

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 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | 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 C_1S_1 e C_2S_1 segundo a classificação americana.

As águas dos aquíferos Açu e Jandaíra apresentaram classes menos favoráveis à irrigação, de C_3S_2 a C_4S_4 . Ocasionalmente podem apresentar águas mais favoráveis, incluídas nas classes C_1S_1 e/ou C_2S_1 . 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.

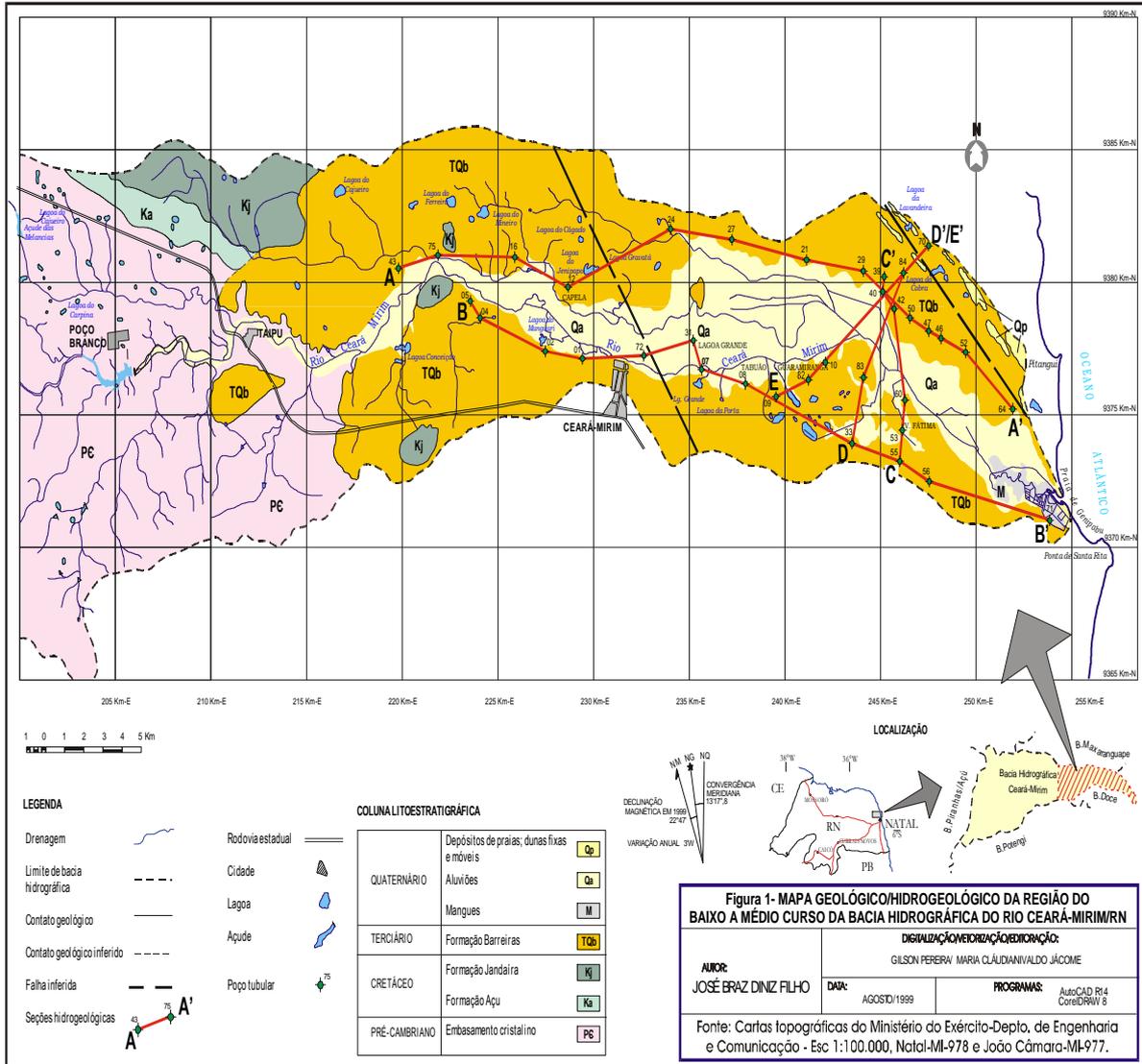
O aquífero Barreiras, no setor mais oriental entre Ceará Mirim e a costa, apresenta cobertura de solos com excelente drenagem, maiores espessuras saturadas, e maiores precipitações pluviométricas (superiores a 1.200 mm/ano) associadas a uma recarga de 24%.

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.



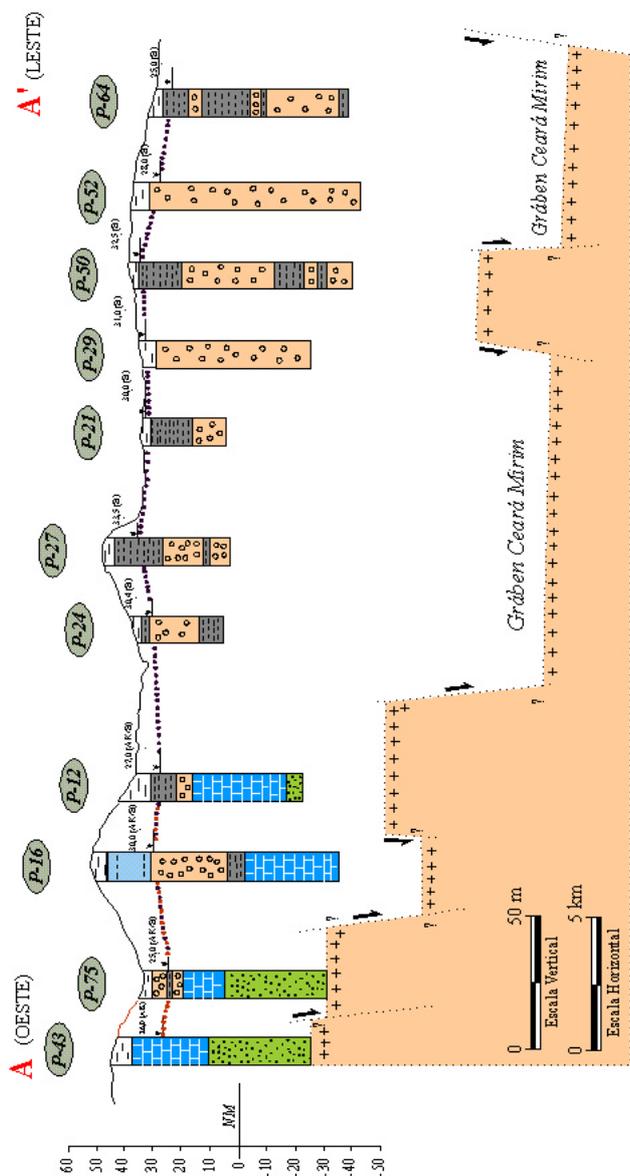
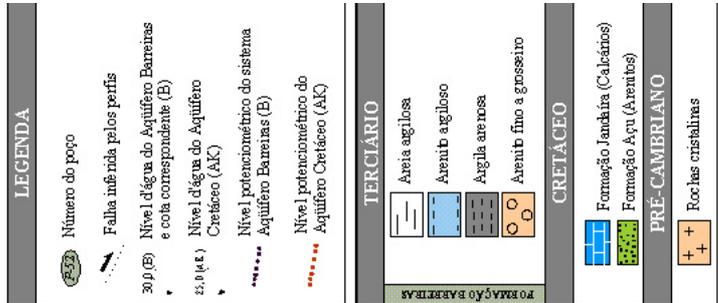
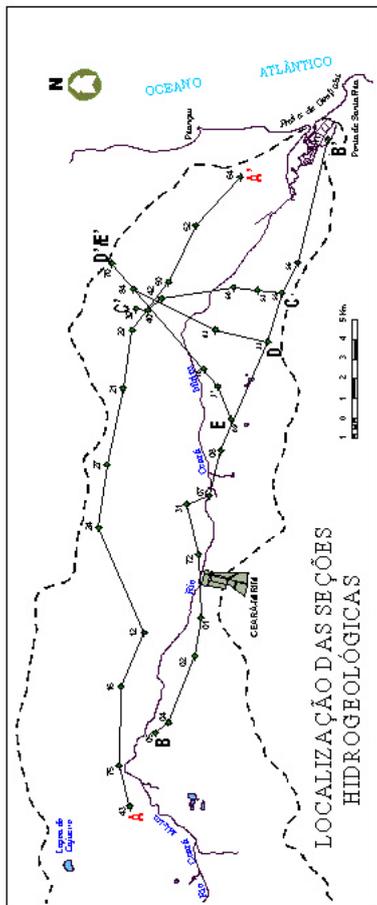
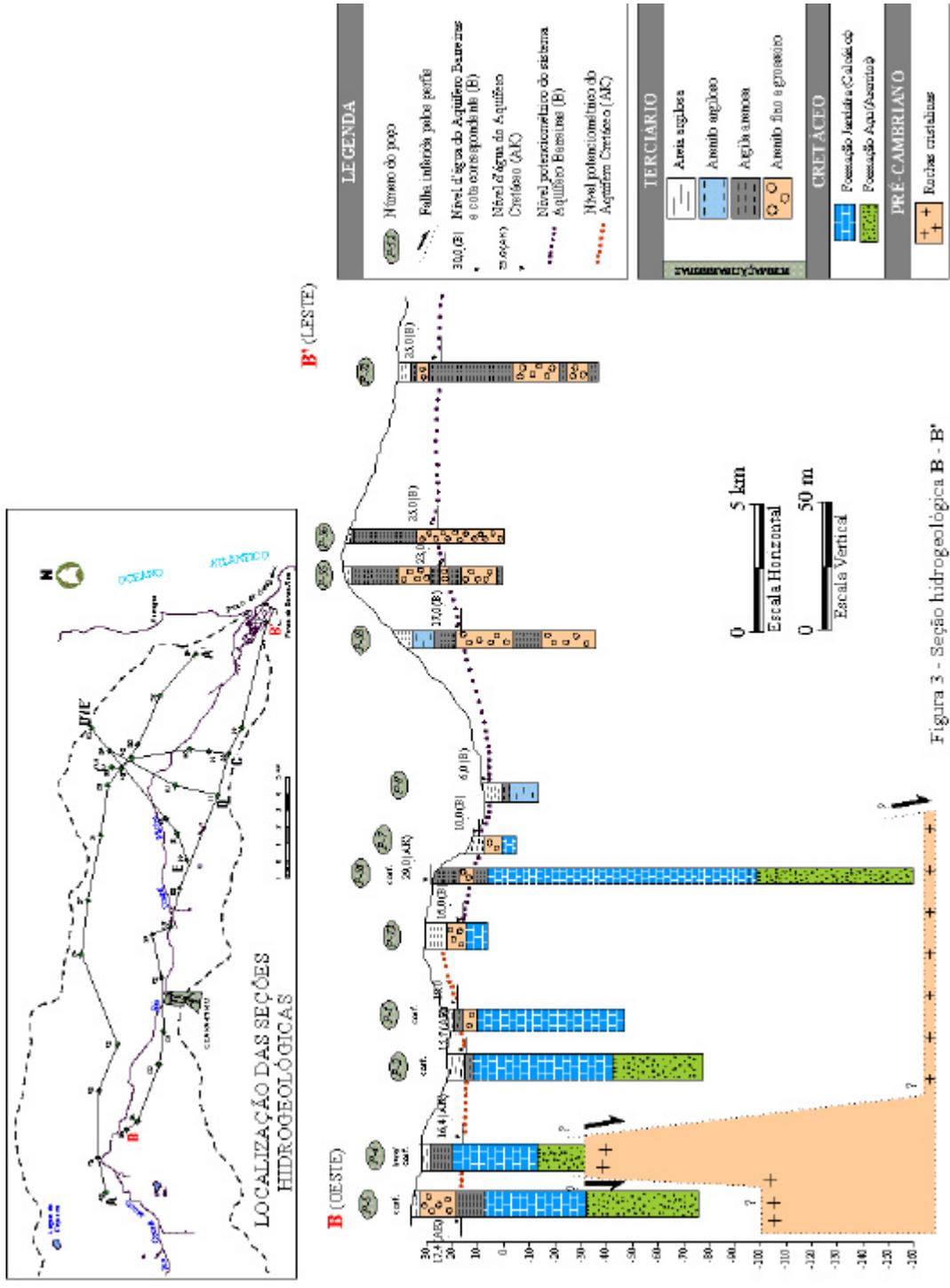
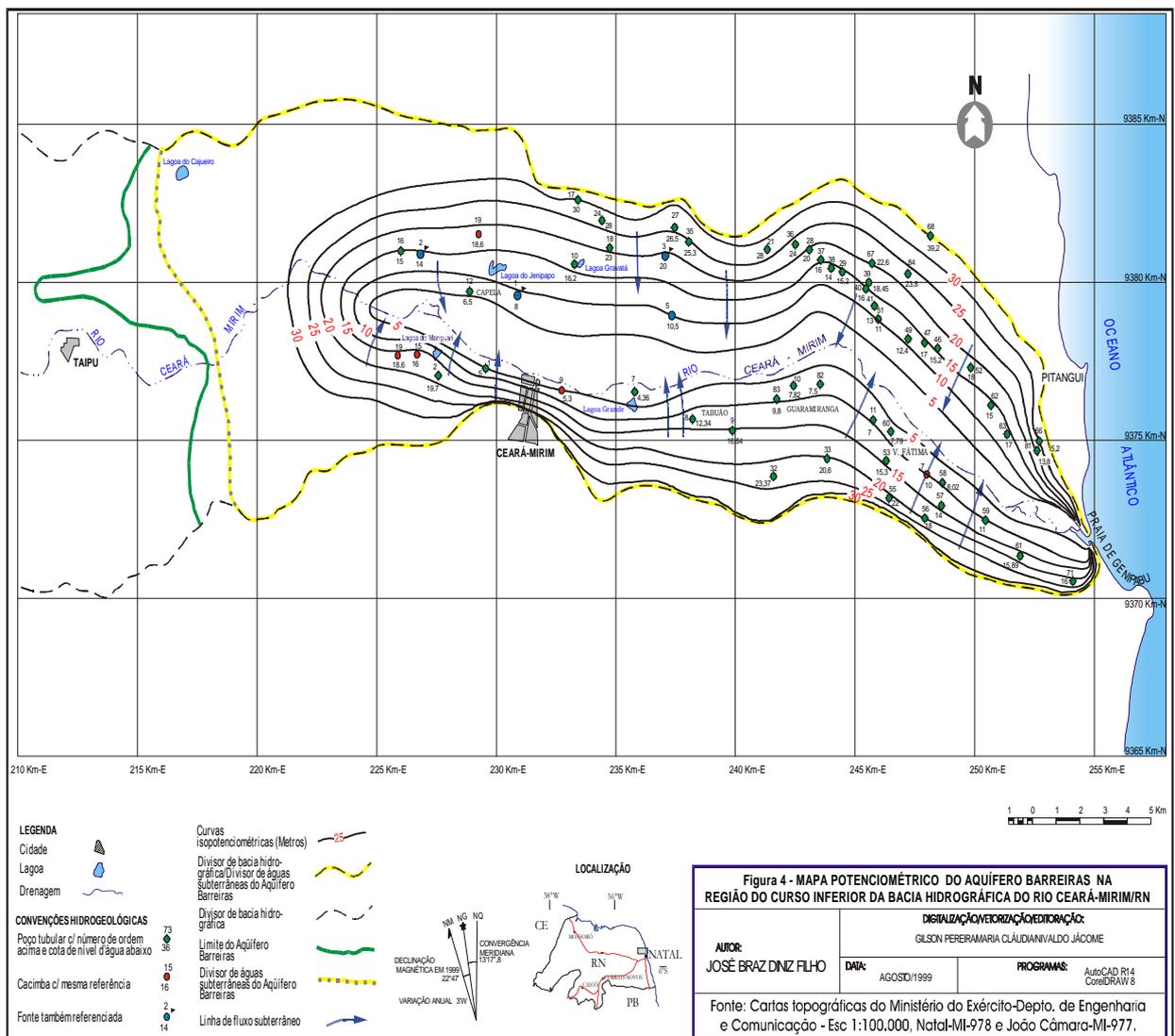


Figura 2 - Seção hidrogeológica A - A'





LEGENDA

- Cidade
- Lagoa
- Drenagem
- CONVENÇÕES HIDROGEOLÓGICAS
- Popo tubular c/ número de ordem acima e cota de nível d'água abaixo
- Cacimba c/ mesma referência
- Fonte também referenciada
- Curvas isotopométricas (Metros)
- Divisor de bacia hidrográficadivisor de águas subterrâneas do Aquífero Barreiras
- Divisor de bacia hidrográficadivisor de águas subterrâneas do Aquífero Barreiras
- Limite do Aquífero Barreiras
- Divisor de águas subterrâneas do Aquífero Barreiras
- Linha de fluxo subterrâneo

LOCALIZAÇÃO

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1989 224KF
CONVERGÊNCIA MERIDIANA 1977,8
VARIAÇÃO ANUAL 31V

Figura 4 - MAPA POTENCIOMÉTRICO DO AQUIFERO BARREIRAS NA REGIÃO DO CURSO INFERIOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ-MIRIM/RN

DIGITALIZAÇÃO E REVISÃO:
GILSON PEREIRAMARIA CLÁUDIANIVALDO JÁCOME

| | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|--|
| AUTOR: JOSE BRAZ DNZ FLHO | DATA: AGOSTO/1999 | PROGRAMAS: AutoCAD R14 CoreDRAW 8 |
|-------------------------------------|-----------------------------|--|

Fonte: Cartas topográficas do Ministério do Exército-Depto. de Engenharia e Comunicação - Esc 1:100.000, Natal-MI-978 e João Câmara-MI-977.

