ A água subterrânea maranhense é constituída por três sistemas aquíferos principais: Parnaíba, Barreirinhas e São Luís;
- ✓ Estes sistemas aquíferos estão representados no Estado pelas seguintes províncias hidrogeográficas: Aquífero Pedra de Fogo, Formação Motuca, Sambaíba, Pastos Bons, Corda, Grajaú, Itapecuru e Barreiras;
- ✓ Mesmo as águas subterrâneas possuam uma qualidade natural muito boa, as atividades antrópicas, nas últimas décadas, têm comprometido alguns aquíferos no Estado, principalmente na Ilha do Maranhão;

- ✓ Os principais agentes poluidores da água subterrânea identificados no Estado são: construção de poços sem obedecer às normas técnicas da ABNT, resíduos sólidos, agricultura/pecuária e a indústria;
- ✓ Por último, as efetivas gestões integradas dos recursos hídricos na bacia hidrográfica devem contemplar os aspectos de qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, ANA, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília, ANA, 2005.

BRASIL (SENADO FEDERAL). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, Senado Federal, Subsecretária de Edições Técnicas, 2007.

CAUBET, C. G. Os contextos normativos brasileiros em matéria de águas subterrâneas. In: RIBEIRO, W. C. Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar. São Paulo, Annablume/FAPESP/CNPq, 2009.

COSTA, W.D. Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino. In: Projeto Áridas. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. (GT II – Recursos Hídricos, Versão Preliminar).

FREIRE, C. C.; PEREIRA, J. S.; KIRCHHEIN, R. A importância da gestão dos recursos hídricos subterrâneos. In: Simpósio internacional sobre gestão de recursos hídricos, 1., 1998. Gramado. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000. Rio de Janeiro, IBGE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.

MARANHÃO (GEPLAN). Atlas do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento-UEMA, São Luís, GEPLAN, 2001.

MARANHÃO. Lei nº 8.149 de 15 de julho de 2004. Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos hídricos, e dá outras providências. Maranhão, publicado no DOE, 23 de jun//2004.

MARANHÃO. Lei nº 5.405 de 04 de abril de 1992. Código de Proteção de meio ambiente do Estado do Maranhão. Maranhão, 1992.

MARANHÃO. Decreto Estadual nº 13.494 de 12 de novembro de 1993. Regulamenta o Código de Proteção de meio ambiente do Estado do Maranhão (lei 5.405/92). Maranhão, 1993.

QUEIROZ, E. T. Diagnóstico de água minerais e potáveis de mesa do Brasil. In: Congresso brasileiro de águas subterrâneas, 13., Cuiabá, 2004, Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

REBOUÇAS, A.C. Groundwater in Brazil. Episodes, v. 11, n. 3, p. 209-214, 1988.

SOUSA, S.B. Sistema aquífero da Ilha do Maranhão (MA). In: Congresso mundial integrado de águas subterrâneas, 1., e Congresso brasileiro de águas subterrâneas, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza, ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Panorama e o estado dos recursos hídricos do Brasil. Brasília: MMA, 2006. (V.1).