

ESTUDO DO AQUÍFERO FREÁTICO DA REGIÃO DA LAGUNA DE GUARAÍRA - TIBAU DO SUL/RN

José Braz Diniz Filho¹,
Marcelo Augusto De Queiroz²,
João Maria Soares Do Nascimento²,
Flávia Taone Lira De Melo¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - Departamento de Geologia

²Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Rio Grande do Norte (CAERN)

RESUMO No estudo ressaltam-se a avaliação lito-geológica do material sedimentar Quaternário situado nas adjacências da Laguna de Guaraíra, Tibau do Sul/RN, e suas condições para formação do reservatório de águas subterrâneas aqui denominado de Aquífero Superior. Como consequências desse conhecimento foram destacados aspectos que retratam a importância hidrogeológica e ambiental deste manancial de águas subterrâneas.

Palavras-chave: Aquífero Superior, Seção hidrogeológica, Aquífero Barreiras

ABSTRACT In this Project, Quaternary sediments lithology and their capacities to form groundwater reservoir, named Superior Aquifer, were studied, in an area located by the Laguna Guaraíra, Tibau do Sul/RN county, in northeast Brazil. Over this knowledge aspects which deal with the hidrogeological and environmental importance of this aquifer were discussed.

Keywords: Superior Aquifer, Hydrogeologic section, Barreiras Aquifer

INTRODUÇÃO

O conhecimento geológico é dinâmico e determinante para que novas alternativas ou fontes de abastecimento de águas subterrâneas sejam postas em práticas. No entanto, o próprio domínio geológico e hidrogeológico apresentam limitações e especificidades de interação com águas superficiais que devem ser consideradas no momento da exploração dos aquíferos, por poços tubulares, sob o risco de indução de esgotamento das reservas e/ou contaminação por águas indesejáveis. Nesse intuito

o presente trabalho procurou dar ênfase aos dados geológicos de superfície e subsuperfície que subsidiaram a definição do caráter litológico e hidrogeológico dos sedimentos quaternários situados nas adjacências da Laguna de Guaraíra, município de Tibau do Sul/RN, visando destacar sua importância como fonte hídrica e ambiental na área.

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

A área de estudo se insere no domínio do litoral oriental do Estado do Rio

Grande do Norte, município de Tibau do Sul, cerca de 100 km ao sul de Natal, e corresponde a um trecho da Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso (Bacia hidrográfica 16-6), segundo o plano estadual de recursos hídricos da SERHID/RN (1998). Apresenta uma superfície da ordem de 11 km² entre a cidade de Tibau do Sul (ao sul) e a Praia de Barreta (ao norte), tendo como limites naturais: ao sul-leste-noroeste o sistema lagunar Guaraíras; e ao leste o Oceano Atlântico (Figura 1). O clima da região é tropical chuvoso (As' de Koppen), e as precipitações pluviométricas médias anuais são da ordem de 1300 mm/ano (SERHID/RN, 1988).

MÉTODOS

Os métodos utilizados no estudo incluíram levantamentos e reconhecimento de campo das unidades litoestratigráficas, locação e execução de sondagens, coleta e descrição macroscópica de amostras do material sedimentar oriundo dos furos, e determinação das cotas topográficas dos furos na superfície. As sondagens foram executadas com o método a trado manual em diâmetro de 8". A construção e correlação de perfis hidrogeológicos constituíram mais uma tarefa efetuada no estudo.

GEOLOGIA

Os aspectos geológicos foram definidos mediante: o conhecimento e avaliação da estratigrafia regional do litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte; as colunas litoestratigráficas definidas por Melo (1997) e Melo (2000) no mapa da Figura 1; dados de poços da CAERN; as unidades aflorantes reconhecidas em levantamento de campo; e os dados de son-

dagens executadas no âmbito do estudo (Figuras 2.1, 2.2). O Quadro 1 apresenta a coluna estratigráfica proposta à área estudada.

Conforme constatações no mapa geológico da Figura 1 e no Quadro 1, a área compõe-se de sedimentos arenosos que formam os sistemas de dunas fixas e móveis, sedimentos aluviais e sedimentos de mangue, sobrepostos aos materiais sedimentares da Formação Barreiras, esta última aflorando nas falésias costeiras e escarpas que perfazem as margens do sistema lagunar Guaraíra (por exemplo, em Tibau do Sul e Georgino Avelino). A Formação Barreiras é composta por material sedimentar siliciclástico em geral pouco consolidado, na forma de camadas subhorizontais e descontínuas de arenitos finos a grossos, argilosos, níveis conglomeráticos, alternando com níveis e/ou camadas mais espessas de argilitos. A Formação Barreiras se sobrepõe ao material sedimentar Cretáceo (calcários e arenitos), como também ao embasamento cristalino Pré-cambriano (setor ocidental da costa). O embasamento cristalino forma o arcabouço rochoso mais antigo cujo desenvolvimento tectônico desde o Cretáceo possibilitou a implantação das bacias costeiras e deposição de todas as seqüências sedimentares citadas (Bezerra *et al.*, 2001).

HIDROGEOLOGIA

Conforme dados apresentados, temos definidos os seguintes sistemas aquíferos:

- Aquífero Superior - Material sedimentar inconsolidado aflorante (unidades Qpd, Qdm, Qa);
- Aquífero Barreiras - Material sedimentar consolidado a semiconsolidado

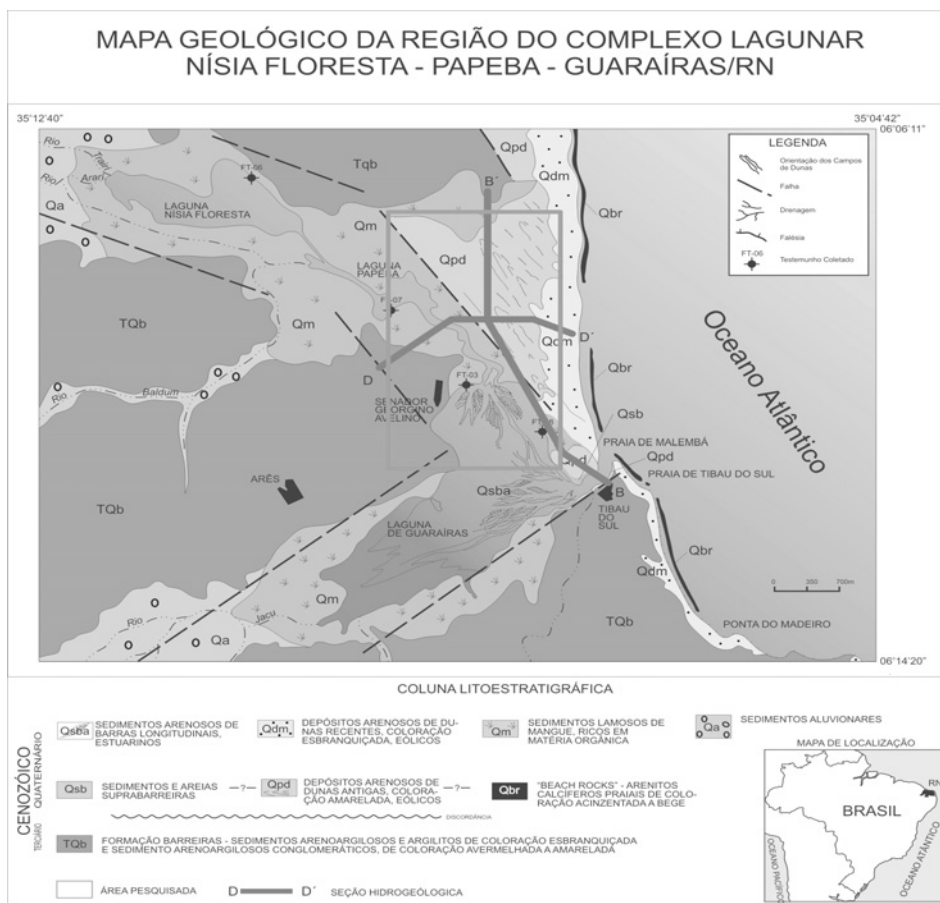


Figura 1 – Mapa Geológico da Região do Complexo lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaíras, litoral sul oriental do Rio Grande do Norte. Fonte: Melo, 2000 (modificado).

Quadro 1 – Coluna litoestratigráfica proposta para a área estudada (estabelecida por analogia com dados regionais da geologia do litoral oriental do Rio Grande do Norte, dados de Melo (1997) e Melo (2000), investigações diretas em subsuperfície através de sondagens, e poços da CAERN existentes nas vizinhanças).

CENOZÓICO	Quaternário	Qsb – Areias e arenitos supra-Barreiras; Areias e arenitos argilosos, finos a grossos, avermelhados e cinza; Qpd – Areias finas a grossas, amareladas; Areias finas homogêneas, amareladas; Qdm – Areias finas, homogêneas, esbranquiçadas; Qbr – “Beach Rocks” (Arenitos calcíferos praias); Qa e Qm – Areias calcíferas, finas a grossas, com fragmentos de concha e matéria orgânica; Argila preta, calcífera, com fragmentos de concha e matéria orgânica.		
	Terciário	TQb	Formação Barreiras	Arenitos argilosos, finos a grossos, avermelhados, amarelados e cinza; Arenitos finos a grossos, esverdeados, muito argilosos; Arenitos finos a muito finos, argilosos, cinza; Argilitos avermelhados, marrom e amarelados, pouco compactos; Argilitos esverdeados, pouco compactos.
MESOZÓICO	Cretáceo	Ak – Arenitos Calcíferos; Calcários; Arenitos.		

aflorando nas adjacências (unidade TQb em Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul);

- Aquífero Cretáceo - Rochas sedimentares não aflorantes (Ak);
- Aquífero Cristalino - Rochas do embasamento cristalino (não aflorantes) subjacente aos aquíferos cretáceos, terciários e quaternários.

O Aquífero Cristalino, de acordo com estudos geofísicos regionais, situa-se a profundidades da ordem de 250 metros no domínio costeiro estudado, e em outras regiões do Estado são reconhecidamente de baixa vocação hidrogeológica (vazão média de 2,3 m³/h, e águas com elevado teor salino - Condutividade Elétrica entre 2000 e 5000 µS/cm). Os aquíferos cretáceos compõem-se por rochas sedimentares siliciclásticas (arenitos) e carbonáticas (calcários) subjacentes ao aquífero Barreiras, em alguns casos com boas vazões, porém com

salinidade superior ao aquífero Barreiras (Quadro 2). O Aquífero Barreiras é o principal manancial de águas subterrâneas do litoral oriental do Rio Grande do Norte, e abastece a maior parte das cidades dessa região através de poços tubulares. Comumente os estudos efetuados no litoral visam ao conhecimento e aproveitamento do aquífero Barreiras, o que se justifica evidentemente pelo seu potencial hídrico já reconhecido. O Quadro 2 mostra as características médias regionais dos aquíferos inseridos nas bacias hidrográficas da Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso (16-1 a 16-8).

O aproveitamento do Aquífero Superior é mais restrito em função de sua ocorrência dispersa e isolada, comumente no atendimento de pequenas demandas em áreas ocupadas para veraneio, e sem conhecimento dos seus aspectos geológicos, dimensionais e hidráulicos. No caso específico da área es-

Quadro 2 – Dados regionais sobre as Potencialidades dos Recursos Hídricos Subterrâneos - Bacias da Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso do RN (Serhid, 1998 - modificado).

Aquífero	Disponibilidade (hm ³ /ano)	Potencialidade (hm ³ /ano)	Prof. Média dos poços (m)	Vazão média dos poços (m ³ /h)	Resíduo Seco (mg/L)	Tipo de água
Dunas	0,00	0,29	5	1	< 250	C1S1
Barreiras	80,23	215,18	40 a 100	10 a 100	< 250	C1S1a C3S1
Cretáceo – Jandaíra (Calcários)	0,15	0,32	80	5 a 30	500 a 4.000	C3S1
Cretáceo – Açú (Arenitos)	0,37	0,05	250 a 400	10 a 30	1.000 a 2.000	C3S2 a C4S2
- Disponibilidade: Refere -se aos volumes d'água atualmente explotados (extraídos dos aquíferos através de poços); - Potencialidades: Refere-se às Reservas Explotáveis (que podem ser extraídas de forma a não comprometer o equilíbrio dos sistemas aquíferos).						

tudada tem-se o Aquífero Superior representado pelos sistemas de dunas fixas e móveis, e os sedimentos fluviais. No Quadro 2 destaca-se regionalmente a qualidade das águas dos sistemas de dunas.

AQUÍFERO SUPERIOR - RESULTADOS OBTIDOS

- Sondagens: A caracterização hidrogeológica do aquífero superior em subsuperfície procedeu-se com a locação e execução de 14 (quatorze) sondagens, abrangendo praticamente toda a área de estudo (Quadro 3). As sondagens foram executadas pelo método de perfuração a trado manual, em diâmetro de 8". Visando analisar os diferentes contextos hidrogeológicos e geológicos de subsuperfície as sondagens foram executadas em profundidades variadas, entre 1,0 m (S8) e 64 m (S₁₃), sendo obtidas profundidades dos níveis d'água entre 0,85 m (S8), até 6,7 m (S₁₄).

Os dados revelaram 3 (três) tipos principais de areias formando o aquífero superior: areias homogêneas (dunas), na porção superior dos perfis; areias heterogêneas com intercalações de cascalhos finos a médios (grânulos e seixos), e matéria orgânica; e areias calcíferas com bioclastos (fragmentos de conchas, ostras, etc.), intercalações de cascalhos finos a médios (grânulos e seixos) e matéria orgânica. As espessuras das areias nas diferentes sondagens são apresentadas no Quadro 4.

O pacote arenoso se sobrepõe a uma unidade de Argilas Pretas orgânicas e com bioclastos, servindo de referência como camada-guia e interpretada como sedimentos de Mangues e/ou Turfas soterrados pelos sedimentos arenosos superpostos, evidentemente relacionados a sistema deposicional flúvio-lagunar (sedimentos fluviais e planícies de maré) e costeiro (dunas), desenvolvidos mediante variações do nível do mar no Quaternário.

Quadro 3 - Características Técnicas e Medições de Níveis das Sondagens e Poços - Tibau do Sul/RN.

SONDAGENS (S)	COORDENADAS (UTM)		Ø	Alt. Boca (m)	Data	NE (m)	Prof. (m)	Cota do Terreno (m)	Cota PotenciométricaNE (m)
	X (E-W)	Y (N-S)							
01	265.086 E	9.322.063 N	8	-	26/12/04	3,0	30,0	21,5	18,5
02 (PP1)	265.369 E	9.321.419 N	4	0,5	23/12/04	1,95	20,0	15,0	13,05
03	265.553 E	9.321.533 N	8	-	25/12/04	1,85	20,0	11,5	9,65
04	266.291 E	9.321.615 N	8	-	29/12/04	3,30	45,0	15,0	11,7
05	266.080 E	9.320.048 N	8	-	23/01/05	1,15	25,0	5,0	3,85
06	265.475 E	9.321.172 N	8	-	24/12/04	2,05	20,0	25,0	22,95
07	265.719 E	9.320.633 N	8	-	11/01/05	4,45	30,0	29,0	24,55
08	264.836 E	9.321.236 N	8	-	13/01/05	0,85	1,0	7,0	6,15
09	266.120 E	9.321.229 N	8	-	19/01/05	1,35	22,0	6,50	5,15
10	266.736 E	9.318.644 N	8	-	22/01/05	2,45	15,0	7,0	4,55
11	266.195 E	9.320.596 N	8	-	25/01/05	2,75	3,0	17,0	14,25
12	267.582 E	9.318.571 N	8	-	JAN/05	5,05	20,0	9,5	4,45
*13	267.590 E	9.320.593 N	8	-	JAN/05	5,95	64,0	14,5	8,55
14	267.700 E	9.316.418 N	8	-	FEV/05	6,7	6,80	7,0	0,30

Obs.: O Datum utilizado foi o SAD 69. Medições efetuadas pelo técnico José Ronaldo.
(S 2 (PP 1) – Poço produtor utilizado nas sondagens, para captação de água.
(S 13) – Sondagem de reconhecimento estratigráfico (ver comentários capítulo V)

Embora tenha sido registrada uma camada de argila preta mais rasa ((sondagens S5 e S1 - Figura 2.1), essa parece ser menos representativa, pois provavelmente corresponde a um dos eventos de variação do nível do mar. O estrato definido como camada-guia de argilas pretas é mais profundo e contínuo, entre 9,8 e 32,9 metros, e sobrepõem-se diretamente ao aquífero Barreiras. As espessuras de areia saturadas variam de 7 a 29 metros acima da camada-guia.

O comportamento geológico das unidades possibilita que o aquífero Superior apresente condições especiais de porosidade e permeabilidade, evidenciando que não há praticamente escoamento superficial, tendo em vista a facilidade de infiltração

de águas de chuva e recarga do aquífero, que funciona também como uma unidade de transferência e recarga dos sistemas mais profundos (especialmente o aquífero Barreiras) mediante processos de drenança vertical descendente.

– Seções Hidrogeológicas:

Conhecendo-se os níveis d'água nas sondagens e poços da CAERN, as cotas topográficas, e as respectivas cotas potenciométricas procedeu-se a construção de 2 (duas) seções hidrogeológicas apresentadas nas figuras 2.1 e 2.2. Uma seção situa-se ao longo do eixo de maior comprimento da área (seção B-B' - sondagens S14, S10, S5, S7, S6, S2, S1 representando o Aquífero Superior;

Quadro 4 – Espessuras de areia nas sondagens.

Sondagem	Profundidade do topo da camada-guia - Argila preta (metros)	Espessuras dos estratos sedimentares (metros)			
		Areias finas homogêneas	Areias sem fragmentos de conchas	Areias calcíferas contendo fragmentos de conchas	Espessura saturada total (m)
S01	25,1	4,3	-	20,6	19,8
S02 (PP1)	-	2,40	12,4	5,2*	-
S03	- *	2,3	-	7,7*	-
S04	32,9	5,6	13,9	13,5	29,0
S05	22,5	4,6	-	17,1	20,0
S06	- *	3,0	15,7	1,3*	15,5
S07	29,4	6,25	18,6	3,6	24,5
S08	-	2,0 *	-	-	-
S09	- *	3,5	9,75	8,7 *	-
S10	9,8	9,6	-	-	7,0
S11	-	3,5 *	-	-	-
S12	18,0	10,85	5,65	- *	-
S13	30,95	6,6	23,65	0,7	24,5
S14	-	9,6 *	-	-	-
TOTAL					20,0
* valor parcial ou horizonte não detectado – SONDAGEM PARCIALMENTE PENETRANTE.					

poços da CAERN Pt01A, Pt02 representando o Aquífero Barreiras). A outra foi posicionada de forma transversal (seção D-D' - sondagens S8, S6, S9, S13 representando o Aquífero Superior; poços da CAERN Pt01A, Pt02 representando o Aquífero Barreiras).

As seções atestaram a ocorrência de uma unidade composta por sedimentos predominantemente areno-quartzosos com e sem bioclastos, com níveis e intercalações de cascalhos finos a médios (grânulos e seixos) e matéria orgânica. Esta

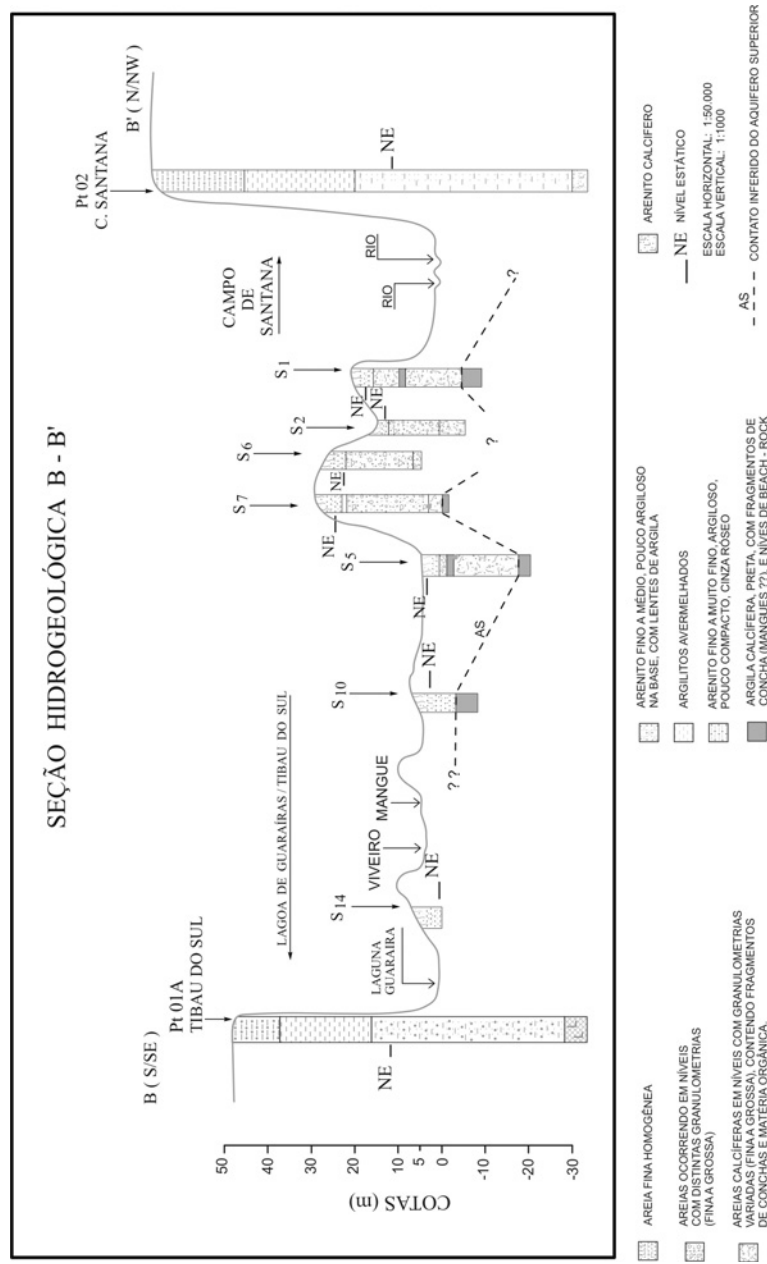


Figura 2.1 – Seção hidrogeológica B-B'

unidade arenosa se sobrepõe à sequência principal de argilas pretas orgânicas (camada-guia - argila preta mais profunda), e constitui o aquífero Superior (AS) definido neste trabalho (figuras 2.1 e 2.2).

Desta forma, a porção superior da unidade inclui areias mais finas e homogêneas associadas às dunas atuais, total ou parcialmente fixadas por vegetação, com espessuras de areia entre 2,0 a 10,9 metros.

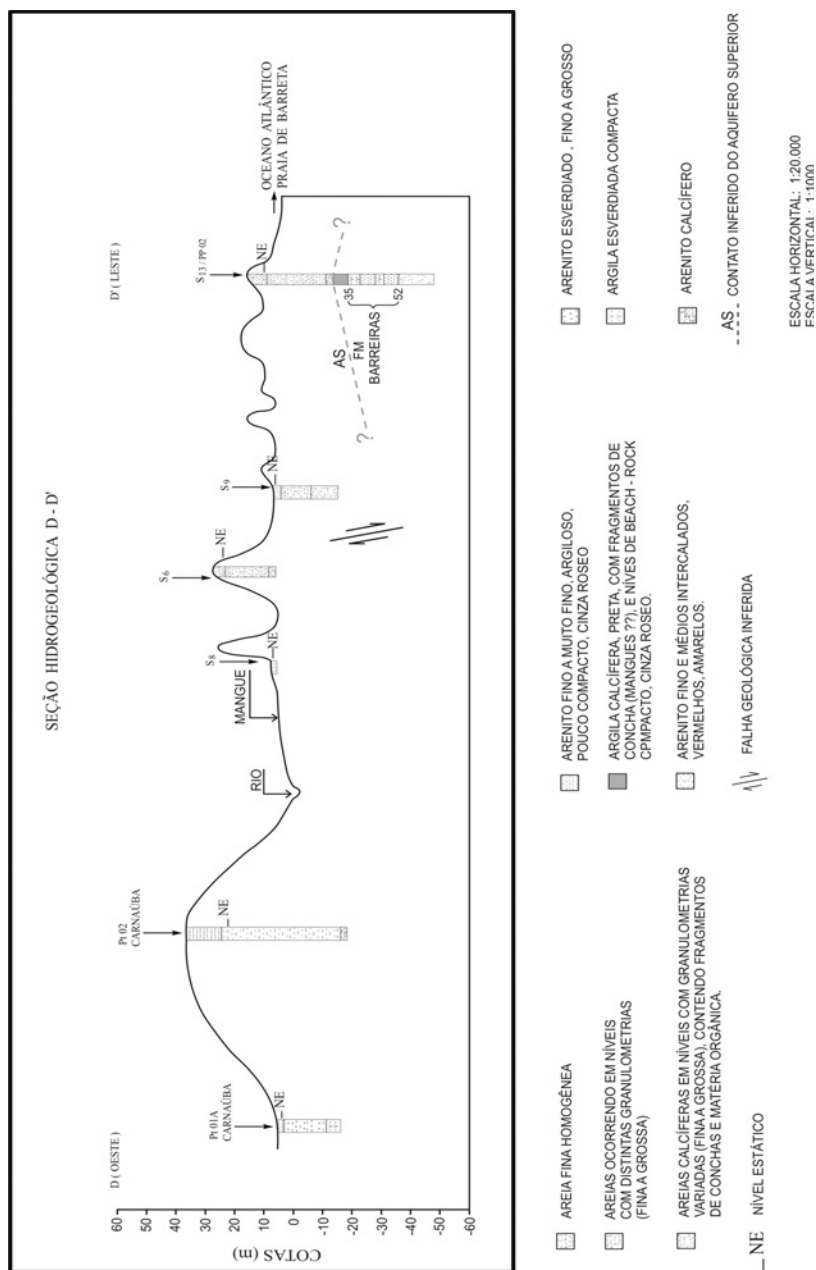


Figura 2.2 – Seção hidrogeológica D-D'

A porção intermediária do perfil da unidade definida como aquífero Superior (AS) destaca-se pela presença de areias granulometricamente heterogêneas (finas a grossas), com matéria orgânica, sendo mais raras no setor sul. As espessuras de areia variam entre 5,6 a 23,65 metros. Localmente ocorrem níveis centimétricos de Beach-Rocks intercalados com argila compacta (sondagem 10 - seção B-B').

A porção basal da unidade inclui as areias calcíferas heterogêneas (granulometria fina a grossa), com conteúdo variado de matéria orgânica e abundante ocorrência de bioclastos atuais (fragmentos de conchas, ostras, etc.). Suas espessuras variam de 1,3 a 32,9 metros, e nesse estudo foram referidas como areias calcíferas.

Com isso constata-se que o aquífero Superior (AS) é constituído por um perfil predominantemente arenoso e sem camadas confinantes acima da camada-guia, cujas características litológicas e hidrogeológicas o definem como um sistema aquífero livre, dando evidências de elevadas porosidade e permeabilidade deste sistema hídrico subterrâneo.

A posição do nível estático nas sondagens define a forma de ocorrência e o comportamento do lençol freático na área, que segue a configuração geral do relevo, e proporciona a ocorrência de divisores de águas subterrâneas coincidentes em geral com os divisores topográficos. Assim se comprova a ocorrência do aquífero superior como um sistema livre. Os divisores de águas subterrâneas indicam: escoamento subterrâneo no sentido oeste/sudoeste/sul, contribuindo para a região da laguna de Guaraíras; escoamento no sentido norte/noroeste contribuindo para perenização do Rio Camurupim; e no sentido leste para o Oceano Atlântico.

Evidências de deslocamentos verticais sugerem a presença de falhas, que foram registradas por descontinuidade espacial da camada-guia indicando blocos elevados e rebaixados. Tem-se assim uma resposta local

aos processos de reativações tectônicas de falhamentos Pré-cambrianos do embasamento cristalino ocorridos durante o período Terciário-quaternário (Bezerra *et al.*, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O AQUIFERO SUPERIOR

A área estudada apresenta o aquífero Superior de constituição essencialmente areno-quartzosa, poroso e permeável, correspondendo às unidades litoestratigráficas do Quaternário (Qpd, Qdm, Qa, Qm), sobrepostas ao aquífero Barreiras. O manancial tem como limites naturais o sistema lagunar Guaraíras (ao oeste e sul), o rio Camurupim (ao norte) e o Oceano Atlântico (ao leste). Em profundidade se limita com a camada-guia de Argilas Pretas mais profunda, em geral situada entre 30,0 e 35,0 metros de profundidade, cujo substrato é o Aquífero Barreiras. A espessura saturada média do aquífero superior é da ordem de 20,0 metros considerando o período de medição do nível estático entre janeiro e fevereiro/2005.

A correlação dos perfis nas seções hidrogeológicas definiu a estrutura hidrogeológica do aquífero superior, por meio da qual ficou evidenciado o comportamento livre do aquífero, e a influência e controle de fatores geológico-estruturais nos seus aspectos dimensionais e distribuição espacial. Além disso, se constatou a contribuição das águas subterrâneas do aquífero Superior aos corpos de águas superficiais, em especial a laguna de Guaraíras, o rio Camurupim e os alagados.

Este aquífero Superior compreende, portanto, dentro dos estudos realizados até o presente, um alvo importante para exploração de águas subterrâneas de forma mais acessível, embora sua captação através de poços rasos deva exigir um maior controle e planejamento no volume e regime de exploração, tendo em vista suas reduzidas dimensões, e os riscos de contaminação por intrusão salina (com águas do estuário e/ou do mar) que seria decorrente de uma extração excessiva.

CONCLUSÕES

- A constituição por sedimentos arenosos, a profundidade das águas subterrâneas relativamente rasa, na maior parte da área inferior a 5,0 metros, espessura saturada média de 20,0 metros, e área de ocorrência de 11 km² favorecem às excelentes condições de recarga do aquífero freático superior, embora esses tais fatores o tornem também vulnerável aos processos de contaminação antrópica;
- Várias precauções e controles devem ser considerados previamente a implantação de usos do solo e disposição de resíduos sólidos e efluentes em superfície e subsuperfície, com vistas a não comprometer a qualidade das águas subterrâneas por infiltração de contaminantes no aquífero Superior, e assim evitar a ocorrência de focos de doenças de veiculação hídrica;
- O escoamento das águas subterrâneas do aquífero superior para o rio Camurupim e para a laguna de Guaraíra define a importância ambiental, econômica e social que tem este manancial subterrâneo, tendo em vista que sua contribuição subterrânea à laguna de Guaraíra deve propiciar uma salinidade adequada ao desenvolvimento e reprodução de espécies animais e vegetais aquáticos (especialmente nos manguezais).
- A contribuição subterrânea para o rio Camurupim permite a manutenção do seu fluxo de base com águas doces, que em muitos casos podem ser usadas tanto para abastecimento humano, como para atividades agrícolas das comunidades ribeirinhas envolvidas.
- A próxima etapa do estudo será a definição da potenciometria do aquífero Superior, que será complementada por da-

dos de sondagens adicionais. O intuito será a utilização do mapa de fluxo subterrâneo como subsídio ao zoneamento ambiental, com vistas à proteção de áreas de recarga natural do aquífero, e áreas de relevante interesse ecológico, tendo como princípio as relações e interconexões hidráulicas "águas subterrâneas - águas superficiais".

REFERÊNCIAS

- Bezerra, Francisco H. R.; Amaro, Venerando E.; Vita-Finzi, Cláudio; Saadiet, Allaoua 2001. Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal. Plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 14 (2001) 61-75.
- Caern. 1986 - Captação de Carnaúbas, Distrito de Georgino Avelino - Poço produtor Pt-01^a (Relatório Técnico).
- Caern. 1992 - Captação de Tibau do Sul - Poço produtor Pt-02 (Relatório Técnico).
- Caern. 1999 - Captação de Campo de Santana - Poço produtor Pt-02 (Relatório Técnico).
- Caern. 2000 - Captação de Carnaúbas, Distrito de Georgino Avelino - Poço produtor Pt-02 (Relatório Técnico).
- Caern. 2001 - Captação de Tibau do Sul - Poço produtor Pt01A (Relatório Técnico).
- Melo, F.T.L. Mapeamento geológico, geomorfológico e geoambiental da região de Goianinha/Tibau do Sul (Complexo estuarino-lagunar Jacu-Guaraíras). Natal: UFRN, 1997. Relatório de Graduação.
- Melo, F.T.L. Aspectos morfo-dinâmicos do complexo lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaraíras, região costeira sul oriental do RN. 2000. 75f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica). Natal: UFRN, 2000.
- Secretaria Estadual De Recursos Hídricos Do Rio Grande Do Norte (Serhid/RN). 1998. Plano Estadual de Recursos Hídricos. 267p.