

POTENCIALIDADES E CONSUMO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MÉDIO E BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ MIRIM/RN

José Braz Diniz Filho¹; José Geraldo de Melo²; Telma Tostes Barroso³ & Uriel Duarte⁴

Resumo - O presente trabalho demonstra os principais fatores naturais associados às diferentes potencialidades hidrogeológicas dos sistemas hídricos subterrâneos do médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN, tanto em relação aos aspectos quantitativos como qualitativos. O conhecimento acerca da ocorrência e potencialidade dos sistemas aquíferos permitirão traçar diretrizes de aproveitamento racional e proteção das águas subterrâneas.

Palavras-chave - Bacia hidrográfica; Ceará Mirim; Aquífero; Potencialidades.

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área estudada (da ordem de 610 km²) situa-se no Estado do Rio Grande do Norte, Região Nordeste do Brasil, e está inserida no trecho correspondente ao médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN (Figura 1). Limita-se ao norte com a bacia do Rio Maxaranguape, ao sul com a bacia do Rio Doce, a leste com o Oceano Atlântico, e ao oeste com a linha de Coordenada em UTM (200 kmE), que delimita a bacia hidráulica da Barragem de Poço Branco.

¹ Geólogo, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN (IDEMA). Centro Administrativo do Estado, BR 101, km zero, Natal/RN, CEP: 59.059-900, Fone (84) 231-6080, Fax: (84) 231-1743, E-mail: mcjb@digicom.br.

² Professor Doutor, UFRN, Departamento de Geologia-Natal/RN, Campus Universitário, CEP: 59072-970, Fone: (84) 215-3807, Fax: (84) 215-3806, E-mail: jgmelo@ufrnet.ufrn.br.

³ Geóloga, Secretaria de Recursos Hídricos do RN (SERHID/RN). Av. Hermes da Fonseca, No. 1174, Petrópolis, Natal/RN, CEP: 59015-001, Fone: (84) 232-2443, Fax: (84) 232-2411, E-mail: telma@cabugi.com.br.

1.2 – CONDIÇÕES FISIOGEOGRÁFICAS

O clima da região varia de úmido/sub-úmido no setor oriental, entre a Ceará Mirim e a Costa, a Semi-árido no setor ocidental, entre Taipu e Poço Branco. No geral as precipitações pluviométricas variam de 1.200 mm/ano a 770 mm/ano.

O Balanço Hídrico, estabelecido segundo o método de Thornthwaite, evidenciou o período anual entre Fevereiro e Julho como sendo o de ocorrência de excedentes hídricos, e portanto, correspondente ao intervalo em que se processa a infiltração e recarga dos sistemas aquíferos. Foi estimada uma taxa de infiltração média efetiva da ordem de 18%.

As unidades litoestratigráficas, no âmbito estudado, são ilustradas também na Figura 1. São relacionadas as seguintes seqüências:

- ◆ Embasamento Cristalino Pré-cambriano (gnaisses, migmatitos, granitos, micaxistos);
- ◆ Formação Açú/Cretáceo (arenitos, e outros sedimentos clásticos);
- ◆ Formação Jandaíra/Cretáceo (calcários, dolomitos);
- ◆ Formação Barreiras/Tércio-Quaternário (areias, arenitos, argilas);
- ◆ Sedimentos Quaternários (aluviões, sedimentos de praias, dunas e mangues).

A feição geomorfológica principal no trecho médio e oriental da área caracteriza-se pela superfície de tabuleiros (cotas entre 70 e 100 metros) esculpida nos terrenos sedimentares da Formação Barreiras (e parte das formações Açú e Jandaíra). Se apresenta recortada pelo vale fluvial costeiro do Rio Ceará Mirim (cotas abaixo de 10 metros). No setor ocidental predomina a superfície Sertaneja (RADAMBRASIL, 1981) desenvolvida em terrenos cristalinos.

Ao longo do vale (leito e terraços fluviais) são desenvolvidos solos de boa fertilidade natural, e fracamente drenados. Nos patamares e encostas dos tabuleiros sobressaem-se solos de fertilidade natural baixa, porém bem drenados. No âmbito dos terrenos cristalinos (setor ocidental) predominam os solos do tipo “Planossolos Solódicos” caracterizados por apresentarem boa fertilidade natural, embora o desenvolvimento das plantas seja limitado pelo clima desfavorável, e a presença de altos níveis de Sódio.

A rede de drenagem da bacia do Rio Ceará Mirim é bastante desenvolvida no domínio dos terrenos cristalinos, porém de caráter intermitente. No restante da área a

⁴ Professor Doutor, USP, Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada – Instituto de Geociências, Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, São Paulo, CEP: 05422-970, Fone (11) 818-4226,

rede de drenagem é menos densa, no entanto apresentando condições de regime permanente no trecho do baixo curso.

2 – SISTEMAS AQUÍFEROS

As avaliações hidrogeológicas e Hidroquímicas foram conduzidas diante dos dados obtidos em campo e escritório/laboratório, complementados por informações e/ou procedimentos de estudos prévios desenvolvidos pela Tahal/Sondotécnica (1969), Manoel Filho (1970), IPT (1982), Costa (1986), Melo (1995), Celligoi & Duarte (1990), Barroso (1999) e Diniz Filho (1999).

As unidades aquíferas principais, conforme distribuição das seqüências geológicas (Figura 1), foram definidas na seguinte seqüência:

- ◆ Aquífero Cristalino (250,9 km²);
- ◆ Aquífero Açú (10,8 km², aflorante);
- ◆ Aquífero Jandaíra (23,2 km², aflorante);
- ◆ Aquífero Barreiras (325,3 km²).

- Aquífero Cristalino:

O aquífero Cristalino caracteriza-se como um sistema de natureza praticamente impermeável, em função de apresentar porosidade secundária por fraturas/fendas, cuja distribuição espacial é bastante variável. Desta forma é considerado como o meio aquífero de caráter mais heterogêneo e anisotrópico no âmbito estudado.

Os solos e outras coberturas sedimentares são pouco espessos e as vezes ausentes no domínio de rochas cristalinas, o que torna comum a ocorrência de afloramentos do arcabouço rochoso.

Nestas condições a recarga do sistema fica comprometida, pois só torna-se possível ao longo dos planos de fraturas/fendas. Como resultado o aquífero Cristalino apresenta poços com vazão média insignificante, da ordem de 1 m³/h, portanto se constituindo num sistema de baixa vocação e potencial hidrogeológico.

- Aquífero Açú:

Ocorre como um sistema livre numa pequena faixa aflorante do setor norte-ocidental (NW) da área, sendo na maior parte confinado pelas rochas carbonáticas do aquífero Jandaíra. É constituído por sedimentos clásticos (principalmente arenitos diversos), que

se sobrepõem diretamente às rochas cristalinas. Os poços apresentam vazões de 2 a 12 m³/h.

A recarga do aquífero Açú se dá em parte por infiltração direta das águas de chuva, na sua região aflorante (setor NW), tendo sido avaliada uma recarga de 1,5 milhões m³/ano. Na maior parte da área, no entanto, a recarga ocorre por infiltração vertical descendente das águas do aquífero Jandaíra (camada confinante), em função da diferença de potencial hidráulico entre os dois sistemas.

- Aquífero Jandaíra:

Se sobrepõe e forma a camada confinante do aquífero Açú, e na sua maior parte ocorre subjacente ao aquífero Barreiras. É formado por calcários e dolomitos que formam um sistema único com o aquífero Barreiras, portanto de natureza livre. As vazões dos poços variam de 3m³/h a 35 m³/h.

A recarga por infiltração direta das águas de chuva também ocorre num pequeno trecho aflorante a NW da área, com valor da ordem de 1,2 milhões m³/ano. Predomina, no entanto, a recarga por infiltração vertical descendente das águas do aquífero Barreiras.

- Aquífero Barreiras:

Está sobreposto às rochas carbonáticas do aquífero Jandaíra, na maior parte da área. Constitui-se litologicamente por conjuntos de estratos sub-horizontais compostos por areias e/ou arenitos pouco consolidados, com intercalações de argilas e cascalho. Caracteriza-se como um sistema poroso granular, e predominantemente livre, com caráter mais homogêneo e isotrópico.

A recarga do sistema se processa fundamentalmente por infiltração direta das águas de chuva, tendo sido estimado um valor da ordem de 81 milhões m³/ano. Os poços apresentam vazões que variam em geral de 4m³/h a 32 m³/h, sendo mais freqüentes as vazões abaixo de 11 m³/h.

2.1 – ESTRUTURA HIDROGEOLÓGICA

Estudos regionais efetuados na “Bacia Sedimentar Costeira Leste (PE-PB-RN)”, e na Bacia Potiguar/RN, segundo a SERHID (1998), têm revelado a ocorrência de falhas e/ou sistemas de falhas geológicas originariamente desenvolvidas no embasamento cristalino Pré-cambriano. No entanto exerceram controle sobre o mecanismo deposicional das seqüências da Formação Barreiras e Bacia Potiguar, por intermédio de reativação e/ou acomodação das camadas.

No contexto local as estruturas regionais condicionaram a formação do Alto estrutural e do Graben de Ceará Mirim. Este comportamento foi constatado na área através de estudos de seções hidrogeológicas e de correlação entre perfis litológicos de poços, ilustrados nas Figuras 2 e 3.

Nas seções **A-A'** e **B-B'**, que apresentam sentido geral de oeste para leste, foram evidenciados os seguintes aspectos:

- As falhas posicionaram o embasamento cristalino a menores profundidades, como um bloco rochoso mais elevado na porção ocidental da área. Na porção oriental denota-se um bloco mais rebaixado, sendo este comportamento associado a uma maior acumulação de sedimentos Cretáceos e Tércio-quaternários no trecho oriental;
- O topo dos calcários do aquífero Jandaíra também situa-se a menores profundidades (entre 15 e 30 metros), e em cotas altimétricas mais elevadas, na porção ocidental da área. Na porção oriental encontra-se a profundidades acima de 30 metros, e em cotas menores, evidenciando o deslocamento vertical por falha (s);
- Como consequência, o aquífero Barreiras (que encobre os calcários do aquífero Jandaíra) apresenta maior espessura na porção oriental, superiores a 75 metros, cujos poços não atravessam toda a camada saturada. No setor ocidental, no entanto, as espessuras da camada aquífera oscilam entre 15 e 30 metros;
- A estrutura hidrogeológica permite a constatação de que o aquífero Barreiras na área constitui-se num sistema poroso, areno-argiloso, em geral livre, estando na maior parte sobreposto às rochas carbonáticas do aquífero Jandaíra (sistema cárstico-fissural). O nível das águas subterrâneas do aquífero Barreiras, de um modo geral, acompanha o relevo da área;
- O aquífero Açú apresenta-se na maior parte da área confinado pelo aquífero Jandaíra, comportamento esse marcado pela diferença de potencial hidráulico entre ambos (nível potenciométrico do aquífero Açú acima do seu topo);
- É provável que exista conexão hidráulica lateral das águas do aquífero Barreiras do setor oriental, com as águas dos sistemas Jandaíra e Açú do setor ocidental, por conta do contato lateral (das formações Tércio-Quaternárias com as Cretáceas), estabelecido através dos sistemas de falhas;
- Denota-se que o aquífero Barreiras está hidraulicamente conectado ao aquífero Jandaíra (subjacente) em grande parte da área, constituindo um sistema único, com cargas hidráulicas em geral se ajustando uma mesma altura potenciométrica;

- Os níveis d'água nos poços do aquífero Barreiras se ajustam em geral a um mesmo nível potenciométrico; os níveis d'água dos poços do aquífero confinado (Açu), a depender da situação topográfica local, podem estar abaixo ou acima do nível freático do aquífero livre (Barreiras/Jandaíra);
- Constata-se que, de um modo geral, as partes baixas do vale do Rio Ceará Mirim apresentam condições de efluência com relação as águas subterrâneas, submetendo o vale a constantes encharcamentos por ressurgência das águas do aquífero Barreiras.

2.2 – PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS

O Quadro 1 apresenta os valores dos parâmetros médios obtidos para os sistemas aquíferos sedimentares estudados.

Os valores encontrados indicam que o aquífero Açu apresenta menor representatividade em termos de condições de circulação, armazenamento ou de volume de água drenável, sendo considerado como de baixo potencial hidrogeológico.

Quadro 1: Parâmetros Hidrodinâmicos dos sistemas aquíferos sedimentares do Médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN.

Aquífero	Transmissividade - T (m ² /s)	Condutividade Hidráulica – K (m/s)	Coefficiente de Armazenamento ou Porosidade Específica (S ou S _γ) (%)
Açu	6,3 x 10 ⁻⁵	1,26 x 10 ⁻⁶	1,4 x 10 ⁻⁴
Jandaíra	7,9 x 10 ⁻³	6,6 x 10 ⁻⁵	5
Barreiras	2,42 x 10 ⁻³	1,1 x 10 ⁻⁴	10

Apesar da semelhança dos valores de **T** e **K** entre os aquíferos Jandaíra e Barreiras, convém ressaltar que os dois aquíferos são bastante distintos em termos de ocorrência, distribuição e propriedades hidráulicas.

2.3 – POTENCIOMETRIA DO AQUÍFERO BARREIRAS

O mapa potenciométrico da Figura 4 demonstrou que as águas subterrâneas do aquífero Barreiras escoam de maneira radial e convergente em direção ao vale do Rio Ceará Mirim, que representa o trecho de descarga do sistema. A descarga se processa

segundo duas (02) frentes principais de escoamento (a norte e a sul do vale), liberando um volume anual da ordem de 73 milhões m³/ano.

Essas condições de descarga subterrânea refletem-se em afloramentos do nível potenciométrico, no sopé das escarpas ou no próprio vale, sob a forma de fontes ou olheiros. Isto propicia a perenização do baixo curso do vale, em especial entre Ceará Mirim e a costa, caracterizando o fluxo de base no período de recessão.

2.4 – RESERVAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O Quadro 2 apresenta os volumes totais estimados para as reservas de águas subterrâneas dos sistemas aquíferos sedimentares. O aquífero Açú apresenta reservas pouco expressivas, comparadas aos aquíferos Jandaíra e Barreiras.

O aquífero Jandaíra, apesar das reservas permanentes serem consideráveis para o contexto da área (da ordem de 660 milhões m³), apresenta quase que nenhuma utilização, tendo em vista a baixa potabilidade das águas. O aquífero Açú também é pouco aproveitado, neste caso por conta da existência de outros mananciais mais acessíveis, e pelos maiores custos que devem ser envolvidos na sua exploração.

O aquífero Barreiras apresenta reservas permanentes mais significativas (cerca de 1,25 bilhões m³), e reservas explotáveis da ordem de 81 milhões m³/ano. O volume explotado, no entanto, ainda é insignificante, da ordem de 1,8 milhões m³/ano.

Quadro 2: Estimativa de Reservas de Águas Subterrâneas dos sistemas aquíferos sedimentares no Médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN.

Aquífero	Reservas Permanentes (m ³)	Reservas Reguladoras (m ³ /ano)	Volume Explotado (m ³ /ano)
Açú	9 milhões	1,5 milhões	-
Jandaíra	660 milhões	1,2 milhões	-
Barreiras	1,2 bilhões	81 milhões	1,8 milhões

3 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os aspectos de qualidade das águas subterrâneas consideraram um total de 69 amostras de água distribuídas nos aquíferos Cristalino (07 amostras), Açú/Jandaíra (14 amostras) e Barreiras (48 amostras). Foram feitas avaliações quanto ao uso humano, na agropecuária e industrial.

O mapa de IsoCondutividade Elétrica (Figura 5) demonstra a variação espacial na salinidade das águas subterrâneas. Foram constatados três (03) setores distintos: Setor oriental (entre Ceará Mirim e a costa); Setor intermediário (entre Ceará Mirim e Taipu); e Setor ocidental (a oeste de Taipu).

O trecho oriental apresenta águas subterrâneas com menor salinidade (até 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Destaca-se neste caso a grande influência climática na qualidade das águas do aquífero (precipitações pluviométricas > 1.200 mm/ano), associada a presença de solos arenosos bem drenados na zona de recarga principal do aquífero Barreiras (trechos elevados a norte e a sul do vale), e taxas de recarga de 24%.

Com isso é mais efetiva a infiltração, recarga, circulação e portanto, maior renovação/diluição das águas subterrâneas do manancial no trecho considerado.

O trecho intermediário apresenta águas subterrâneas com salinidade mais elevada em relação ao trecho oriental (Condutividade Elétrica até 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). No que pese a influência dos outros fatores (menor precipitação Pluviométrica, entre 700 e 1.200 mm/ano, e menor taxa de renovação), o fator que mais deve influenciar na salinidade é a interação de processos químicos pelo contato “água-rocha”, principalmente devido a menor espessura saturada do aquífero Barreiras, e presença de rochas carbonáticas do aquífero Jandaíra mais próximas à superfície.

No trecho ocidental a salinidade média das águas subterrâneas é consideravelmente elevada (variando de 2.000 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Neste domínio ocorrem as rochas cristalinas aflorantes, solos pouco espessos e mal drenados, e principalmente o clima semi-árido (precipitações pluviométricas < 770 mm/ano).

Portanto, o quadro geral delineado no setor ocidental evidencia condições de menor influência de processos de interação “água-rocha” na qualidade das águas. Predominam também os efeitos do clima, sob ação de uma maior evaporação, concentração e enriquecimento de sais no solo, influenciando assim no progressivo aumento da salinidade das águas subterrâneas, aliado a sua pouca circulação nas fraturas/fendas.

O Quadro 3 ilustra os valores médios de Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos (STD), nos diferentes aquíferos, configurando os níveis de potabilidade das águas subterrâneas em função da concentração de sais. O aquífero Barreiras, portanto, apresenta águas essencialmente doces e potáveis.

Quadro 3: Salinidade das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos no Médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN.

Aquífero	Número de poços	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)			Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Cristalino	07	1.854	6.635	12.768	1.605	5.393	11.206
Açu	04	1.295	2.177	2.685	928	1.618	2.247
Jandaíra	04	2.394	2.783	3.231	1.551	2.168	2.436
Barreiras	48	46	149	1.707	11	120	1.212

Os tipos predominantes de água dos sistemas aquíferos são os seguintes:

- ◆ Aquífero Cristalino: **Cloretadas Sódicas** (71% das amostras); **Cloretadas Mistas** (29%);
- ◆ Aquífero Açu: **Cloretadas Sódicas** (50% das amostras); **Cloretadas Mistas** (50%);
- ◆ Aquífero Jandaíra: **Cloretadas Mistas** (75% das amostras); **Cloretadas Sódicas** (25%);
- ◆ Aquífero Barreiras: **Cloretadas Sódicas** (54% das amostras); **Bicarbonatadas Sódicas e Bicarbonatadas Cálcicas** (21%); **Cloretadas Mistas e Bicarbonatadas Mistas** (25%).

Constata-se que as águas dos aquíferos Cristalino, Açu e Jandaíra são todas do tipo Cloretadas, sendo predominantemente Sódicas e secundariamente Mistas. Quanto ao aquífero Barreiras as águas são predominantemente Cloretadas Sódicas, e secundariamente Bicarbonatadas (Sódicas e Cálcicas).

Para uso agrícola as águas do aquífero Barreiras, em 90% dos casos, são perfeitamente adequadas para este fim, tendo em vista apresentarem a predominância das classes **C₁S₁** e **C₂S₁** segundo a classificação americana.

As águas dos aquíferos Açu e Jandaíra apresentaram classes menos favoráveis à irrigação, de **C₃S₂** a **C₄S₄**. Ocasionalmente podem apresentar águas mais favoráveis, incluídas nas classes **C₁S₁** e/ou **C₂S₁**. No aquífero Cristalino as águas não são adequadas ao uso agrícola.

As águas dos aquíferos Barreiras, Jandaíra e Açu, com poucas exceções, podem ser utilizadas para consumo por todos os animais domésticos. As águas do aquífero Cristalino mostraram-se impróprias para aves.

Quanto ao uso industrial procedeu-se uma avaliação considerando os limites dos parâmetros químicos e físico-químicos permitidos para os diferentes tipos de indústria analisados (Refrigeração; Laticínios; Conservas alimentícias; Açucareira; Cervejaria;

Bebidas/sucos; Curtumes; Têxtil; Papel). Foram avaliadas as amostras individualmente, que resultou no demonstrativo apresentado no Quadro 4.

Constata-se que o aquífero Cristalino não apresenta águas adequadas ao uso industrial, e as águas dos aquíferos Açú e Jandaíra normalmente só se prestam a três (03) tipos de indústria, que são Bebidas/sucos, Papel e Têxtil.

As águas do aquífero Barreiras são mais amplamente favoráveis aos diferentes tipos de indústria (adequadas a todas as indústrias \Rightarrow 51% das amostras; adequadas à maioria das indústrias \Rightarrow 23% das amostras). No entanto os valores encontrados também evidenciaram que, em 26% das amostras, as águas só se prestam a três (03) tipos de indústria (Curtumes, Têxtil e Papel).

Quadro 4: Percentual de amostras de águas subterrâneas com qualidade adequada ao uso industrial, número e tipos de indústrias correspondentes – área do médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN.

Aquífero	Número de amostras	Percentual de amostras (%)	Número de indústrias	Tipo de indústria adequada
Cristalino	07	100	-	Nenhum
Açú e Jandaíra	07	50	3	Têxtil; Papel; Bebidas/sucos
	07	50	-	Nenhum
Barreiras	22	51	9	Todos (Refrigeração; Laticínios; Conservas; Açucareira; Cervejaria; Bebidas/sucos; Curtumes; Têxtil; Papel)
	10	23	4 a 7	Refrigeração; Laticínios; Cervejaria; Curtumes; Papel; Bebidas/sucos; Têxtil
	11	26	Até 3	Curtumes; Têxtil; Papel

4 – ÁGUAS SUPERFICIAIS

A área estudada (610 km²) está inserida no médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN, que apresenta área total da ordem de 2.635 km², e forma alongada na direção geral leste-oeste. Suas nascentes estão situadas a cerca de 120 km da costa, na cidade de Lajes.

Os recursos hídricos superficiais da bacia estão associados a dois mecanismos: águas superficiais de origem ou sob influência direta de águas subterrâneas; águas superficiais armazenadas em reservatórios artificiais, sob influência direta das chuvas.

Na área de ocorrência do aquífero Barreiras são encontradas lagoas e fontes/olheiros, que são pontos de água superficial associados a contribuições e/ou influência das águas subterrâneas do referido aquífero (sistema livre). Algumas lagoas secam devido ao rebaixamento sazonal do nível das águas do aquífero freático, e também por influência da evaporação.

As águas das fontes/olheiros escoam em trechos do baixo curso do vale perenizando-o, e caracterizando o fluxo de base no período de recessão. O leito principal do rio e seus afluentes são naturalmente de regime temporário, em especial a oeste de Taipu, por conta do substrato cristalino praticamente impermeável, solos poucos espessos e clima semi-árido, não sendo possível o estabelecimento de um fluxo de base.

Como reservatório superficial artificial destaca-se a Barragem de Poço Branco, com capacidade de acumular cerca de 136 milhões m³ de água, e se constituindo no principal manancial de superfície de toda a bacia. As águas são classificadas como doces (Sólidos Totais Dissolvidos = 882 mg/L, em 08/1998).

Apesar da barragem ser de grande expressão não só no baixo e médio curso estudado, mas em toda a bacia, suas águas vem tendo pouca utilização e muito desperdício, se prestando unicamente ao atendimento de pequenas demandas em áreas agrícolas dos trechos de vazante, pesca artesanal de pequeno porte, uso animal e outros usos menos nobres. As águas não tem sido utilizadas para consumo humano desde 1982, sendo substituídas pelas águas do Sistema Adutor Integrado de João Câmara.

5 – CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

Com vistas a se obter uma estimativa sobre o panorama atual das disponibilidades hídricas e dos volumes efetivamente utilizados, foram avaliados os consumos de água no abastecimento público, agricultura e consumo industrial área.

5.1 – CONSUMO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

O volume de água para abastecimento público foi avaliado com referência às sedes municipais de Ceará Mirim, Taipu e Poço Branco, e aos seus setores rurais.

- Ceará Mirim:

O abastecimento de água é controlado pelo SAAE (Serviço Autônomo de Águas e Esgotos), que capta águas subterrâneas do aquífero Barreiras em seis (06) poços tubulares situados fora do contexto da área.

Os poços são de pequena profundidade (de 25 a 30 metros), com vazões entre 36 e 40 m³/h. O volume de água consumido anualmente é da ordem de **2,45 x 10⁶ m³/ano**.

- Taipu e Poço Branco:

O abastecimento destes municípios insere-se no “Sistema Adutor Integrado de João Câmara/RN”, implantado em 1982 pela CAERN, que vem atendendo uma população da ordem de 15.000 habitantes.

O sistema utiliza as águas captadas da fonte de Pureza (situada a cerca de 17 km a norte da área estudada), que são bombeadas para João Câmara e Bento Fernandes, e drenadas por gravidade para os municípios de Taipu e Poço Branco.

O consumo médio anual do sistema (nos 4 municípios) é estimado em 2,62 x 10⁶ m³/ano. Considerando a parte deste volume que efetivamente é consumido no abastecimento de Taipu e Poço Branco, temos a cifra de **958.000 m³/ano** (ou, **0,9 milhões m³/ano**).

- Setores Rurais:

Em diversas comunidades rurais, principalmente de Ceará Mirim e Taipu, o abastecimento é realizado através da captação de poços do aquífero Barreiras sob a coordenação do SAAE/Ceará Mirim. Neste contexto também estão inseridos os poços de particulares, que não fazem parte da rede.

As unidades de captação compreendem 54 poços tubulares e 33 poços amazonas. Os poços tubulares normalmente apresentam pequenas vazões (< 12 m³/h), funcionam de 2 horas/dia a 12 horas/dia, e são equipados com bombas submersas. O volume médio consumido é da ordem de 1.865.000 m³/ano.

Os poços amazonas são construídos em alvenaria com diâmetros de 2 a 3 metros, e a captação de água se procede de forma artesanal. O volume médio consumido por esses poços é em torno de 6.022 m³/ano. Desta forma tem-se um volume total explorado do aquífero Barreiras, nos setores rurais, equivalente a **1,87 x 10⁶ m³/ano**.

5.2 – CONSUMO AGRÍCOLA

O cultivo de cana de açúcar é a principal atividade agrícola na área, tanto em termos de abrangência de uso/ocupação do solo, como de produção agrícola na área.

Secundariamente, e de forma mais localizada, são desenvolvidos cultivos de outras culturas permanentes e temporárias.

A área cultivada é da ordem de 6.000 ha, e o consumo médio de água é estimado em 260 m³/h, equivalente a **2,28 x 10⁶ m³/ano**.

5.3 – CONSUMO DE ÁGUAS NA INDÚSTRIA:

A principal atividade do ramo industrial na área corresponde às indústrias de açúcar e álcool, e em menor amplitude a de aguardente.

A quantidade de cana de açúcar utilizada no processo industrial pode variar de 450.000 toneladas/ano a 2.000.000 de toneladas/ano. Atualmente a produção de açúcar é estimada entre 250.000 e 300.000 sacos/ano, e a de álcool entre 8.000 e 10.000 m³/ano.

O abastecimento de água nesta atividade se procede com a captação de águas superficiais (Rio Ceará Mirim e Fonte de Santa Teresa), sendo o consumo médio estimado em 270 m³/h, ou, **2,37 x 10⁶ m³/ano**, considerando um período de produção de seis (06) meses.

Temos, portanto, na área, um consumo médio anual de águas no abastecimento público, uso industrial e uso agrícola da ordem de **9,9 x 10⁶ m³/ano**.

6 – CONCLUSÕES

O comportamento climático da área, os solos, e os aspectos geológicos e estruturais em superfície e subsuperfície, condicionam e/ou influenciam, de forma variada, nas diferentes potencialidades hídricas e na qualidade das águas dos mananciais subterrâneos e superficiais, no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN.

A área estudada, embora represente apenas cerca de 23% da área total da bacia, concentra os principais mananciais de água, em especial de água doce e/ou potável. Este panorama acena para a necessidade de uma efetiva atuação governamental, que possibilite a implantação de um sistema de gerenciamento com vistas a um adequado aproveitamento dos recursos hídricos, de modo a garantir a oferta hídrica para os diversos usos, as reservas disponíveis e a proteção dos mananciais.

Neste contexto destacam-se as águas do aquífero Barreiras e as águas da Barragem de Poço Branco, que deverão ser objeto de gerenciamento e manejo específicos e imediatos. Foi constatada uma subexploração do aquífero Barreiras, na

medida em que as reservas explotáveis são da ordem de **81 milhões m³/ano**, e o volume explotado por poços é de apenas **1,8 milhões m³/ano**.

As pequenas vazões dos poços (85% < 12 m³/h) refletem o fato das captações terem sido projetadas para atender pequenas demandas, e não indicam a capacidade de fornecimento de água do sistema hídrico subterrâneo (Barreiras).

As prioridades, principalmente para as águas do aquífero Barreiras, serão o abastecimento público e o aproveitamento sustentável em atividades econômicas que necessitem de águas de melhor qualidade físico-química (indústria Alimentícia e Bebidas, Mineração e comercialização como água mineral).

A influência climática na qualidade das águas subterrâneas é marcante com respeito ao aquífero Barreiras no domínio mais oriental (entre Ceará Mirim e a costa), e quanto ao aquífero Cristalino na porção ocidental. No que se refere ao aquífero Jandaíra (rochas carbonáticas), no trecho intermediário entre Taipu e Ceará Mirim, é mais evidente a predominância da influência de processos físico-químicos de interação “água-rocha” na qualidade das águas do manancial, embora o clima possa ter certa contribuição.

O domínio de ocorrência do aquífero Barreiras é o mais representativo na área (entre Taipu e a costa), embora tenha demonstrado, juntamente com os demais sistemas aquíferos, diferentes potencialidades hidrogeológicas, associadas primariamente aos controles geológico-estruturais.

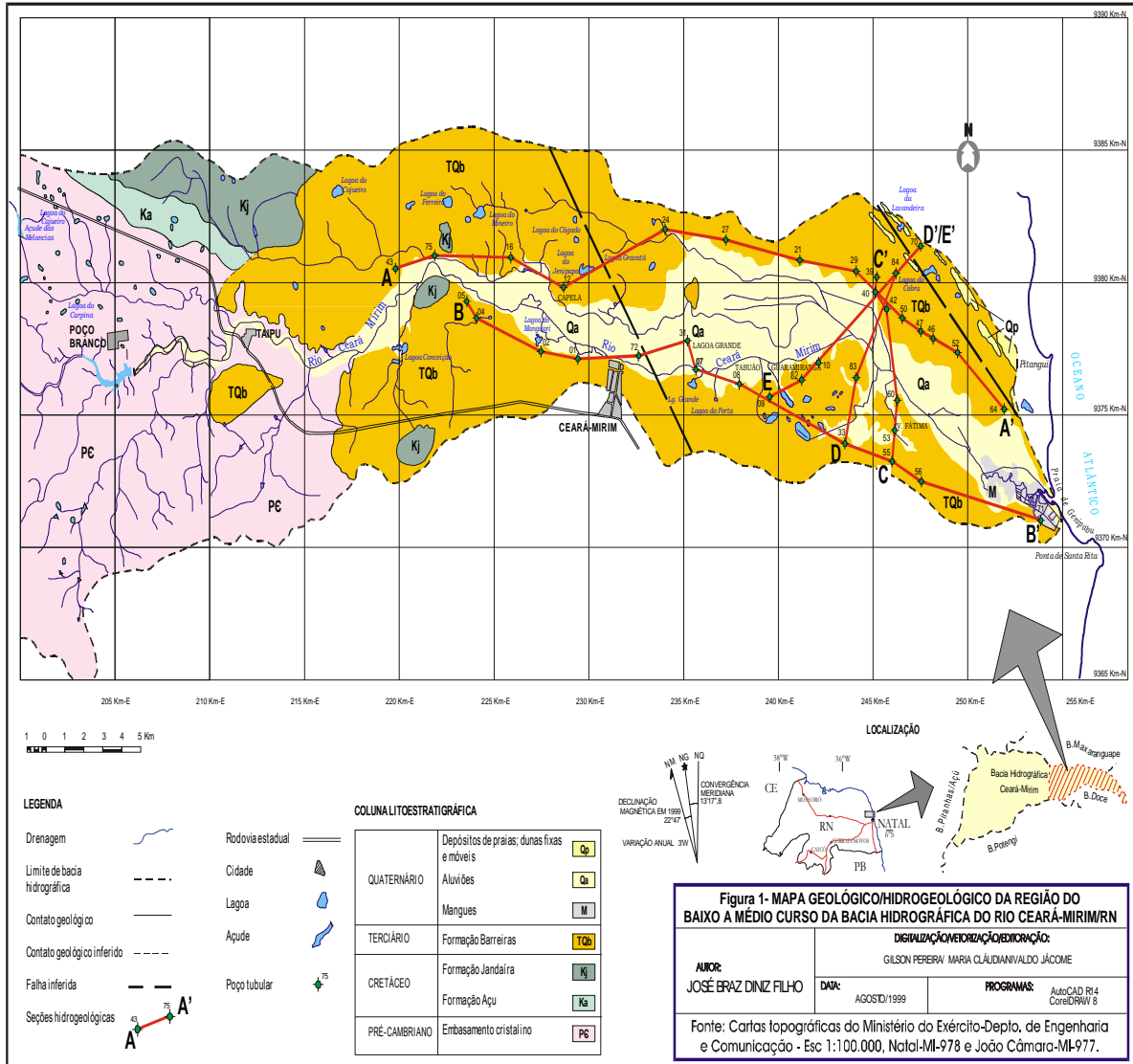
O aquífero Barreiras, no setor mais oriental entre Ceará Mirim e a costa, apresenta cobertura de solos com excelente drenagem, maiores espessuras saturadas, e maiores precipitações pluviométricas (superiores a 1.200 mm/ano) associadas a uma recarga de 24%.

Com isso o sistema local é favorecido por uma maior infiltração de águas de chuva, e portanto maior recarga e renovação/diluição das reservas subterrâneas, determinando a ocorrência de águas com baixíssima salinidade (10 mg/L < valor médio de Sólidos Totais Dissolvidos < 100 mg/L). É portanto o setor de maior potencial hidrogeológico da área estudada.

A implantação de um sistema de gerenciamento será de grande importância para a região e para o Estado, na medida em que as ações se convertam em benefícios e melhoria da qualidade de vida da população. Com efeito tem-se que, uma vez afetada a qualidade das águas e ultrapassada a capacidade de suporte dos mananciais, os prejuízos ambientais, sociais e econômicos serão incalculáveis, e de difícil remediação.

7 – BIBLIOGRAFIA

- BARROSO, T. T. (1999) Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica do Curso Inferior do Rio Ceará Mirim/RN. Natal/RN. 120p. (Dissertação – Mestrado). Departamento de Geologia, UFRN.
- CELLIGOI, A.; DUARTE, U. (1990) Hidrogeologia da Cidade de Londrina-PR. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 6, Porto Alegre, 1990. Anais. Porto Alegre, p. 64-71.
- COSTA, W. D. (1986) Análise dos Fatores que atuam no Aquífero Fissural – Área piloto dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. São Paulo. 225p. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- DINIZ FILHO, J.B. (1999) Recursos Hídricos Subterrâneos no Médio e Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN. São Paulo. 176p. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO/IPT (1982) Estudo Hidrogeológico Regional detalhado do Estado do Rio Grande do Norte. São Paulo. Vol. 1. 371 p.
- MANOEL FILHO, J. (1970) Inventário Hidrogeológico do Nordeste. Folha N°10 – Jaguaribe/NE. Recife/PE, SUDENE. 343 p.
- MELO, J. G. (1995) Impactos do Desenvolvimento Urbano nas Águas Subterrâneas de Natal/RN. São Paulo/SP. 196p. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- PROJETO RADAMBRASIL (1981) Levantamento de Recursos Naturais (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra). Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro. Volume 23. 744 p.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE /SERHID-RN (1998) Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos do Rio Grande do Norte. Natal/RN. 78 p.
- TAHAL/SONDOTÉCNICA (1969) Aproveitamento Hidro-agrícola das Bacias do Rio Ceará Mirim e da Lagoa de Extremoz/RN. Natal – RN. Volume 1. 131 p.



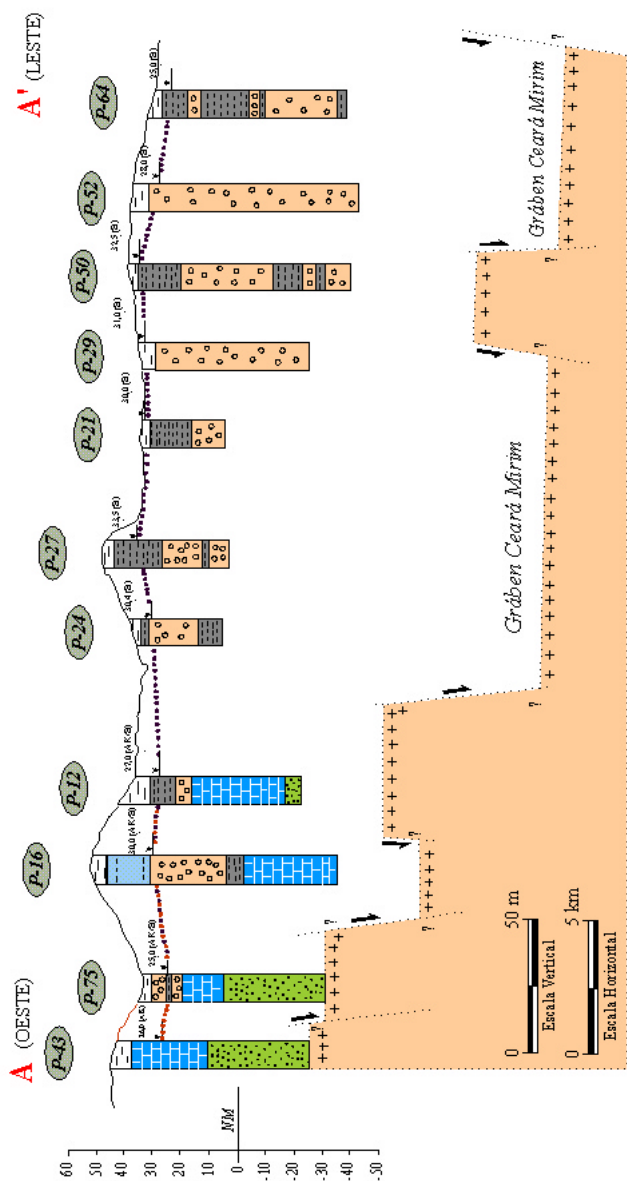
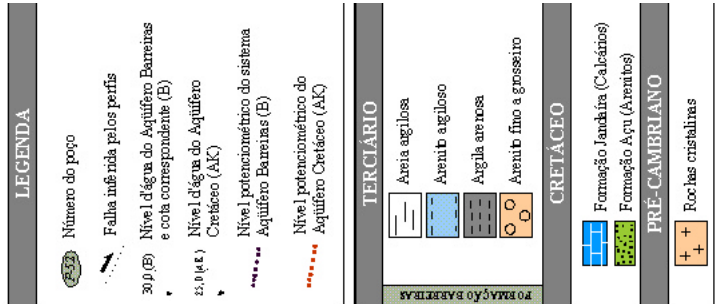
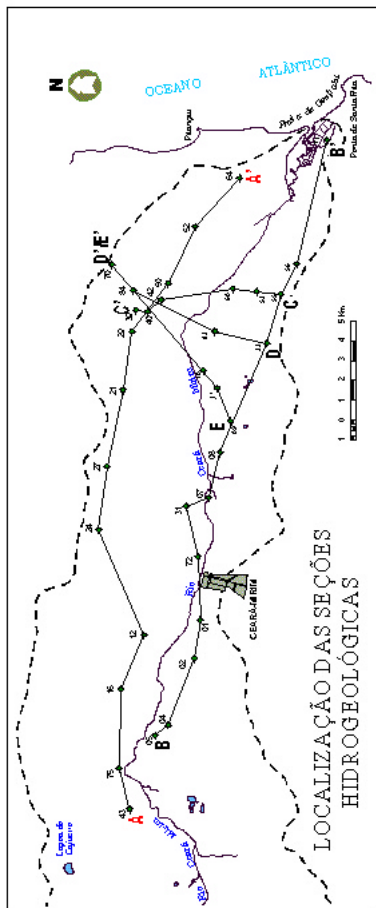


Figura 2 - Seção hidrogeológica A - A'

