

POTENCIALIDADES HIDROGEOLÓGICAS E ASPECTOS DE VULNERABILIDADE E RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS NO VALE DO CEARÁ MIRIM/RN

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

Resumo – São apresentadas estimativas das reservas das águas subterrâneas do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN, e aspectos relativos à vulnerabilidade dos sistemas aquíferos, cretáceos e terciário-quadernários, à contaminação antrópica. Ficou evidenciado o contraste entre o grande potencial hidrogeológico da bacia e a maior vulnerabilidade do sistema livre, o qual pode sofrer impacto qualitativo e não disponibilizar águas para usos nobres. Daí faz-se necessária uma gestão eficiente dos aquíferos que assegure a proteção e otimização do seu uso, com base no monitoramento do uso/ocupação do solo, e da superfície potenciométrica dos mananciais.

Abstract - The groundwater reserve evaluation and aquifers vulnerability features are shown to the low part of the Ceará Mirim River, Rio Grande do Norte State/Brazil. The watershed hydrogeologic potential is in opposition to the high vulnerability of the unconfined aquifer. It's very important an adequate management strategy of the aquifers, to give more protection and use of the groundwater, according monitoring of soil use and groundwater level or potentiometric surface.

Palavras-Chave - Aquífero; Potencialidades de água subterrânea; Vulnerabilidade.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos subterrâneos de natureza potável são indiscutivelmente de importância vital à saúde e processos metabólicos humanos, e primordiais como fonte hídrica necessária ao

¹ Programa de Pós Graduação em Geociências da UFRN. Campus Universitário, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geologia, CEP: 59072-970, Natal/RN, Fone (0xx84 – 215-3807), Fax: (0xx84-215-3806), E-mail: brazdf@geologia.ufrn.br

² Programa de Pós Graduação em Geociências da UFRN. Campus Universitário, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geologia, CEP: 59072-970, Natal/RN, Fone (0xx84 – 215-3807), Fax: (0xx84-215-3806), E-mail: jgmelo@ufrnet.br

³ Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID). Rua Maria Câmara, 1884, Capim Macio, CEP: 59082-430, Natal/RN, Fone (0xx84 – 232-2441), Fax (0xx84)-232-2449; E-mail: telmatostes@rn.gov.br

⁴ Universidade de São Paulo (USP). Instituto de Geociências/IG, CEP: 05508-080, São Paulo/SP, Fone (0xx11 – 3091-4226), Fax (0xx11-3091-4295), E-mail: urduarte@usp.br

desenvolvimento econômico ligado às atividades industriais, rurais (agropecuária) e urbanas (comércio em geral). Desde que sejam armazenadas no meio geológico natural em condições de estoque, renovação e utilizações adequadas, as águas subterrâneas podem servir como fonte permanente para abastecimento, sem provocar perturbações e danos ao equilíbrio hidrológico de subsuperfície, evitando que ocorra exaustão dos aquíferos e/ou interferência de águas de qualidade inferior, oriundas de sistemas adjacentes.

A despeito das condições naturais do próprio meio geológico, os sistemas aquíferos também requerem uma proteção das atividades poluidoras humanas passíveis de impactá-los, mediante critérios e regulamentação no uso do solo. Além do mais, é indispensável a disposição e tratamento adequados de efluentes e resíduos tóxicos, que, uma vez lançados no solo, subsolo e áreas de recarga de mananciais, tornam-se passíveis de atingir as reservas hídricas subterrâneas de natureza potável, ou adequadas a outros usos.

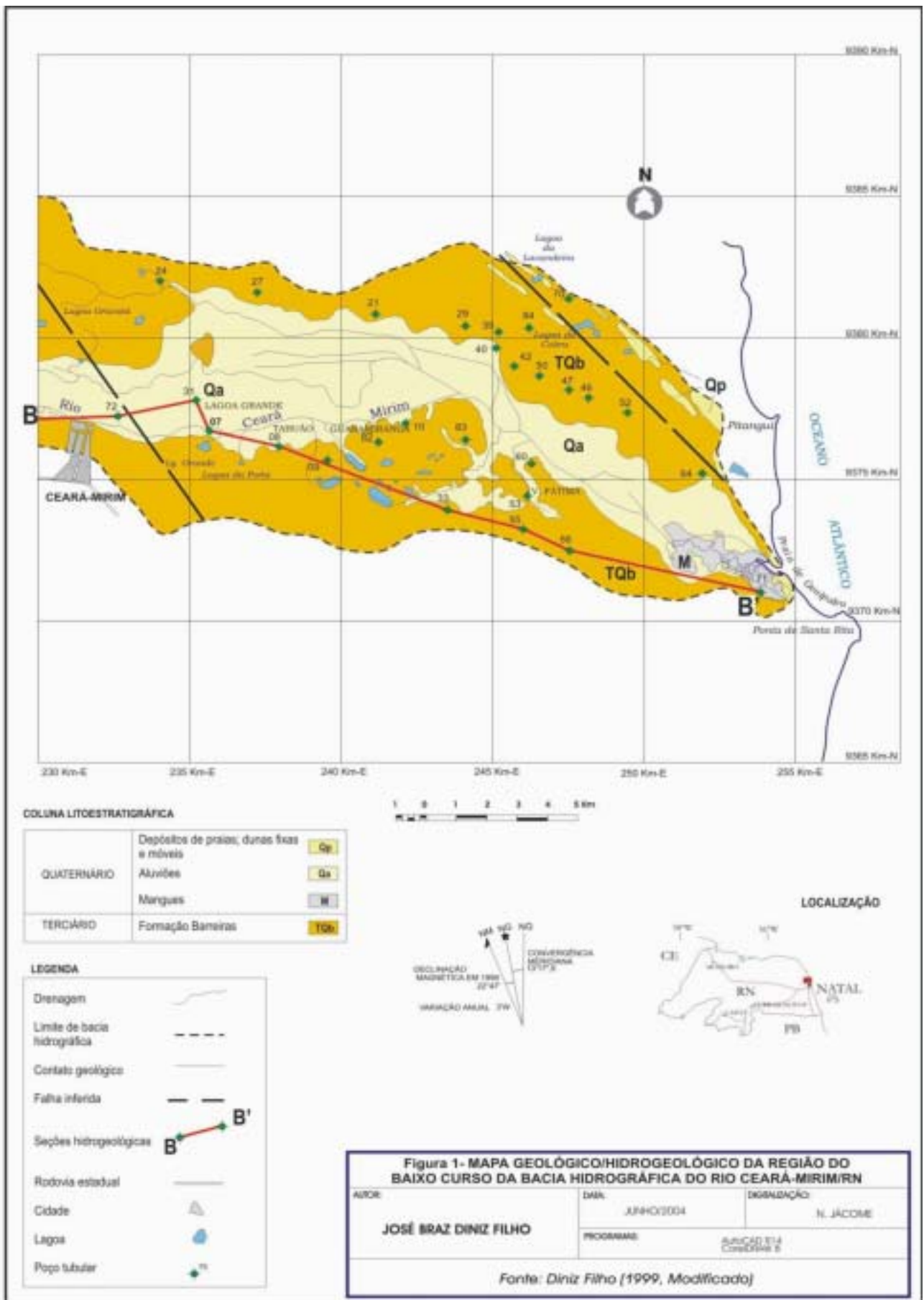
Sob este enfoque, o estudo apresentado tem como objetivo avaliar as reservas dos principais sistemas aquíferos da área, indicar sua vulnerabilidade à contaminação e riscos ambientais por influência antrópica, e alertar sobre diretrizes de aproveitamento das águas subterrâneas conforme as demandas quantitativas e qualitativas requeridas pelo uso sustentável dos mananciais. O desenvolvimento deste trabalho foi fundamentado nos resultados dos estudos efetuados na área por Diniz Filho (1999), Barroso (1998), e SERHID (1998), seguido de uma atualização dos dados.

A área estudada, com superfície da ordem de 225 km², situa-se na porção nordeste do Estado do RN, no trecho do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN (Figura 1), a cerca de 25 km a norte de Natal/RN. Limita-se ao norte com a bacia do Rio Maxaranguape, ao sul com a bacia do Rio Doce, ao leste com o Oceano Atlântico, e ao oeste com a linha de coordenada em UTM de 230 KmE. Este limite foi definido segundo critérios hidrogeológicos de ocorrência dos principais sistemas aquíferos no domínio do baixo curso da bacia.

A precipitação pluviométrica média anual na área é de 1015 mm/ano, e a Umidade Relativa do ar é estimada em 80%. Tais parâmetros caracterizam na área um clima úmido/sub-úmido, conforme a classificação de Koppen. O período anual de excedente hídrico abrange de Fevereiro a Julho, sendo estimada uma taxa de infiltração média da ordem de 18%.

As seguintes unidades Crono e Litoestratigráficas ocorrem na área (Figura 1):

- Embasamento Cristalino - Pré-cambriano (não aflorante): gnaisses, migmatitos, granitos, micaxistos, etc;



- Formação Açú (arenitos, argilitos, siltitos) e Formação Jandaíra (calcários, dolomitos) – Cretáceo (não aflorantes);
- Formação Barreiras - Tércio-Quaternário (aflorante): areias, arenitos, argilas, etc.
- Sedimentos Quaternários (aflorantes): aluviões, sedimentos de praia, dunas, mangues, etc.

Os sedimentos cretáceos da Formação Açú (siliciclásticos) e Formação Jandaíra (rochas carbonáticas) são representativos da Bacia Potiguar, originada por processos tectono-sedimentares ligados à deriva continental, que culminou com a separação dos continentes sul americano e africano. Os sedimentos tércio-quaternários da Formação Barreiras, assentados sobre a Formação Jandaíra, são aflorantes, e apresentam uma morfologia de tabuleiro costeiro encaixado por vale de fundo plano, em forma de “U”, que é drenado pelo Rio Ceará Mirim, de oeste para leste.

SISTEMAS AQUÍFEROS GRANULARES

As principais unidades aquíferas granulares correspondem aos aquíferos Açú e Barreiras (Diniz Filho, 1999), cuja estrutura hidrogeológica é indicada na Figura 2 (seção B-B’).

O Aquífero Açú compõe um meio aquífero poroso granular, com espessura média de 50 metros, litologicamente representado por arenitos, siltitos e argilitos, situado a uma profundidade de 136 metros (topo), sendo sobreposto e confinado pela Formação Jandaíra. Conforme a distribuição de cargas potenciométricas, foi caracterizado que o nível potenciométrico do aquífero Açú se eleva acima do seu topo, e se posiciona acima do nível potenciométrico do aquífero livre (Barreiras), no vale, propiciando drenança vertical ascendente e condições de artesianismo jorrante no próprio vale (poço P-31 surgente, localizado no Engenho Igarapé). As águas apresentam salinidade mais elevada do que as águas do aquífero Barreiras, com valor médio de 1613 mg/L de Sólidos Totais Dissolvidos.

A Formação Jandaíra (calcários e dolomitos) se sobrepõe como uma unidade hidrogeologicamente confinante do Aquífero Açú, embora possa também desenvolver características aquíferas de natureza cárstica, através de sistemas de infiltração, circulação e armazenamento de águas em cavernas e/ou canais de dissolução, ainda pouco conhecidos na área.

O Aquífero Barreiras constitui a unidade superior, sobreposta aos calcários da Formação Jandaíra. Compõe-se por estratos sub-horizontais e descontínuos de areias, siltes e argilas, freqüentemente com níveis conglomeráticos na base, pouco consolidados e com matriz siltico-argilosa.

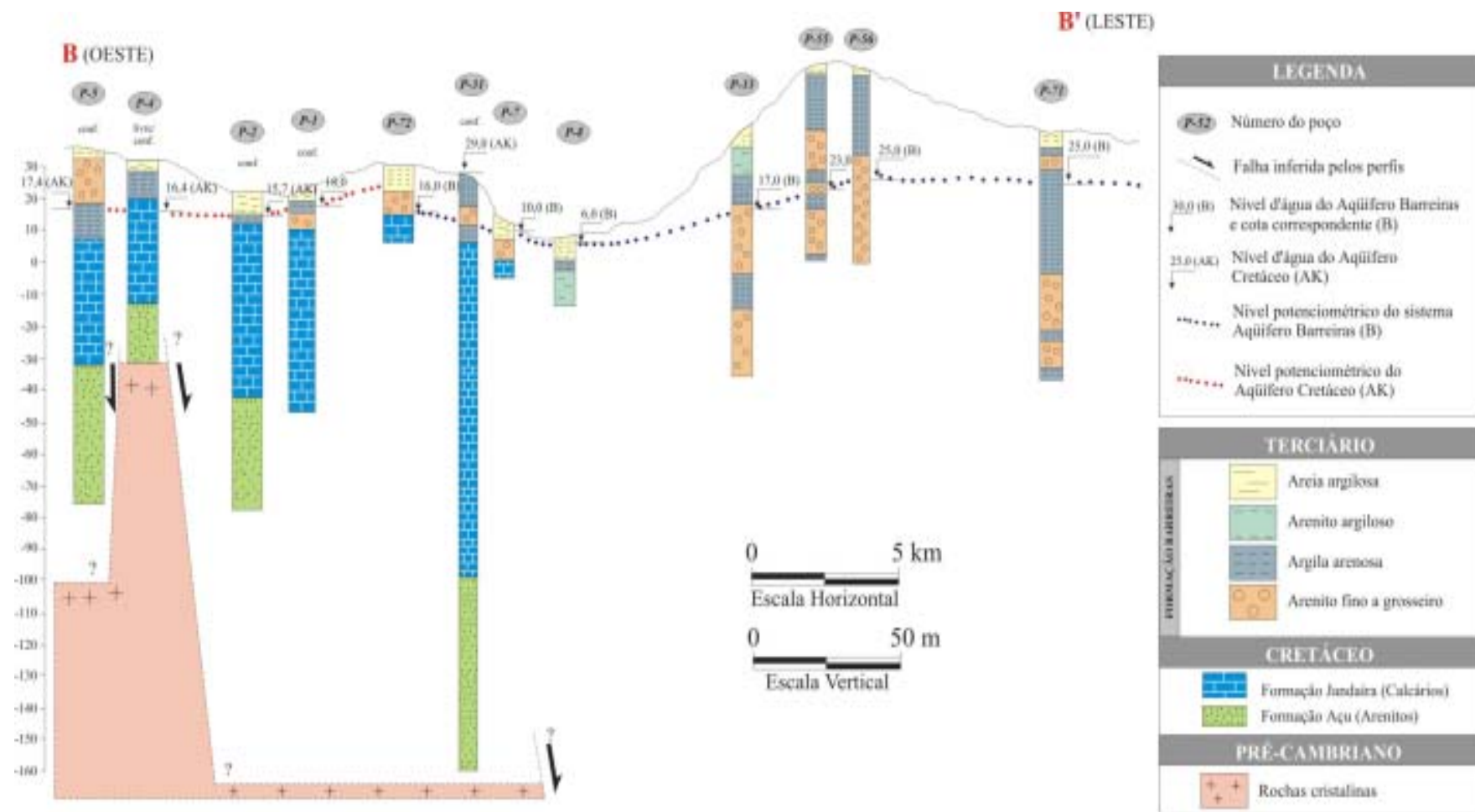


Figura 2 - Seção hidrogeológica B - B'

Fonte: Diniz Filho (1999, Modificado)

As características litológicas e o comportamento da distribuição do nível d'água nos poços, que em geral obedece à configuração do relevo, evidenciam o aquífero Barreiras como um sistema poroso granular e essencialmente livre. O nível freático está a uma profundidade que varia de zero na região do vale, até 25-30 metros nos trechos de tabuleiros elevados. Em função do comportamento geológico-estrutural, o aquífero Barreiras apresenta espessuras entre 40 e 110 metros, e espessura saturada entre 30 e 60 metros. Os poços do aquífero Barreiras são em geral construídos com diâmetro de seis polegadas (6”), profundidade média de 55 metros, e vazões que podem superar 31 m³/h. As águas são físico-quimicamente potáveis, com baixa salinidade definida pelo teor médio de Sólidos Totais Dissolvidos de 120 mg/L. Os parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros dos sistemas aquíferos do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN (Diniz Filho, 1999).

Aquífero	T (m ² /s)	K (m/s)	S ; SY
Açu	6,3 x 10 ⁻⁵	1,26 x 10 ⁻⁶	1,4 x 10 ⁻⁴
Barreiras	2,42 x 10 ⁻³	1,1 x 10 ⁻⁴	0,10
Transmissividade – T; Condutividade hidráulica – K; Coeficiente de armazenamento – S; Porosidade específica - SY;			

A análise dos parâmetros citados caracteriza o Aquífero Barreiras como o sistema de maior vocação hidrogeológica, especialmente por ser um aquífero freático, e mais favorável ao armazenamento, circulação e renovação das reservas, tendo em vista sua maior condutividade hidráulica e porosidade específica mais elevada (10%).

RECURSOS POTENCIAIS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Aquífero Açu

Este sistema compreende um meio aquífero poroso, granular, confinado pelos calcários da Formação Jandaíra (Figura 1), cujas reservas confinadas localizam-se no trecho entre as coordenadas 230 kmE e 255 kmE.

As reservas de aquíferos confinados compreendem a reserva total (RT), a reserva permanente (RP), e a reserva correspondente ao volume de água sob pressão (Vp). A reserva total é dada por:

RT = Reservas Permanentes (RP) + Volume de água sob pressão (Vp)

- Reserva Permanente (RP) do aquífero Açú: Corresponde ao volume de água de saturação ($RP = A \cdot b \cdot \mu$), sendo utilizados os seguintes dados da área e regionais:

A = área de ocorrência do aquífero = 225 km²;

b = espessura do aquífero = 50 metros;

μ = porosidade específica do aquífero na zona de afloramento = 2% (SERHID, 1998a).

A área do aquífero representa o trecho mais representativo em termos de confinamento do sistema, de acordo com a distribuição de cargas potenciométricas. Neste caso, foi caracterizado que o nível potenciométrico do aquífero Açú se eleva acima do seu topo, e se posiciona acima do nível potenciométrico do aquífero livre, propiciando drenança vertical ascendente e condições de artesianismo jorrante (poço P-31, Engenho Igarapé). A espessura do aquífero foi obtida nesse contexto conforme dados de poços, e a porosidade específica corresponde ao valor obtido de estudos hidrogeológicos regionais executados na Bacia Potiguar. Desta forma a reserva permanente (RP) do aquífero Açú é estimada em **225 x 10⁶ m³**.

- Volume de água sob pressão (Vp) do aquífero Açú: Foi determinado pela expressão $Vp = A \cdot h \cdot S$, com os seguintes parâmetros:

A = área de ocorrência do aquífero = 225 km²;

h = altura da coluna d'água acima do topo do aquífero = 136 metros;

S = coeficiente de armazenamento = 1,7 x 10⁻⁴ (SERHID, 1998a).

A distância vertical - h - correspondente à altura da coluna d'água desde o topo do aquífero até a posição do nível potenciométrico do aquífero Açú, detectada no poço surgente P-31 (Engenho Igarapé), cuja coluna de surgência é da ordem de 0,40 metros acima da superfície. O Coeficiente de Armazenamento também foi obtido a partir de informações dos estudos hidrogeológicos regionais executados na Bacia Potiguar. Desta forma a reserva de água sob pressão é da ordem de **5 x 10⁶ m³**.

- Reserva Total (RT) do aquífero Açú: Adicionando as parcelas das reservas permanente e sob pressão, temos:

$$RP = 225 \times 10^6 \text{ m}^3 + 5 \times 10^6 \text{ m}^3 = \underline{\underline{230 \times 10^6 \text{ m}^3}}.$$

- Recursos Explotáveis do aquífero Açú:

Os recursos explotáveis podem ser estimados como sendo o volume de água sob pressão (Vp), que é da ordem de **5 x 10⁶ m³**. A vazão de escoamento natural do sistema poderia da mesma forma estimar os recursos explotáveis, embora não tenha sido possível sua avaliação. Neste caso é

oportuno admitir, a princípio, que os recursos exploráveis do aquífero Açú possam ser superiores ao volume de água sob pressão. No entanto será necessário estabelecer uma exploração controlada do aquífero, associada a um processo de monitoramento do sistema, visando avaliar o comportamento e evolução das cargas potenciométricas, de forma a não comprometer a reserva permanente e o equilíbrio da pressão hidrostática do aquífero Açú.

Aquífero Barreiras

Este sistema compreende um meio aquífero poroso granular, de natureza livre (Figuras 1 e 2), sobreposto às rochas carbonáticas da Formação Jandaíra. As reservas foram dimensionadas tomando-se por base o limite oeste da bacia, coincidente com o limite oeste estabelecido para o aquífero Açú (a partir da coordenada em UTM de 230 kmE).

Na avaliação de reservas do aquífero Barreiras, procedeu-se a definição da reserva permanente (RP), reserva reguladora (RR), reserva total (RT), e avaliação dos recursos exploráveis.

– Reserva Reguladora (RR) do aquífero Barreiras: Os dados obtidos para avaliação da reserva ($RR = A \cdot \Delta h \cdot \mu$) foram:

$A =$ área de ocorrência do aquífero = 225 km²;

$\Delta h =$ variação do nível das águas subterrâneas num ano hidrológico, entre a posição máxima na estação chuvosa, e mínima na estiagem = 2,5 metros;

$\mu =$ porosidade específica = 10% (Diniz Filho, 1999).

A área do aquífero (A) representa o trecho de melhores condições hidráulicas para armazenamento subterrâneo em função da arquitetura do aquífero, e do comportamento do nível freático. A variação do nível das águas subterrâneas (Δh) foi obtida por monitoramento do nível estático em alguns poços (Tabela 2). A Porosidade Específica foi obtida pelo ajuste das curvas de campo, aplicando o Método de Neumann para drenagem retardada. Logo, a reserva reguladora do aquífero Barreiras é da ordem de **56 x 10⁶ m³**.

– Reserva Permanente (RP) do aquífero Barreiras: Os dados obtidos para avaliação da reserva ($RP = A \cdot b \cdot \mu$) foram:

$A =$ área de ocorrência do aquífero = 225 km²;

$b =$ espessura saturada média do aquífero = 38 metros;

$\mu =$ porosidade específica = 10% (Diniz Filho, 1999).

Tabela 2 – Pontos d'água usados para medição da variação do nível das águas subterrâneas no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN (Diniz Filho, 1999).

Ponto d'água	Coordenadas (UTM)		Nível estático (metros)	Data
	N-S	E-W		
08	9375,8	238	1,64	01.03.98
11	9375,6	245,5	15,95	01.11.97
34	9381,8	237,6	28,82	08.11.97
36	9381,3	242,3	20,04	01.11.97
37	9380,7	243,4	28,4	01.11.97
39	9380,2	245,3	18,55	01.11.97
40	9379,9	245,5	21	01.11.97
41	9379,2	245,7	37	02.11.97
46	9377,9	248,2	38	01.11.97
49	9378,2	247,1	34,6	01.11.97
53	9374,8	246,1	4,73	01.03.98
55	9373,2	246,2	35,34	20.10.97
56	9372,5	247,6	37,37	21.10.97
57	9372,1	248,4	38,73	01.11.98
60	9375,6	246,4	5,21	01.03.98
63	9375,0	251,4	13,95	01.10.97
70	9382	248,5	7,9	16.10.97

A espessura saturada (b) do aquífero foi obtida considerando a observação da posição mínima do nível freático (mais profundo) no período de estiagem, entre 1997-1998. Desta forma a reserva permanente (RP) foi estimada em **855 x 10⁶ m³**.

- Reserva Total (RT) do aquífero Barreiras: Definida pela soma das parcelas das reservas reguladora e permanente, ou seja, **RT = 911 x 10⁶ m³**.

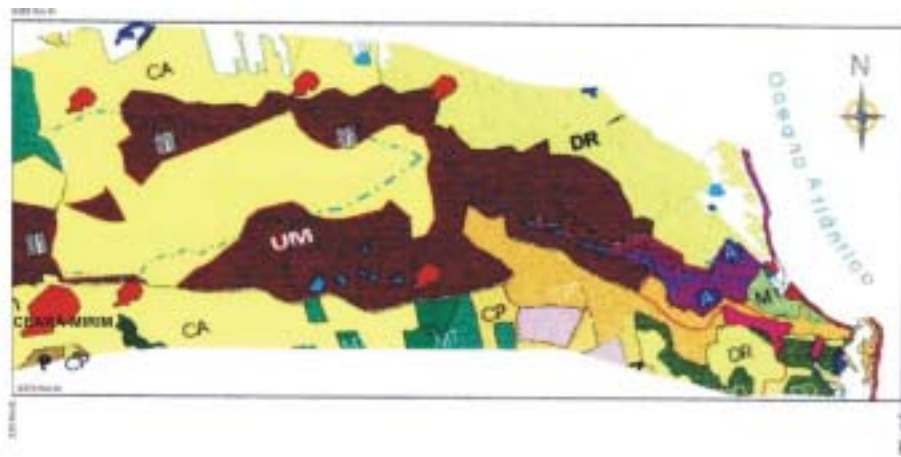
- Recursos Explotáveis do aquífero Barreiras: Os recursos explotáveis, em aquífero livre, teoricamente podem ser considerados como correspondentes à reserva reguladora, ou seja, **56 x 10⁶ m³**.

ASPECTOS DA VULNERABILIDADE E RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O mapa de uso e ocupação do solo (Figura 3) demonstra vários aspectos relacionados à utilização dos recursos ambientais da área de estudo, evidenciando as prováveis fontes de contaminação das águas subterrâneas. No que se refere às áreas construídas, percebe-se que são pontuais e passíveis de gerar cargas poluidoras associadas a esgotos domésticos e lixões. As atividades produtivas agrícolas predominam espacialmente na área, em especial com o uso do solo no cultivo de cana de açúcar, matéria prima da produção de açúcar e álcool. Esta atividade estimula a prática de utilização de cargas de fertilizantes e pesticidas, e aplicação de vinhoto (efluente da produção de álcool) para irrigação do solo. O processamento da produção nas usinas e engenhos (agroindústria), por sua vez, origina efluentes e resíduos que são lançados no solo e cursos d'água (Rio Ceará Mirim e afluentes).

Os riscos de contaminação das águas subterrâneas procedem da diversidade e intensidade destas cargas poluentes/contaminantes, e da sua estreita ligação aos componentes do meio geológico e hidrogeológico da área, que poderão favorecer ou atenuar o acesso dos produtos nocivos ao manancial subterrâneo, o que caracteriza sua vulnerabilidade. Logo, a Vulnerabilidade das águas subterrâneas à contaminação se dá em função basicamente das características da zona insaturada e profundidade do nível das águas subterrâneas.

Aplicando a metodologia empírica de Foster (1987), foi estimada a vulnerabilidade das águas subterrâneas do **Aqüífero Barreiras**, conforme ilustra a Figura 4. Constataram-se trechos de baixa vulnerabilidade (patamar dos tabuleiros) a alta vulnerabilidade (vale plano e terraços fluviais do Rio Ceará Mirim) do sistema Barreiras, condizente especialmente com a variação espacial na profundidade do nível das águas subterrâneas, definida pelo lençol freático acompanhando o relevo da área. O **Aqüífero Açú** (não aflorante) possui baixa vulnerabilidade na área, especialmente pela sua natureza hidrogeológica de aquífero confinado, topo situado a 136 metros, e poços surgentes no vale aluvial.



Legenda

ÁREAS CONSTRUÍDAS

- Cidades, vilas, povoados
- Loteamentos e áreas de expansão urbana
- Chácaras

ATIVIDADES PRODUTIVAS

- Cana-de-açúcar (CA)
- Cultura permanente (CP)
- Cultura permanente e temporária (CPT)
- Áreas de uso misto (UM)
- Pasto (P)
- Solo úmido (SU)
- Aquicultura (A)
- Indústrias (I)

COBERTURA VEGETAL

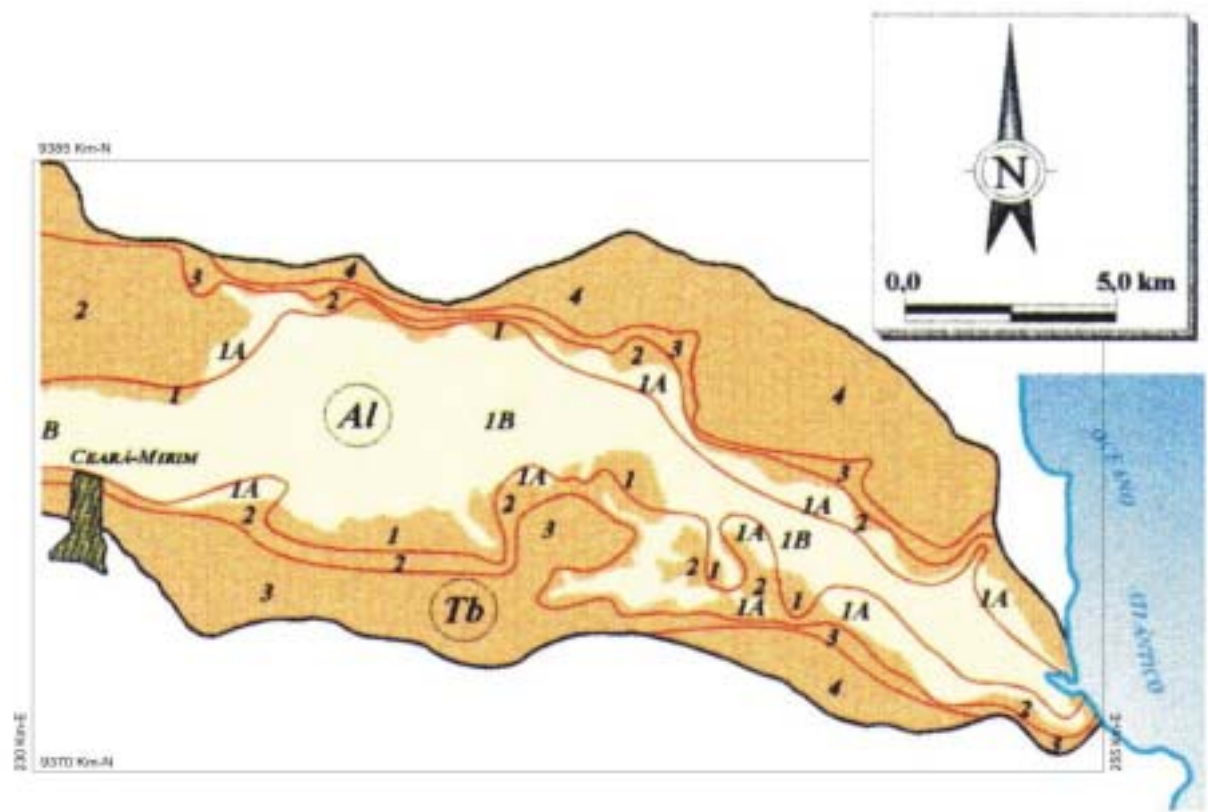
- Mata de duna litorânea densa (DD)
- Mata de duna litorânea mata (DR)
- Mata subcaducifólia densa/raia dos tabuleiros (MT)
- Manguezal/mangues (M)

Mapa de uso e ocupação do solo da SUGERCORIN - DEMIA e informações levantadas em campo.
Fonte: Imagens de Satélite SPOT, Bandas 1, 2 e 3 em composição colorida, Spot Image/Internet, 1988/1988.

Escala Aproximada: 1:220.000

Figura 3 - Mapa esquemático de uso e ocupação do solo-
Área do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim/RN.

Fonte: Diniz Filho (1999, Modificada)



VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À CONTAMINAÇÃO

ÁREA	AQUÍFERO	VULNERABILIDADE
1	Barreira	Média a alta
1A	Alevisão-Barreira	Alta
1B	Alevisão-Barreira	Extremamente alta
2	Barreira	Média
3	Barreira	Média a baixa
4	Barreira	Baixa
5	Água (Nível afl.)	Baixa

LEGENDA	
	Zona de vulnerabilidade
	Cidade

UNIDADES QUE COMPÕEM OS SISTEMAS AQUÍFEROS

QUATERNÁRIO	Aluviões	Areias, cascalhos, argilas e siltes
TERCIÁRIO	Formação Barreira	Areias e/ou argilas e argilas variegadas

Figura 4 - Mapa de vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição/contaminação-Área do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará-Mirim/RN.

Fonte: Diniz Filho (1999, Modificado)

RELAÇÕES VULNERABILIDADE x RISCOS x POTENCIALIDADES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O confronto e análise dos dados mostraram certas peculiaridades dos sistemas aquíferos Barreiras e Açú, que possibilitaram estabelecer relações acerca da VULNERABILIDADE x RISCOS x POTENCIALIDADES.

O aquífero Açú é menos vulnerável aos processos de contaminação química ou biológica de natureza antrópica, em função de o sistema estar situado a uma maior profundidade (topo a 100 metros), encoberto pelas rochas carbonáticas da Formação Jandaíra com espessuras entre 70 a 100 metros, e estas últimas pelos sedimentos da Formação (ou aquífero) Barreiras, que é o receptor imediato das cargas poluidoras em superfície. Junte-se a isso o confinamento do sistema Açú pelos calcários, que favorece ao artesianismo e drenança vertical ascendente, reforçando a maior proteção, menor vulnerabilidade e menor risco de contaminação das águas subterrâneas do aquífero Açú.

A condição favorável do Aquífero Açú, por ser hidrogeologicamente mais protegido e menos vulnerável, contrasta com a qualidade das águas em geral mais salinizadas e reservas volumetricamente menos favoráveis. O sistema confinado implica num maior tempo de trânsito e maior complexidade nos mecanismos de fluxo em processos de recarga/renovação das reservas do aquífero Açú, tanto por drenança vertical descendente e/ou a partir da zona aflorante. Neste caso, é imprescindível que a exploração seja acompanhada de um monitoramento sistemático do nível potenciométrico, visando um controle na evolução dos rebaixamentos, determinação e manutenção sazonal da recarga, com vistas a garantir o equilíbrio das pressões hidrostáticas do meio e evitar exaustão das reservas.

O Aquífero Barreiras é mais vulnerável aos processos de contaminação química ou biológica de natureza antrópica, por ser o aquífero superficial e de natureza livre, sendo o receptor direto das cargas poluidoras/contaminantes distribuídas em superfície, apresentando assim maiores riscos de degradação qualitativa.

A condição desfavorável do Aquífero Barreiras, no que concerne a sua proteção natural contra as cargas poluidoras, é compensada pela qualidade das águas literalmente doces e reservas volumetricamente mais expressivas. O sistema livre implica num menor tempo de trânsito, e maior taxa de infiltração/renovação/recarga do Aquífero Barreiras. No entanto é imprescindível que a exploração seja acompanhada de um monitoramento qualitativo sistemático e maior controle na localização, tipo e intensidade das atividades de uso e ocupação do solo, bem como no correto procedimento e destino das cargas poluidoras/contaminantes em superfície.

CONCLUSÕES

O paradoxo entre POTENCIALIDADES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS x VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO ANTRÓPICA foi a principal constatação revelada no presente estudo. Diante deste fato a utilização dos recursos hídricos subterrâneos deverá ser contemplada com uma estratégia de gestão hidroambiental que possibilite proteger e explorar as águas subterrâneas diante de distintas demandas, quantitativas e qualitativas, considerando um planejamento que defina as prioridades hídricas da região.

As águas do Aquífero Barreiras, tendo em vista suas reservas econômicas e qualidade físicoquímica, devem ser prioritariamente destinadas ao consumo humano local e/ou em projetos de abastecimento público, e para outros usos nobres. No entanto, a maior vulnerabilidade do sistema à contaminação requer a implementação de propostas de uso sustentável do solo e proteção do manancial, para diminuir os riscos de degradação do manancial por meio da infiltração de substâncias nocivas através da zona não saturada. Logo, recomenda-se controle no manuseio e aplicação de fertilizantes, pesticidas e vinhoto no solo, implantação de estação de tratamento de efluentes industriais, e sistemas esgotamento sanitário em comunidades.

As reservas do Aquífero Açu não podem ser descartadas para uso, pois são estrategicamente e naturalmente protegidas da ação antrópica, mesmo apresentando águas de qualidade inferior ao Aquífero Barreiras. As complexidades inerentes à dinâmica do fluxo, interconexão hidráulica com os sistemas Jandaíra e Barreiras, e aos processos de recarga/tempo de trânsito, merecem um entendimento mais apurado, o que prevê a adoção de um monitoramento sistemático e exploração controlada do sistema Açu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARROSO, T.T. Avaliação Hidrogeológica e Hidroquímica do Curso Inferior do Rio Ceará Mirim/RN. Natal/RN (1998). 170p. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geologia, UFRN.
- [2] DINIZ FILHO, J.B. Recursos Hídricos Subterrâneos no Médio e Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN. São Paulo (1999). 210p. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- [3] SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE /SERHID-RN. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos do Rio Grande do Norte. Natal/RN (1998). 78 p.