

ASPECTOS HIDROESTRATIGRÁFICOS DA ÁREA DE RECARGA DO AQUÍFERO BARREIRAS NA ZPA1 – NATAL/RN.

José Braz Diniz Filho¹; José Geraldo de Melo¹; Alan Kellnon Nóbrega de Carvalho¹

RESUMO

A disposição das principais unidades hidroestratigráficas na ZPA1/Natal determina a forma e mecanismo de recarga do aquífero Barreiras. Verifica-se a ocorrência da unidade superior, insaturada, e caracterizada por sedimentos de areias eólicas (dunas), sobrejacente à unidade aquífera inferior composta por arenitos com intercalações argilosas do Grupo Barreiras, que constituem o aquífero Barreiras. É revelada a grande interação hidráulica entre ambas as unidades superior e inferior, estas denominadas de sistema aquífero “Dunas-Barreiras”. As Dunas são de grande importância no processo de recarga do aquífero Barreiras, na medida em que se constitui de areias insaturadas, homogêneas e reconhecidamente de elevada condutividade hidráulica, que favorecem a recepção e transferência de águas de chuva, via percolação vertical descendente potencializando as reservas do aquífero Barreiras. É conhecido que o descontrole no uso do solo urbano vem descaracterizando o sistema aquífero Dunas-Barreiras, e, por conseguinte comprometendo o processo de recarga, renovação, e qualidade, fatores esses que, contudo, têm se mantido preservados na ZPA1, área que deve se caracterizar como estratégica para manutenção das reservas das águas subterrâneas do aquífero Barreiras, e ao atendimento das demandas hídricas urbanas da cidade de Natal.

ABSTRACT

The layout of major hydrostratigraphic units in ZPA1/Natal determine the form and mechanism of Barreiras aquifer recharge. There is a upper unit , unsaturated, and characterized by sediments of aeolian sand (dunes), overlying the lower aquifer unit consists of sandstones with interbedded clay of the Barreiras Formation, which constitute the Barreoras aquifers.

¹ UFRN, Departamento de Geologia/CCET, Av.Sen.Salgado Filho, Campus Universitário, Natal/RN, fone (84) 3214-3807, fax (84) 3215-3806, e-mail brazdf@geologia.ufrn.br.

It revealed a large hydraulic interaction between both upper and lower units, known as aquifer system "Dunas-Barreiras." The dunes are of great importance in the process of recharging of the Barreiras aquifer, considering it is formed by high hydraulic conductivity unsaturated sand, that receipt and transfer the rain water to the Barreiras aquifer. It is known that the uncontrolled use of urban land has been affecting the Dunas-Barreiras aquifer system, but ZPA1 area has been preserved. This area should be characterized as strategic reserves for maintenance of the groundwater Barreiras aquifer in the Natal region.

Palavras-chave – Recarga, Dunas, Barreiras.

1 - INTRODUÇÃO

A região de Natal tem sido urbanizada praticamente em todos os seus domínios, o que tem causado sérios problemas de comprometimento da recarga natural do sistema hídrico subterrâneo e da qualidade natural das águas subterrâneas, atualmente contaminadas por Nitrato ao longo dos últimos 40 a 50 anos.

O presente trabalho faz parte do projeto “PLANO DE MANEJO DA ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL 1 (ZPA 1), MUNICÍPIO DE NATAL/RN” – Código PVC1054-2007 - Convênio FUNPEC/UFRN-SEMURB – 2007. O trabalho procura enfatizar aspectos hidroestratigráficos da principal área de recarga do aquífero Barreiras naturalmente implantada na Zona de Proteção Ambiental 1 (ZPA1), Natal/RN.

O aquífero Barreiras se constitui na principal fonte hídrica segura e permanente para atendimento das demandas urbanas da cidade, cujas reservas tem garantido as extrações contínuas através de poços, ao longo dos últimos cinquenta anos, sem que tenha ocorrido ameaças de exaustão das reservas. Por outro lado, a infra-estrutura sanitária deficiente desencadeou um avançado processo de degradação da qualidade das águas do aquífero Barreiras, pela presença de Nitrato, oriundo de processos de oxidação da matéria orgânica de esgotos lançados no subsolo, em fossas sépticas/sumidouros, em quase todos os setores da capital. Por sorte, o setor sul/sudoeste da cidade ainda mantém o aquífero com águas potáveis em condições naturais, na área de proteção ZPA1, coincidente com a principal área de recarga do sistema na esta área urbana.

1.2 - Objetivos:

O trabalho visa apresentar aspectos de ocorrência das águas subterrâneas na *Zona de Proteção Ambiental 1/ZPA 1*, destacando-se alguns controles hidrogeológicos e hidroestratigráficos que determinam a ocorrência da área de recarga natural do aquífero Barreiras, e sua importância para o equilíbrio hidro-ambiental no contexto urbano de Natal/RN.

Como objetivo específico, convém destacar a ocorrência do sistema aquífero Barreiras, com respeito a sua afinidade hidráulica com as Dunas sobrejacentes, especialmente no que concerne ao mecanismo de recarga recarga natural envolvendo o sistema integrado Dunas-Barreiras.

1.3 - Materiais e métodos:

O trabalho constou de procedimentos, métodos e técnicas de campo e escritório que visaram fundamentar os aspectos relevantes com respeito à ocorrência, potencialidades e qualidade das águas subterrâneas na região da ZPA-1. As seguintes etapas foram envolvidas:

- Pesquisa bibliográfica e documentação hidrogeológica da área e entorno da ZPA1:

Esta etapa teve como foco alguns estudos e projetos existentes no Município de Natal e Grande Natal, envolvendo estudos e trabalhos técnicos desenvolvidos e/ou contratados por órgãos estaduais e municipais no âmbito da região de Natal. Os dados e informações coletadas foram sintetizados na forma de perfis, seções hidrogeológicas, tabelas, mapas, e base georeferenciada.

- Reconhecimento de campo da área da ZPA1:

Procedeu-se a levantamentos de campo para reconhecimento dos aspectos hidrogeológicos e hidroambientais da área da ZPA1, no intuito de averiguar a geologia superficial e ocorrência dos aquíferos, conformação geral dos sistemas aquíferos, áreas e prováveis mecanismos de recarga das águas subterrâneas, e associação aos fatores ambientais.

- Etapas de escritório:

Compreenderam uma triagem das informações, e seleção de poços com influência na ZPA1, com a seguinte abordagem:

- Dados de parâmetros hidrogeológicos de campo (características construtivas dos poços, profundidade do nível estático nos poços, etc.);
- Forma de utilização das águas subterrâneas, tipos de captação das águas subterrâneas;

- Integração dos dados, interpretação e relatório final.

2. ÁREA DE ESTUDO E O CONTEXTO FÍSICO-CLIMÁTICO

A área de interesse compreende a Zona de Proteção Ambiental 1/ZPA-1, situada no setor sul/sudoeste do município de Natal/RN, englobando parte dos bairros de Candelária, San Vale, Cidade Satélite e Cidade Nova – Figura 2.1.

A região da ZPA 1 se insere regionalmente na Bacia Hidrográfica 16-5 da Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso (SERHID, 1998), cujo clima é classificado como As' de Koppen (Tropical chuvoso, com chuvas no inverno e verão seco). A precipitação pluviométrica média anual é da ordem de 1456,6 mm, a temperatura média anual de 26,6⁰C, e a Umidade relativa do ar de 70%.

Geologicamente a área é ocupada predominantemente, em superfície, por sedimentos quaternários (areias de dunas e, secundariamente, coberturas arenosas colúvio-eluviais), sobrejacentes às rochas sedimentares pouco consolidadas Tércio-quaternárias da Formação Barreiras, estas aflorando em alguns trechos dos setores norte e sudoeste da ZPA1 (Figura 2.1).

Na região da ZPA1 não se evidencia sistemas de drenagem de águas superficiais, com ausência de escoamento superficial direto, retratando a acentuada taxa de infiltração de águas de chuva. Isto configura a ZPA1 como de grande importância ambiental em geral, e em particular pelas excelentes condições de recarga do aquífero Barreiras subjacente. Desta maneira, conforme já havia sido constatado em épocas anteriores por MELO (1995), os campos de dunas na região de Natal e, especificamente, na ZPA1, têm o importante papel como uma unidade hidráulica de recepção e transferência das águas de chuva, otimizando e garantindo a recarga permanente do aquífero Barreiras.

A taxa de infiltração em potencial corresponde à relação entre o excedente e a precipitação. O excedente hídrico estimado para a região de Natal foi obtido com dados da Estação Meteorológica da UFRN, sendo da ordem de 532 mm (Figura 2.2), e a precipitação é de 1600 mm, ou seja, a taxa de infiltração em potencial é da ordem de 33%. É claro que o excedente inclui o escoamento superficial. Ressalta-se, entretanto, que não ocorre drenos superficiais, ou seja, o escoamento no âmbito da área é nulo, e, portanto, a recarga obtida pode ser uma boa estimativa em uma primeira aproximação.

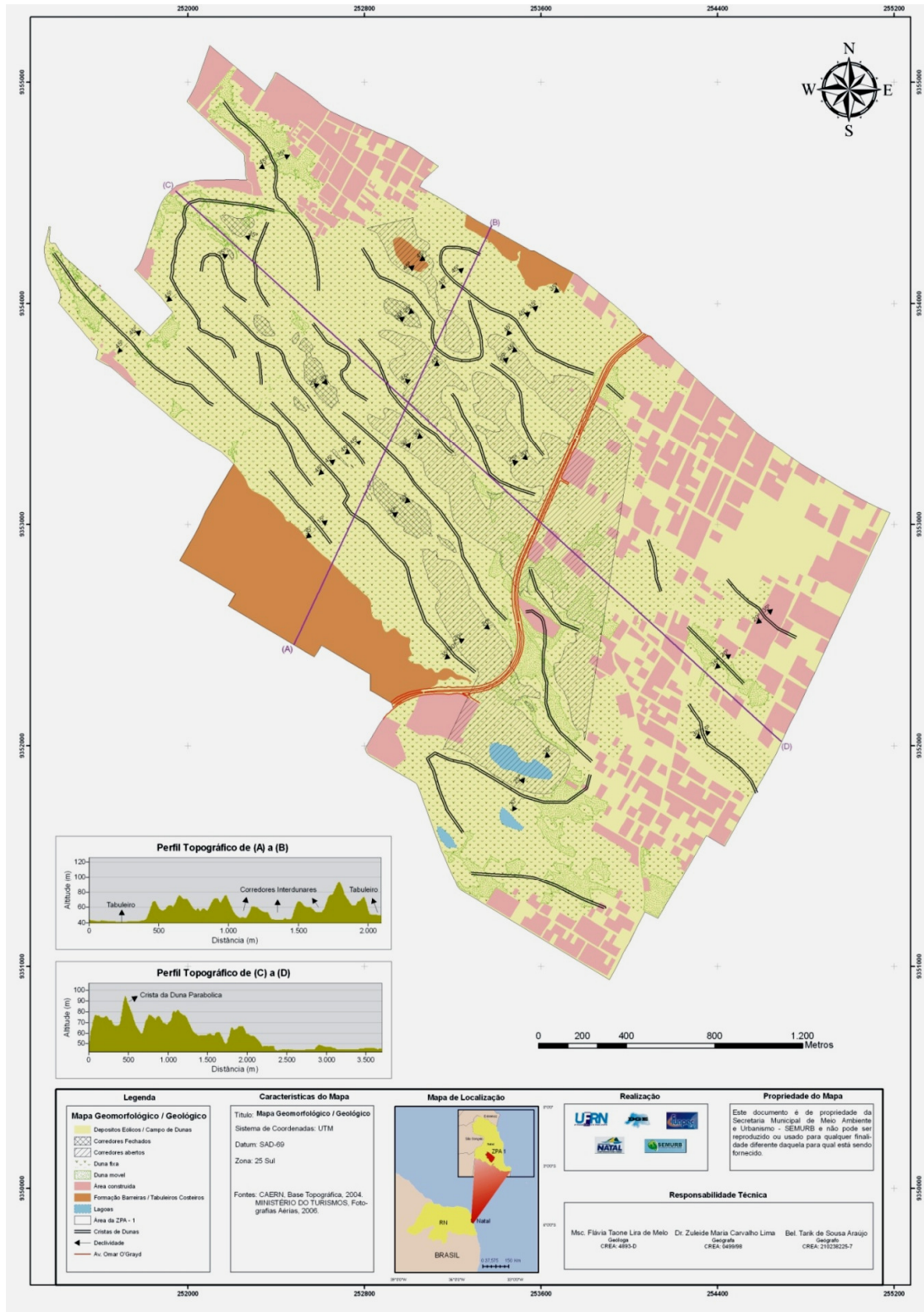


Figura 2.1: Localização da área da ZPA1, e os aspectos geológicos e geomorfológicos (fonte: SEMURB, 2007).

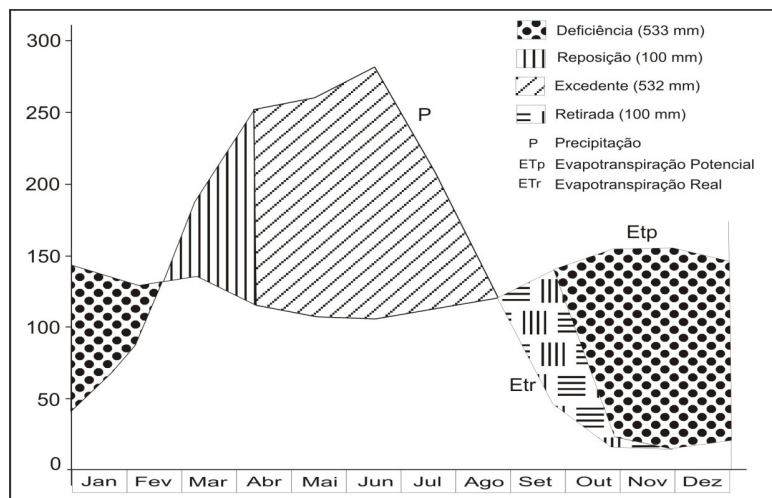


Figura 2.2: Balanço hidroclimatológico da cidade de Natal, com base em dados da Estação Meteorológica da UFRN. (Melo, 1995).

- Aspectos da hidrogeologia regional:

A Figura 2.3 ilustra o comportamento das unidades litoestratigráficas e hidroestratigráficas na região de Natal, com base em estudos de MELO (2001). Verifica-se que os sedimentos arenos-quartzosos de dunas têm um comportamento homogêneo. O aquífero Barreiras, por sua vez, mostra um comportamento heterogêneo, no qual se constatam variações faciológicas laterais e/ou verticais que determinam a ocorrência do aquífero Barreiras superior e inferior, sendo o aquífero Barreiras inferior a principal unidade hidroestratigráfica de exploração por poços, composto por arenitos médio a grossos. Diferentes condições de confinamento ou semi-confinamentos também são possíveis, em função das variações faciológicas.

O fluxo das águas subterrâneas na zona Sul de Natal é divergente a partir de uma região principal de recarga seguindo na direção dos mananciais superficiais e do mar. Portanto, as águas subterrâneas apresentam condições de efluência em relação a esses corpos de água, fato este importante no diagnóstico sobre a vulnerabilidade do aquífero. A configuração das equipotenciais ao longo do tempo não tem mostrado mudanças significativas (Figuras 2.4 e 2.5). A zona principal de recarga, é na região do San Vale (setor centro-oeste da Zona Sul Natal) e as águas subterrâneas seguem o seu trajeto em direção aos vales dos rios Potengi, e Pitimbu e o mar. A ZPA1, portanto, se localiza na região denominada de San Vale, coincidente portanto com a principal área de recarga do aquífero Barreiras.

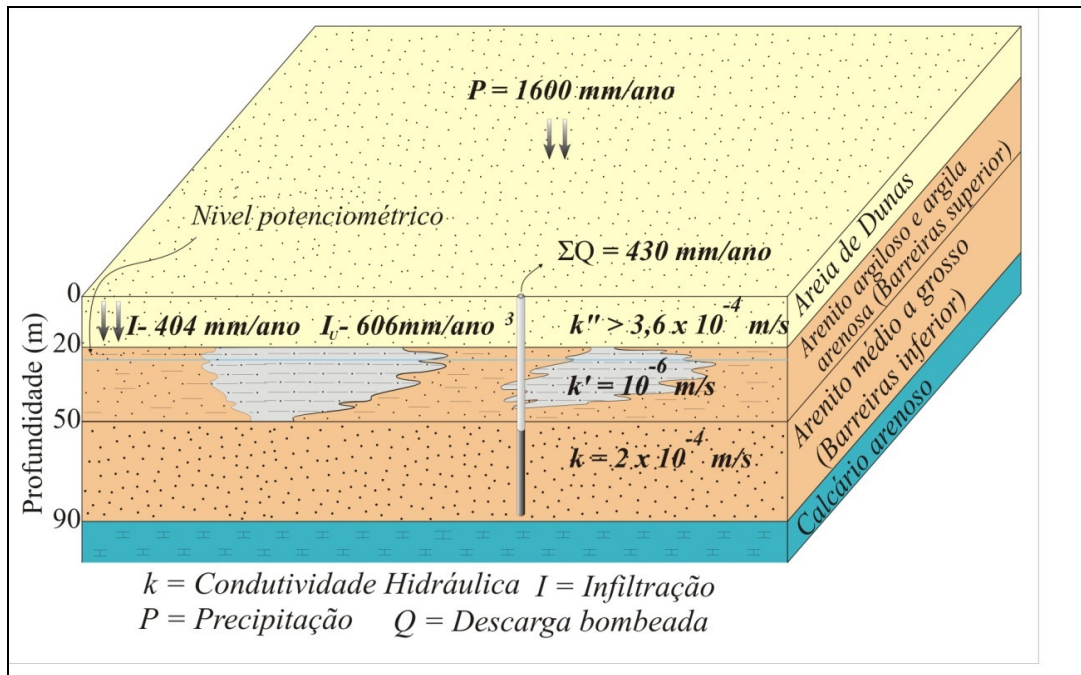


Figura 2.3: Modelo Hidrogeológico conceitual do Sistema aquífero Dunas/Barreiras na Região de Natal/RN (Melo, 2001).

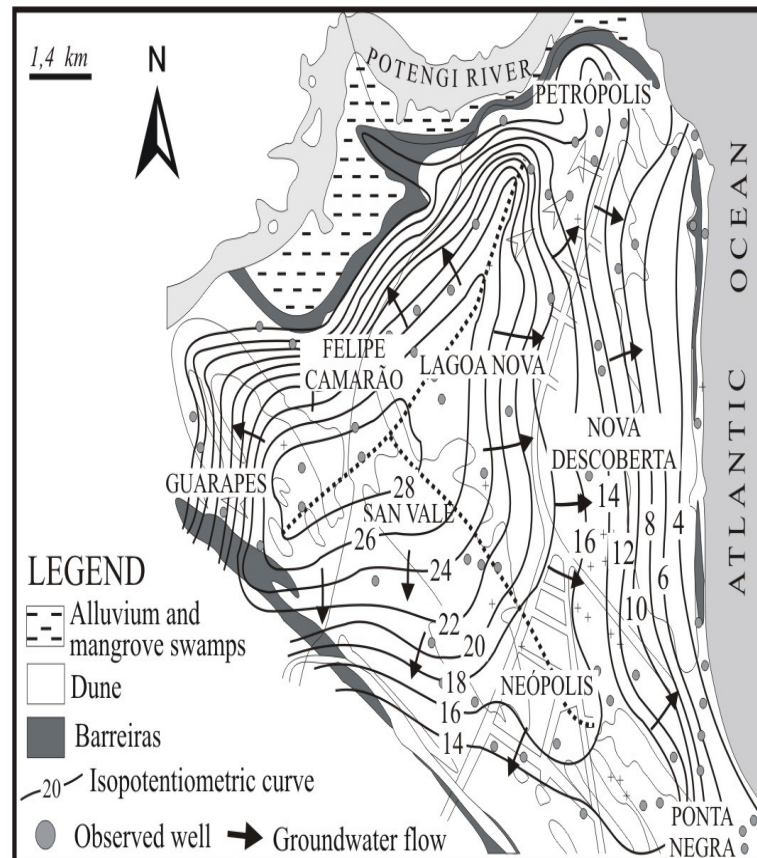


Figura 2.4: Comportamento do fluxo subterrâneo Na Zona Sul de Natal (Melo, 2001).

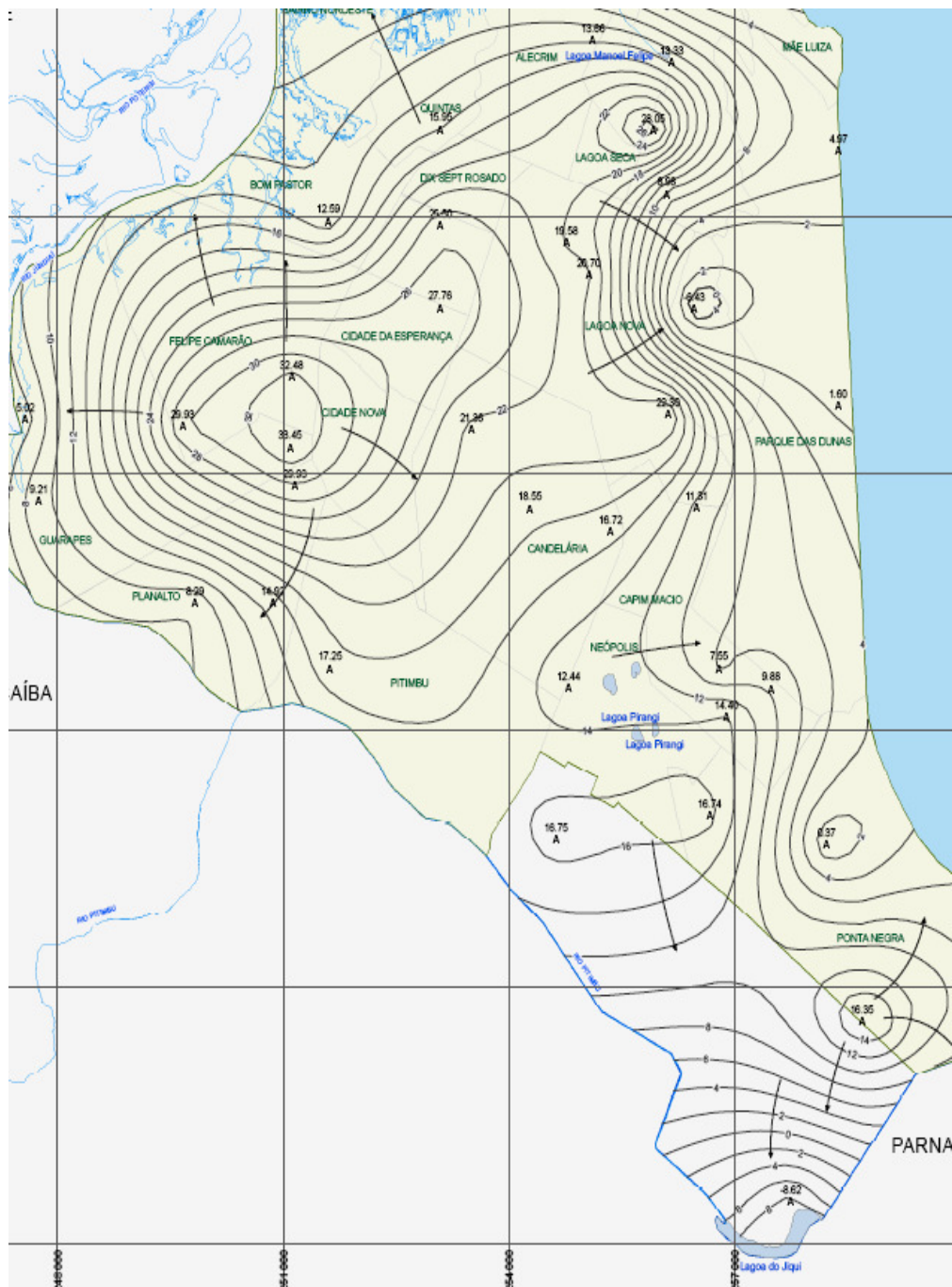


Figura 2.5: Comportamento do fluxo subterrâneo na Zona Sul de Natal (FUNCERN, 2006).

3 – Contexto hidroestratigráfico e padrão de escoamento das águas do aquífero Barrerias na ZPA1:

A ZPA-1 se insere no domínio da área de Natal cujo contexto geológico regional lhe confere controles tectônicos através de sistemas de altos estruturais e grabens delimitados por falhas normais (BEZERRA ET. ALI., 2001), nos quais os sedimentos eólicos se sobrepuseram às rochas da Formação Barreiras (Figuras 2.1 e 2.3).

As dunas, conforme perfis topográficos ilustrados na Figura 2.1, constituem elevações formadas por acumulações de areias eólicas finas, definindo feições de morros alongados fixados por vegetação de médio porte, e também por vegetação rasteira em setores mais afetados nos últimos anos pelo uso do solo.

A Formação Barreiras subjacente (Figuras 2.1/2.3) compõe-se por rochas sedimentares pouco consolidadas, dispostas em camadas subhorizontais e descontínuas de arenitos, argilitos, siltitos, conglomerados, cujo caráter genético é atribuído a sistemas fluviais continentais. A Formação Barreiras, embora muitas vezes se apresente encoberta e associada às dunas e coberturas arenosas, determina a feição geomorfológica de superfície de tabuleiro (mais plano) sobre a qual se implantou os campos de dunas da ZPA1. No setor norte e sudoeste a Formação Barreiras ocorre aflorando nesta área (Figura 2.1).

O amplo desenvolvimento de campos e cordões de dunas possibilita pouco escoamento superficial direto, o que se caracteriza pela ausência de drenagens, rios e riachos, atestando, de imediato, uma alta taxa de infiltração das águas de chuva no subsolo.

As dunas, portanto, desempenham importante papel como componente responsável pela modelagem do relevo local, além contribuir decisivamente para a formação da principal área de recarga do aquífero Barreiras subjacente, em função de se constituir numa excelente área para recepção, infiltração e transferência de águas de chuvas, por drenança vertical descendente, favorecendo inclusive a renovação das águas desse sistema aquífero.

As Figuras 3.1 (Perfis litológico-constitutivos) e 3.2 (seção hidrogeológica) mostram aspectos litológico-estruturais revelados na ZPA-1. Têm-se as seguintes considerações:

- Nos perfis litológico-constitutivos e seção citada registram-se a ocorrência de sedimentos eólicos (areias finas) constituindo a unidade dunar, assentado sobre o aquífero Barreiras (cobertura Tércio - quaternária).

- A espessura das Dunas varia de 5,0 a 30,0 metros, sendo mais freqüente espessuras entre 10,0 e 24,0 metros, sendo, entretanto, insaturadas.

- As espessuras do aquífero Barreiras variam de 50,0 a 110,0 metros, com média de 71,0 metros.

- As espessuras saturadas do aquífero Barreiras variam de 17,0 a 83,0 metros, com média de 26,2 metros.

- A profundidade do nível das águas subterrâneas nos poços varia de 12,9 a 57,0 metros, revelando a influência da topografia condicionada pelos campos de dunas.

- A vazão dos poços varia 3 a 6 m³/h nos poços particulares, e entre 48 e 200 m³/h nos poços da CAERN, demonstrando a grande vocação hidrogeológica na ZPA-1.

- Constata-se que o nível das águas subterrâneas nos poços, e, conseqüentemente a superfície potenciométrica do aquífero Barreiras (cotas potenciométricas na Figura 2.4), se posiciona abaixo da base do sistema Dunas (areias finas), retratando o caráter insaturado deste sistema aquífero superior na área da ZPA1.

- Este fato comprova que a unidade aquífera superior (Dunas), sendo insaturada, não apresenta condições necessárias à exploração por poços, porém confirma a importância dos sedimentos de dunas como uma unidade de recarga através de recepção e transferência de águas de chuva para o aquífero Barreiras subjacente, mediante drenança vertical descendente.

- Tomando-se o topo do arenito calcífero como camada-guia (Figura 2.4), percebe-se que há um efeito da tectônica no controle e comportamento geométrico do sistema aquífero Dunas-Barreiras, ressaltando altos e baixos estruturais (grabens e horstes, respectivamente).

- A superfície potenciométrica (cotas potenciométricas na Figura 2.4) segue em linhas gerais o padrão estrutural e do relevo, revelando o caráter de aquífero livre do sistema Dunas-Barreiras.

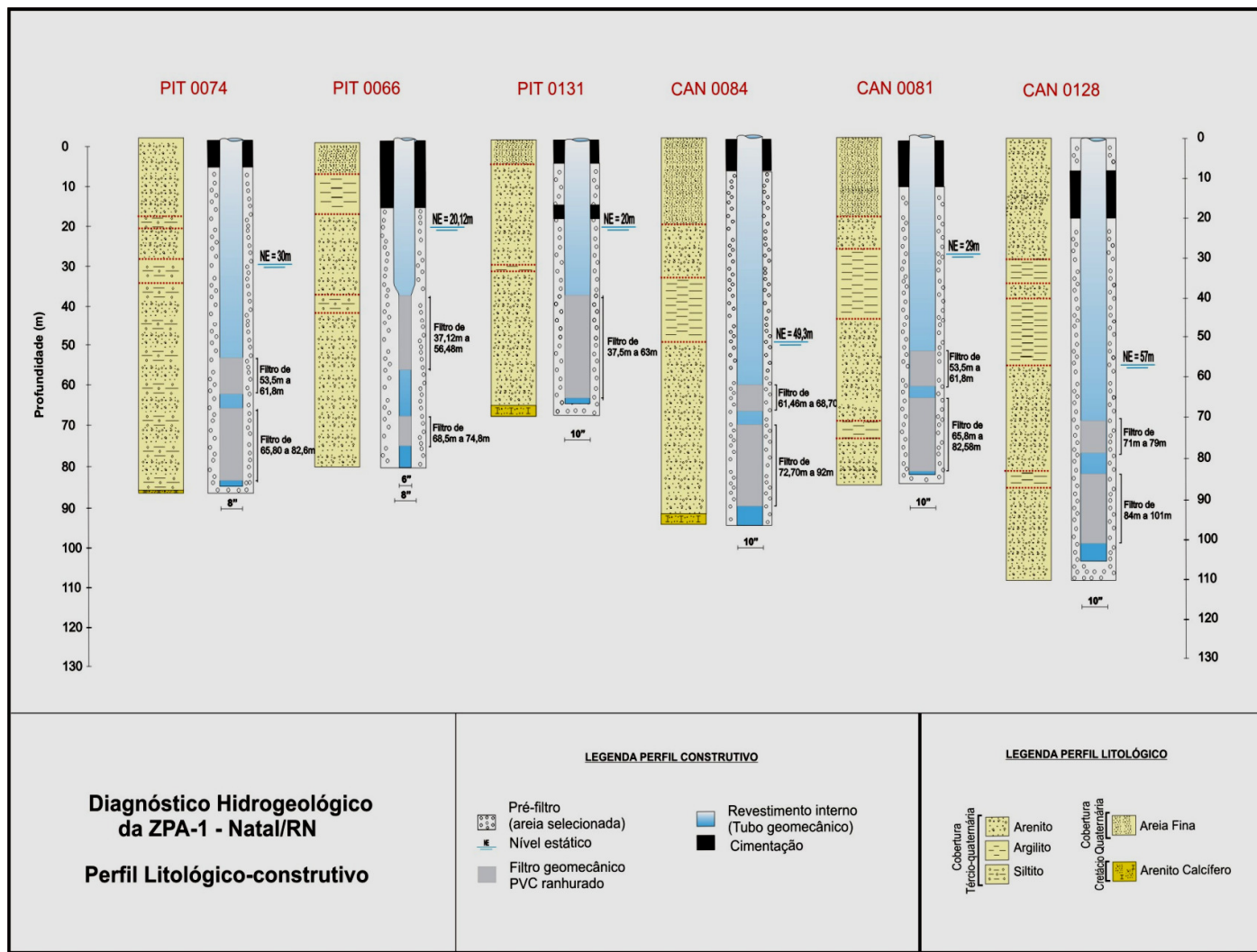


Figura 3.1: Perfis litológico-constructivos de poços na área da ZPA-1.

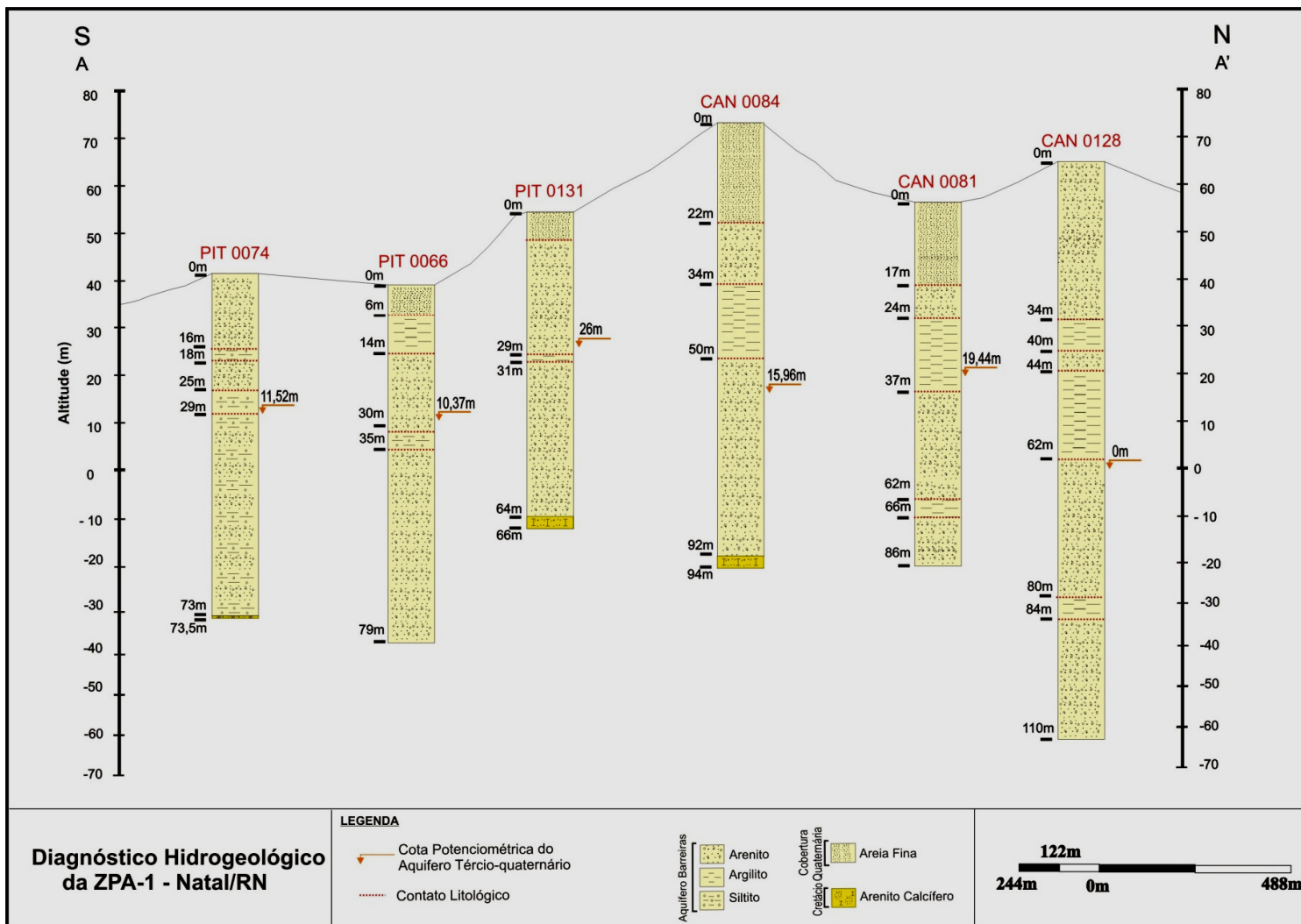


Figura 3.2: Seção hidrogeológica ao longo da ZPA-1, sentido sul-norte.

- Fluxo das águas subterrâneas do aquífero Barreiras – ZPA1:

O escoamento das águas subterrâneas na região de Natal tem sido bem estudado e discutido desde os estudos desenvolvidos por MELO (1995), cujos resultados destacam que as águas subterrâneas do aquífero Barreiras apresentam três frentes principais de escoamento: para o mar, para o rio Potengi e para o rio Pitimbu. Esses estudos destacaram também a existência de uma zona elevada da superfície potenciométrica das águas subterrâneas com fluxo divergente, no setor sudoeste de Natal. Essa zona elevada o autor a definiu como sendo a principal área de recarga do aquífero Dunas-Barreiras por infiltração das águas de chuva.

Desta forma se confirma que a ZPA1 está agregada à principal área de recarga do aquífero Barreiras da região de Natal. A Figura 3.3 constitui o mapa potenciométrico preliminar específico para a ZPA1, para o qual se espera que haja um refinamento ao longo do projeto que determina o plano de manejo da área.

Verifica-se que o padrão de fluxo local (Figura 2.5), como não poderia ser diferente, está de acordo com o padrão de fluxo regional da região de Natal, apontado por MELO (1995). Tem-se na Figura 3.3 o fluxo das águas subterrâneas do aquífero Barreiras de forma radial e divergente, a partir do alto potenciométrico estabelecido na direção nordeste/sudoeste, segundo a cota de 20,0 metros.

Partindo deste alto potenciométrico as águas subterrâneas escoam em duas (02) frentes de escoamento principais, sendo uma no sentido Sudeste (sentido Neópolis), e outra no sentido Noroeste (sentido Cidade Nova), e uma frente secundária no sentido Sudoeste (sentido Pitimbu).

Percebe-se então que o fluxo local das águas subterrâneas na ZPA 1 segue este padrão de fluxo regional, em que as frentes de escoamento Sudeste e Sudoeste evidenciam que as águas subterrâneas seguem para o rio Pitimbu e para o mar, e na frente de escoamento Noroeste as águas subterrâneas seguem para o rio Potengi.

Analisando o espaçamento entre as curvas isopotenciométricas de 15,0 e 20,0 metros, constata-se que este espaçamento é maior (menor gradiente hidráulico) no sentido da frente de escoamento Sudeste, podendo caracterizar diferentes condições litológicas do aquífero Barreiras em diferentes setores da ZPA1, o que poderá ser reflexo das variações espaciais na Condutividade Hidráulica e Transmissividade do aquífero nesta área.

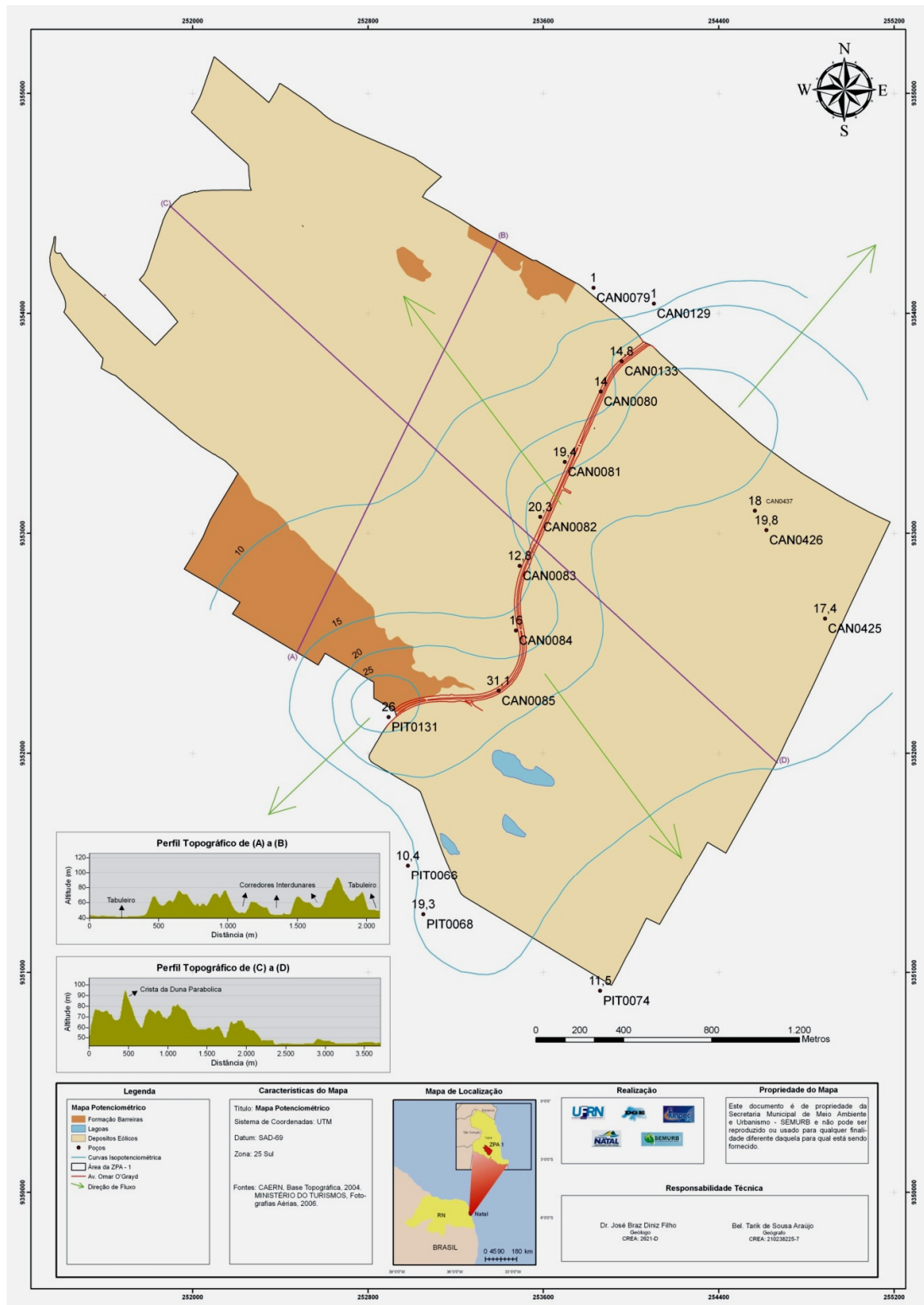


Figura 3.3: Mapa Potenciométrico preliminar – área da ZPA 1 – Natal/RN. (fonte: SEMURB, 2007).

Portanto, o modelo físico do fluxo das águas subterrâneas na ZPA 1 (radial e divergente) ressalta a importância desta área como um domínio natural relevante, que contribui para o estabelecimento da recarga do aquífero Barreiras na região de Natal, em geral, e principalmente na própria ZPA1, em particular.

O alto potenciométrico estabelecido na ZPA 1, o qual caracteriza o fluxo radial e divergente, deve ser fortemente controlado pelo campo de dunas geologicamente implantadas, e desta forma a sua preservação significa a manutenção das condições de recarga natural do aquífero Barreiras neste domínio.

– Considerações sobre a contaminação por Nitrato:

A Figura 3.4 compreende o mapa de isoconcentração de Nitrato nas águas subterrâneas da zona sul de Natal/RN, no qual é indicada a área de abrangência da ZPA1. Constata-se que na ZPA1 os teores de Nitrato são em geral muito inferiores a 20 mg/L-NO₃, demonstrando que esta área ainda preserva as características naturais das águas subterrâneas do aquífero Barreiras. Considerando estes aspectos, é fundamental que na ZPA1 seja implementada uma política de proteção das águas subterrâneas, de forma preventiva, visando que manter a principal zona e as condições naturais de recarga do aquífero Barreiras, com percolação de águas de chuva mediante drenança vertical descendente a partir das dunas, responsáveis pela renovação das reservas deste sistema aquífero.

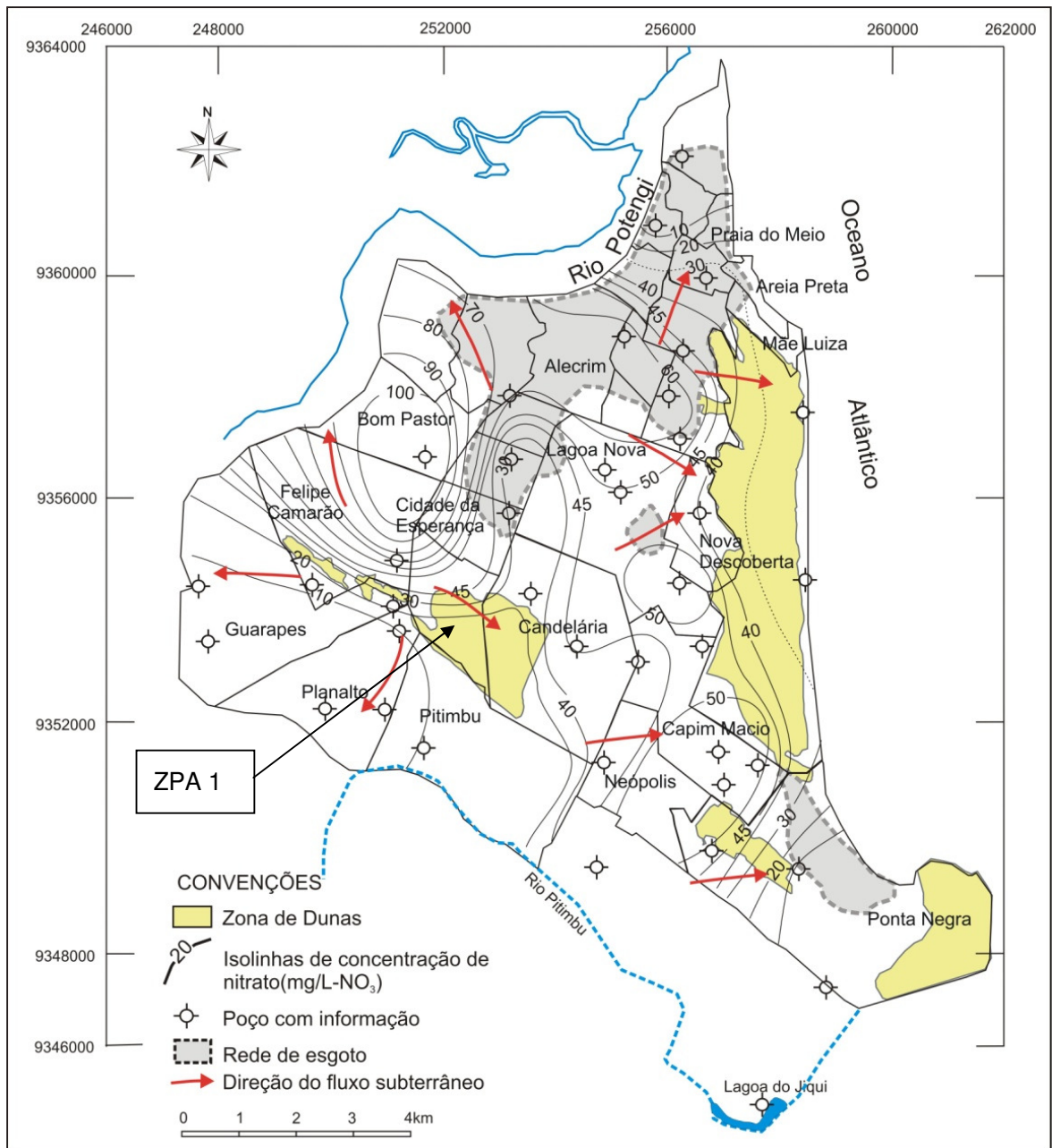


Figura 3.4: Curvas de isoconcentração de nitrato nas águas subterrâneas na Zona Sul de Natal (FUNCERN, 2006)

4 - CONCLUSÕES

Os fatores geológicos, hidrogeológicos, hidrográficos, climáticos e hidrológicos, conjuntamente, determinam a elevada potencialidade e vocação hidrogeológica da área da ZPA 1, ressaltada pela presença das Dunas que, embora insaturadas, favorecem a transferência das águas de chuva receptadas para o sistema aquífero Barreiras subjacente, o qual tem suas reservas potencializadas e renovadas pela recarga provenientes do aquífero Dunas.

O caráter de elevado potencial de águas subterrâneas armazenadas no aquífero Barreiras na ZPA 1 é, portanto, fortemente atribuído às Dunas fixas, além da natureza litológica favorável do próprio aquífero Barreiras. As dunas formam um componente hidrogeológico fundamental para o processo de recarga sazonal e qualidade das águas do aquífero Barreiras, pois, apesar dos dados estudados não terem revelado níveis saturados nos sedimentos de dunas, estes funcionam como uma unidade receptora de águas de chuva, as quais são transferidas verticalmente através de infiltração por drenança vertical descendente para o aquífero Barreiras subjacente.

No contexto da região sul de Natal, portanto, a área da ZPA 1 mostra-se como a principal área de recarga do aquífero Barreiras, na medida em que o fluxo radial e divergente, partindo da ZPA 1, promove o escoamento subterrâneo que irá recarregar áreas do aquífero Barreiras adjacentes, em sintonia com as variações sazonais do lençol freático, e garantindo assim a renovação das reservas subterrâneas.

É fundamental que o plano de manejo preconize e se atualize para promover a manutenção dos campos de dunas na ZPA 1, evitando a ocupação, tendo em vista sua importância hidrogeológica como unidade hidroestratigráfica que irá garantir as reservas hídricas subterrâneas do aquífero Barreiras, a longo prazo, evitando-se assim a proliferação da contaminação por Nitrato hoje existente em outras áreas da cidade, cuja remediação é ainda praticamente inexistente no meio aquífero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, F.H.R., ET. ALI. (2001). Pliocene-quadernary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. p 61-75.
- FUNCERN (Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico). (2006). Cadastramento e Nivelamento de Poços no Aquífero Barreiras no Município do Natal, RN. FUNCERN/SERHID-RN, Natal.
- MELO, J.G. (1995). Impactos de Desenvolvimento Urbano nas Águas Subterrâneas de Natal/RN. São Paulo/SP. (Tese - Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 196p. (1995).
- MELO, J. G. & Queiroz, M. (2001). The effects of urban development on the groundwater flow and its quality in Natal, RN, Brazil. In: *New Approaches characterizing groundwater Flow*. Balkema, Netherlands.
- SEMURB (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal), 2007. Diagnóstico Ambiental da ZPA 1 – Natal. FUNPEC/UFRN-SEMURB. 369p.
- 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. 78 p. (1998).