

# ASPECTOS HIDROAMBIENTAIS DA ÁREA URBANA E PERIURBANA NA ZONA NORTE DE NATAL-RN

Mickaelon Belchior Vasconcelos<sup>1</sup>, José Geraldo de Melo<sup>2</sup>, Flora S. D. de Queiróz<sup>3</sup>  
Lucia de Fátima Lima<sup>3</sup>, Samara D. O. de Moraes<sup>3</sup>

**RESUMO-** A área de estudo compreende aproximadamente 70 km<sup>2</sup>, localizada na porção Norte da cidade de Natal, com uma população de aproximadamente 300.000 habitantes. Mais de 30% da população da área é abastecida com água subterrânea. Estas, entretanto estão sendo degradadas pelas atividades do desenvolvimento urbano, em especial a disposição local de efluentes domésticos, com a contaminação das águas por nitrato. O presente trabalho objetiva elaborar um diagnóstico das condições hidroambientais com ênfase aos fatores condicionantes da qualidade das águas subterrâneas. A pluviosidade média é de 1687 mm anuais, com déficit hídrico de 533 mm entre os meses de setembro e fevereiro. Geologia composta por cobertura residual do Grupo Barreiras com sedimentos eólicos. Dos 577 pontos d'água existentes na área, 301 são poços escavados, 06 fonte natural e 270 são poços tubulares. O fluxo subterrâneo é divergente a partir da parte central da área e segue em direção aos rios Potengi e Doce. A análise de nitrato em 413 amostras de água de poços, revelou que 42,5% das mesmas estão com valores superiores ao limite permitido de 10 mg/L-N. A transmissividade do aquífero varia de  $6,1 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s à  $1,8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, e a condutividade hidráulica, de  $2,2 \times 10^{-6}$  à  $6,3 \times 10^{-5}$  m/s.

**Palavras-chave:** hidrogeologia urbana, aquífero Barreiras, uso do solo.

**ABSTRACT-** The study area comprises approximately 70 km<sup>2</sup>, situated in the North Zone of Natal, whose population is about 300,000 inhabitants. More than 30% of North Zone is supplied by groundwater, but the water is threatened by urban development activities, especially by the local sewerage system. This results in the groundwater contamination with nitrates. The objective of the present work is to elaborate a diagnosis of this situation. The average rainfall is 1687 mm/ year and June is the rainiest month. The water deficit is 533 mm, which occurs between the months of September and February. On the surface there is a residual cover of the Barreiras Group sediments associated with aeolian sediments. Among the 577 existing water points in the area, 301 are dug wells, 06 are spring and 270 are tubular wells. The subterraneous flux is divergent from the central area in the direction towards the Doce and Potengi rivers. Nitrate analyses show at 42,5% are above of limit of 10 mg/L-N. The transmissivity changes from  $6.1 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s to  $1.8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s; and the hydraulic conductivity changes from  $2.2 \times 10^{-6}$  m/s to  $6.3 \times 10^{-5}$ .

**Keywords:** urban groundwater, Barreiras aquifer, land use.

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geociências- CTG, Universidade Federal de Pernambuco, mickavasconcelos@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisas em Águas Subterrâneas(GPAS), Depto de Geologia- CCET, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, jgmelo@ufrnet.br

<sup>3</sup> Graduanda do curso de Geologia, Centro de Ciências Exatas e da Terra-CCET, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado induz a formação dos centros urbanos com diversos transtornos associados nos mais variados seguimentos, como; transporte, saúde, habitação, distribuição de eletricidade, abastecimento de água dentre outros.

A área de estudo está localizada na porção norte da cidade de Natal-RN, compreendendo uma área de aproximadamente 70 km<sup>2</sup>. Estão inseridos na área de estudo os sete bairros pertencentes a zona norte da cidade de Natal(Pajuçara, Nossa Senhora da Apresentação, Igapó, Lagoa Azul, Salinas, Potengi e Redinha) e parte do município de São Gonçalo do Amarante(setor oeste) e Extremoz(setor norte e leste), perfazendo uma população de aproximadamente 300.000 habitantes(Natal, 2007). Seus limites hidrogeológicos são: ao norte lagoa de Extremoz; a leste rio Doce; a oeste riacho Olho d'água, e ao sul rio Potengi.

O presente trabalho objetiva elaborar um diagnóstico das condições hidroambientais da zona Norte da cidade de Natal, com ênfase aos fatores condicionantes da qualidade das águas subterrâneas.

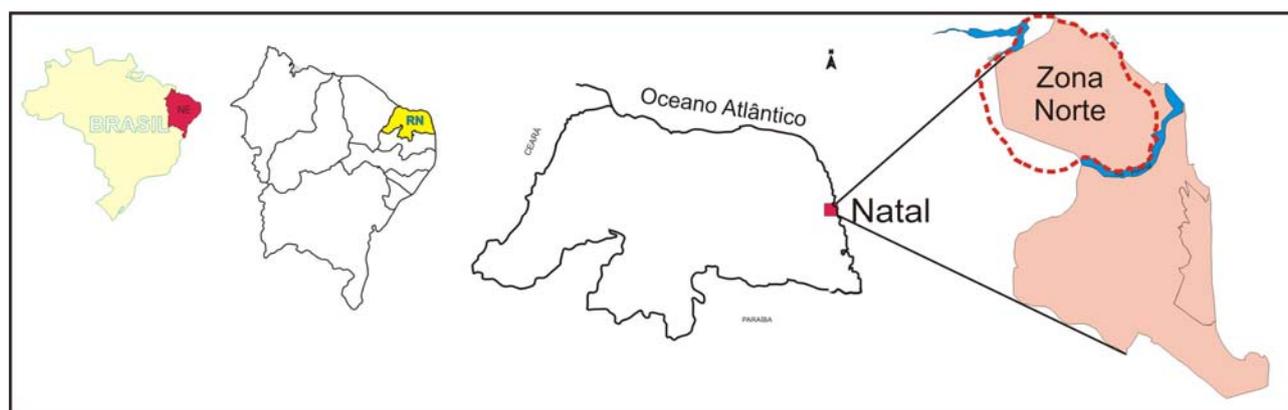


Figura 1. Localização da área de estudo.

## 2. CONDICIONANTES FÍSICOS E CLIMÁTICOS

### 2.1. Clima

O clima na região da cidade de Natal é quente e úmido com estação seca no verão e chuvas no outono-inverno, ou seja, nos meses de setembro a janeiro e fevereiro a agosto, respectivamente. O déficit hídrico é da ordem de 533 mm (setembro a fevereiro) e o excedente de 532 mm (março a agosto). Os dados a seguir são referentes ao anuário estatístico de Natal (NATAL, 2007) e dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). As precipitações pluviométricas mensais variam entre 21,9 mm(outubro) a 360,1(junho) no intervalo entre os anos de 1996 e 2006 (tabela 1 e figura 1), com média de 1.687,3 mm.

A temperatura média em Natal é 27,25°C variando de 25,6 °C(julho) a 28,3 °C(feveireiro) com uma amplitude térmica de 2,0°C. A taxa de evaporação média varia de 3,6 mm/dia(junho) a 7,5 mm/dia (novembro).

A umidade relativa do ar histórica varia de 73,1 % no mês de outubro a 82,3 % nos meses de maio e junho. A evaporação histórica média varia entre 3,6 mm em Junho a 7,5 mm no mês de novembro. A insolação histórica média varia de 189,9 h em abril a 288,2 h em outubro.

O balanço hídrico realizado por Melo (1995) pelo método de *Thornthwaite* mostra que ocorre uma reposição(infiltração) de 100 mm no mês de março e abril, o período em que ocorre um excedente hídrico está compreendido entre os meses de abril e agosto, após esses período ocorre a fase de retirada referente aos meses de agosto, setembro e outubro, e após estes meses ocorre uma deficiência de 533 mm, nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro.

### 3. ESTRUTURA GEOLÓGICA E UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

A estrutura geológica do litoral leste do estado do Rio Grande do norte é dominada de fraturamentos , altos (*horsts*) e baixos (*grabens*) estruturais. Estudos geofísicos desenvolvidos na porção norte da cidade de Natal revelam uma orientação principal dos lineamentos NE-SW e NW-SE (Duarte, 1995).

Para a definição da estruturação geológica regional, foi realizado um tratamento de imagens de satélite, interpretação de dados de RADAR, compilação de dados bibliográficos (Figura 02). A origem das lagoas do Pium, Extremoz, Jiqui e Bonfim estão ligadas a interseção de falhamentos com direções variáveis. Feitosa (2002) discutindo as relações estratigráficas e estruturais da Bacia Potiguar cita como as principais feições estruturais no litoral leste do estado do Rio Grande do Norte e Paraíba, os Altos de Touros, Pititinga/Maxaranguape, Ceará-Mirim,(no extremo norte), e Mamanguape(no extremo sul).

O alto de Mamanguape provavelmente represente a estrutura mais antiga da região, que teria servido como uma barreira ao avanço da sedimentação clástica continental procedente do sul, sendo considerado provavelmente como o limite norte do Aquífero Beberibe.

A costa leste do estado do Rio Grande do Norte é controlada por falhamentos com direções NE-SW e NW-SE, caracterizadas por movimentos transcorrentes e normais (Bezerra e Vita-Finzi, 2000) *in* Nogueira *et al* (2006). Os vales dos rios Jacu, Trairi, Potengi e Jundiá são controlados por estruturas do tipo Graben (Nogueira, 2006; Salin *et al*, 1974). Lucena *et al*. (2002) e Pereira (2003) apresentam o fator estrutural responsável pela conexão hidráulica na lagoa do Bonfim(litoral leste do estado do Rio Grande do Norte), com as águas subterrâneas e também é responsável pelo

aumento brusco do aquífero Barreiras. Diniz Filho e Barroso (2002) identificaram na bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim que fica no extremidade norte da área a ocorrência de diversos falhamentos gerando baixos e altos das formações geológicas.

São identificadas na área de estudo seis (06) unidades litoestratigráficas, que possuem duas variações litológicas ligadas provavelmente aos fatores tectônicos, deposicionais e intempéricos (figura 3). A porção sul da área é composta por sedimentos de mangue, na porção central da área é formada por sedimentos com intercalações de níveis argilosos. Na porção próxima a lagoa de Extremoz e na extremidade leste da área a configuração geológica foi definida como sendo uma zona que não possui intercalações significativas de níveis argilosos.

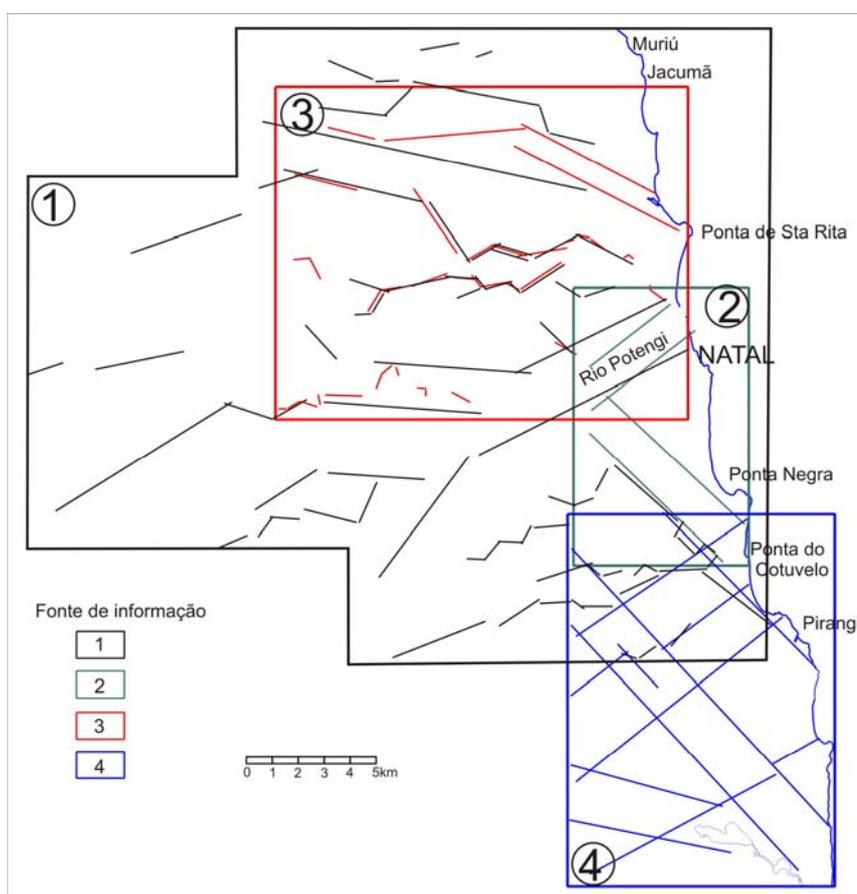


Figura 2. Compilação de informações contendo lineamentos contidos no litoral leste do Rio Grande do Norte. (1) Dados de RADAR(SRTM,2003); (2) Salin *et al.* 1974; (3) Imagem Landsat-7, ano 2001; (4) Lucena *et al.* 2002.

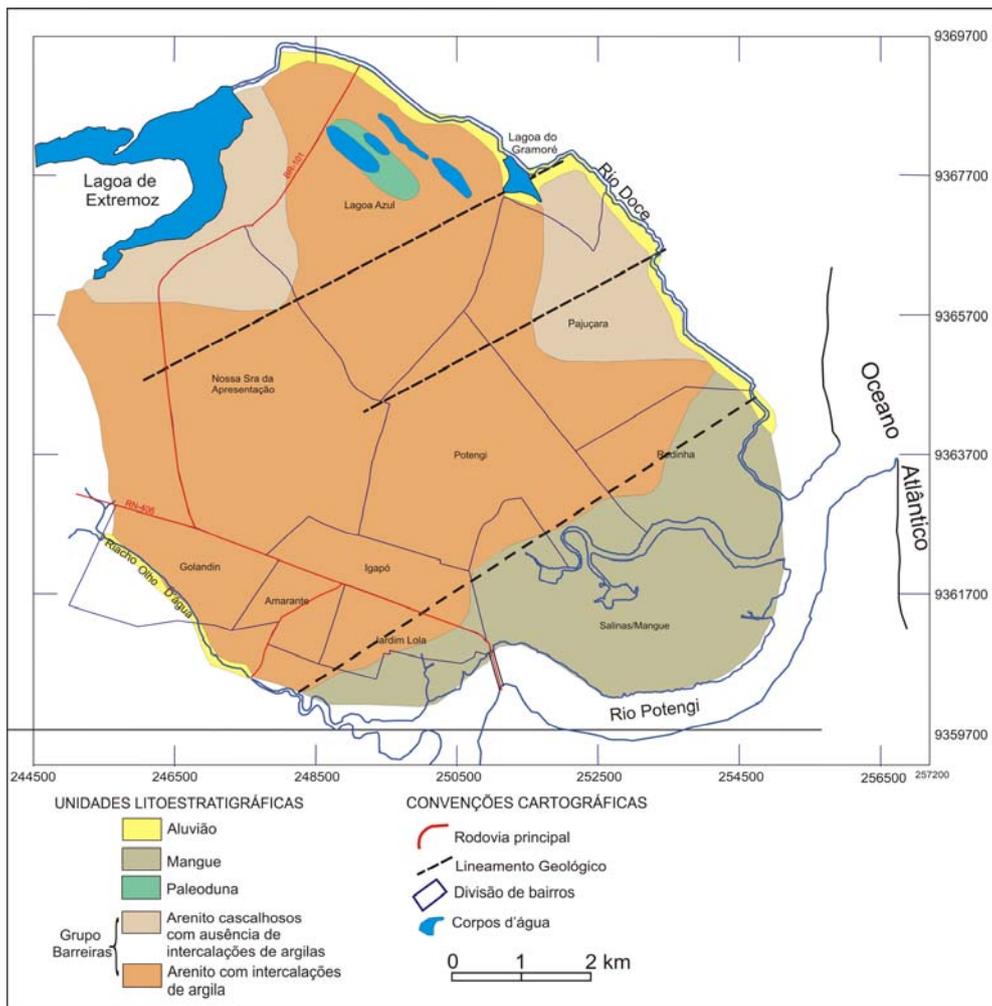


Figura 3. Mapa Geológico da Zona Norte da cidade de Natal.

#### 4. INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

No Brasil O índice médio de atendimento urbano no sistema de abastecimento de água é de 95,4% com 40,4% correspondente a perdas na distribuição (BRASIL, 2006). A infra-estrutura hídrica e o abastecimento da Zona Norte da Cidade de Natal baseada principalmente no cadastramento de poços do aquífero Barreiras (SERHID, 2007). Os corpos hídricos que compõem e fazem parte do suprimento de água na zona Norte são:

##### (I) Águas subterrâneas

- Sistema de Captação da Companhia de Águas (CAERN), distribuídas principalmente para uso doméstico.
- Poços particulares, com diversas finalidades como: industrial, uso agrícola, complemento do abastecimento doméstico, ou às vezes sendo a única forma de abastecimento.
- Surgências de águas subterrâneas, configurando as “Fontes naturais” que complementam o abastecimento nas imediações do rio Potengi.

## (II) Águas superficiais

- Lagoa de Extremoz, que fornece parte da água que é distribuída pela CAERN com o objetivo principal de suprir o abastecimento doméstico da população.
- Rio Doce, com suprimento restrito a utilização na irrigação de pequenas áreas agrícolas nas suas margens.
- Lagoas interdunares, localizadas na zona periurbana, bairro de Lagoa Azul, não possui representatividade para o abastecimento de água.

Na tabela 01 é apresentado a distribuição dos pontos d'água por bairros e unidades de captação na zona norte de Natal. Segundo o cadastramento da SERHID,(2007) estão inseridos na área de estudo 577 pontos d'água(Figura 4), sendo: 301 poços escavados, 06 fonte natural, e 270 poços tubulares, destes 51 pertencem a CAERN.

Tabela 1. Unidades de captação de águas subterrâneas dividido por Bairros.

Bairro	Unidade de Captação			
	Escavado	Fonte natural	Tubular	
			Particular	CAERN
*Extremoz	01	0	01	02
Igapó	19	0	12	0
Lagoa Azul	30	0	33	21
N.S. da Apresentação	84	0	60	12
Pajuçara	17	0	33	09
Potengi	07	02	21	05
Redinha	11	01	14	01
Salinas	33	0	05	0
*São Gonçalo Amarante	99	03	40	01
<b>Total</b>	<b>301</b>	<b>6</b>	<b>219</b>	<b>51</b>

\*Não está inserido no município de Natal.

## 5. SITUAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

### 5.1. Parâmetros Hidrodinâmicos

Estudos realizados nas imediações da lagoa de Extremoz, onde foram realizados cinco (05) ensaios de bombeamento para avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero Barreiras (ENGESOF, 2004). Os dados estão sumarizados na tabela 02. A transmissividade variou de  $6,1 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s à  $1,8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, a condutividade hidráulica variou de  $2,2 \times 10^{-6}$  m/s à  $6,3 \times 10^{-5}$ . Em trabalho desenvolvido para CAERN (Melo 1998) apresentou valores dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero Barreiras (tabela 3) que mostram que a transmissividade desse aquífero

na Zona Norte varia de  $1,05 \times 10^{-3}$  a  $3,50 \times 10^{-2}$ , com média de  $8,56 \times 10^{-3}$  e a condutividade hidráulica de  $1,90 \times 10^{-5}$  a  $1,40 \times 10^{-3}$ , com média de  $2,57 \times 10^{-4}$ .

Tabela 2. Parâmetros hidrodinâmicos obtidos nas imediações da lagoa de Extremoz (ENGESOF, 2004).

Teste	T(m <sup>2</sup> /s)	K(m/s)	S	K'(m/s)
1	$1,8 \times 10^{-3}$	$6,3 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-3}$	$2,6 \times 10^{-8}$
2 e 5	$6,1 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-8}$
3 e 4	$2,7 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-6}$	-	-

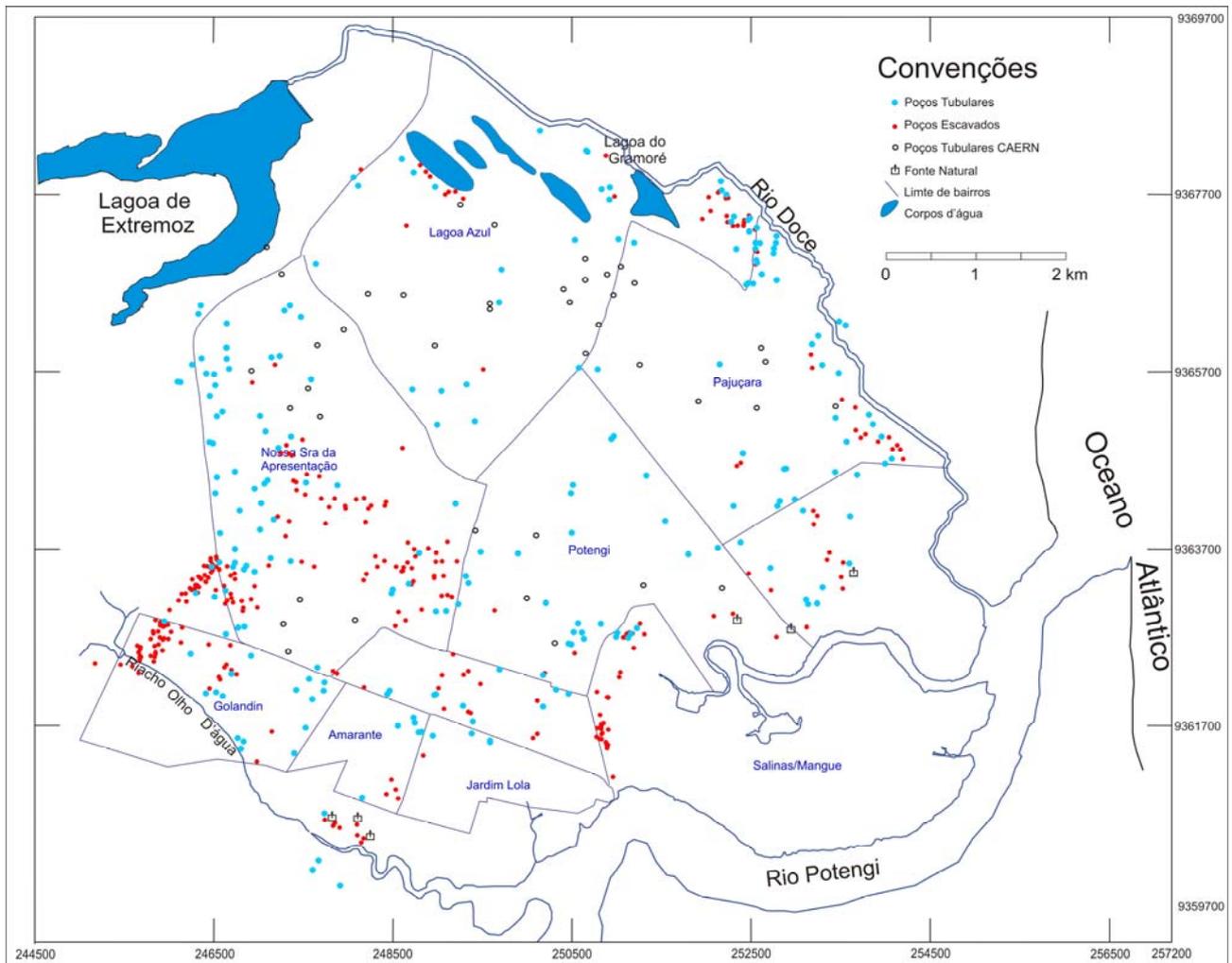


Figura 4. Mapa de Unidades de Captação de Água da Zona Norte de Natal, RN(SERHID,2007 com modificações).

Tabela 3. Parâmetros Hidrodinâmicos do Sistema Aquífero Dunas Barreiras na Zona Norte de Natal (Melo, 1998).

Poço	Bateria	Local	Parâmetros Hidrodinâmicos			
			T (m <sup>2</sup> /s)	K (m/s)	b (m)	S
21*	Redinha	Pajuçara	1,05×10 <sup>-3</sup>	1,90×10 <sup>-5</sup>	55,0	-
23	Parque dos Coqueiros	Extremoz	3,70×10 <sup>-3</sup>	1,00×10 <sup>-4</sup>	36,00	-
37*	Nova Natal	Cj. M.Leop.	1,31×10 <sup>-3</sup>	4,60×10 <sup>-5</sup>	28,00	-
11*	Pajuçara/ Gramoré	Pajuçara	3,00×10 <sup>-2</sup>	6,80×10 <sup>-4</sup>	44,00	0,10
61	Guararapes Têxtil	Pólo Industrial	5,17×10 <sup>-3</sup>	2,25×10 <sup>-4</sup>	23,00	-
63	Guararapes Têxtil	Pólo Industrial	4,17×10 <sup>-3</sup>	1,60×10 <sup>-4</sup>	26,00	-
64	Guararapes Têxtil	Pólo Industrial	4,10×10 <sup>-3</sup>	1,80×10 <sup>-4</sup>	23,00	-
65	Guararapes Têxtil	Pólo Industrial	8,50×10 <sup>-3</sup>	2,10×10 <sup>-4</sup>	37,00	-
72	Vicunha	Pólo Industrial	5,30×10 <sup>-3</sup>	9,60×10 <sup>-5</sup>	55,90	-
73	Vicunha	Pólo Industrial	6,40×10 <sup>-3</sup>	1,27×10 <sup>-4</sup>	50,40	-
74	Vicunha	Pólo Industrial	8,20×10 <sup>-3</sup>	1,57×10 <sup>-4</sup>	52,70	-
75	Vicunha	Pólo Industrial	6,80×10 <sup>-3</sup>	1,30×10 <sup>-4</sup>	52,90	-
76	Vicunha	Pólo Industrial	7,50×10 <sup>-3</sup>	1,30×10 <sup>-4</sup>	57,50	-
77	Vicunha	Pólo Industrial	1,20×10 <sup>-3</sup>	2,10×10 <sup>-4</sup>	59,50	-
94*	Nova Natal	Nova Natal	3,50×10 <sup>-2</sup>	1,40×10 <sup>-3</sup>	24,70	0,10

\*Poços localizados na frente de escoamento norte conforme item 5.2.

Obs.: T: transmissividade; K: condutividade hidráulica; b: espessura saturada; S: coeficiente de armazenamento.

## 5.2 Fluxo Subterrâneo

De conformidade com a configuração das equipotenciais (figura 5), o fluxo subterrâneo é divergente a partir da parte central da área em direção ao Rio Doce, Lagoa de Extremoz e rio Potengi. O comportamento observado com relação as equipotenciais e linhas de fluxo subterrâneo é típico de sistemas aquíferos livres no qual, os escoamentos estão condicionados ao relevo, ou seja, as superfícies mais baixas correspondem as zonas de descarga de água enquanto que as superfícies topográficas elevadas constituem as zonas de recarga. Os gradientes hidráulicos são mais elevados no setor sudoeste da área, com valores da ordem de 1,2% e mais baixos nos setores norte e nordeste, com valores da ordem de 0,54%. Os valores médios de Transmissividade(T), condutividade hidráulica(K) para a frente de escoamento Norte são; T=1,68×10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s; k=5,34×10<sup>-4</sup> m/s; b=37,9, e para a frente de escoamento Sul são; T=5,54×10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s; k=1,72×10<sup>-4</sup> m/s, b=43,08m

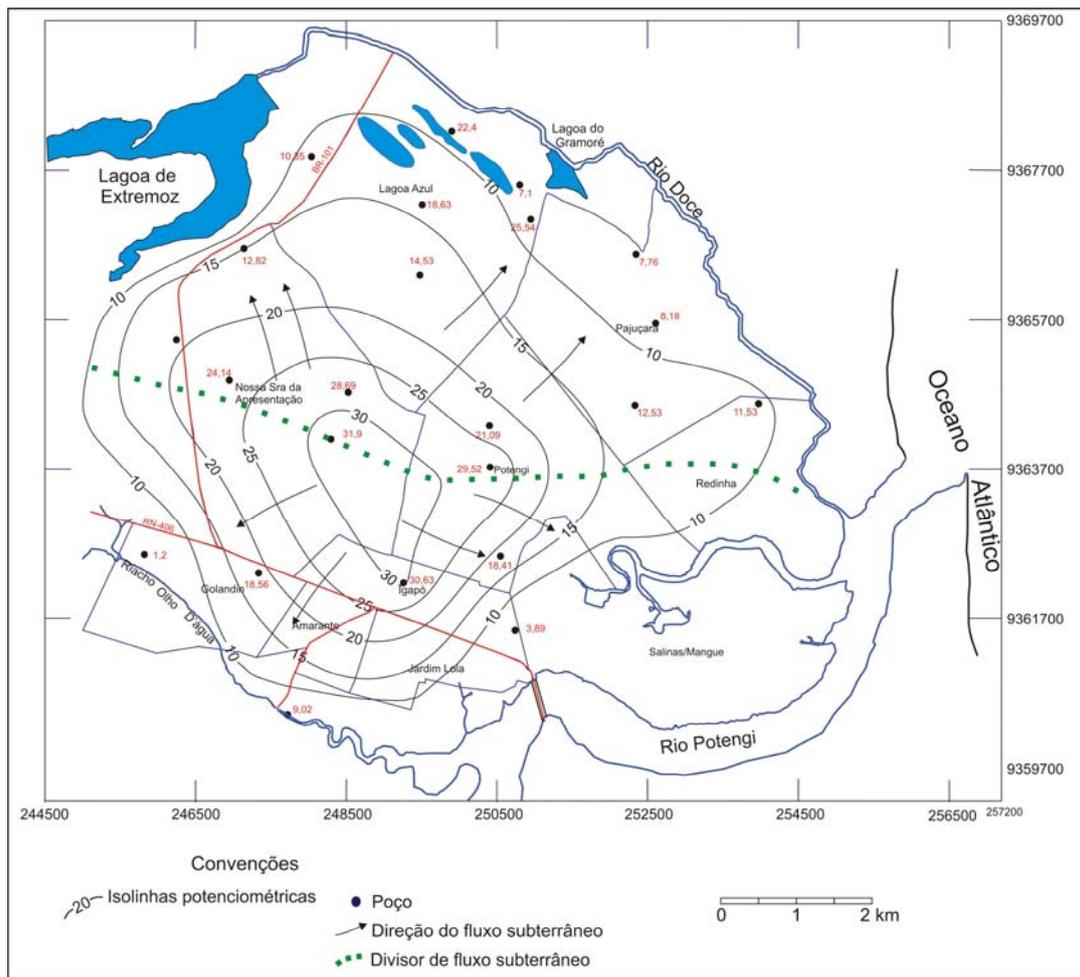


Figura 5. Equipotenciais da zona norte da cidade de Natal em outubro de 2008.

## 6. ASPECTOS AMBIENTAIS

### 6.1 Uso e ocupação do solo

Foram elaborados mapas de uso e ocupação do solo referente aos anos de 1978 e 2006 (figura 6 e 7), a partir da interpretação respectivamente de aerofotografias e imagens de satélites fornecidas pelo Instituto de Defesa do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). A partir da interpretação das imagens pode-se verificar um aumento na quantidade de unidades de uso e ocupação do solo no mapa mais recente (ano de 2006). Este aumento das unidades é em decorrência da diversificação do modo de ocupação do solo, principalmente nas áreas com vegetação nativa e mangue, e do detalhamento das unidades, como; área industrial, zona periurbana e solo descoberto.

A área anteriormente ocupada por vegetação e zonas agrícolas, atualmente trata-se de uma zona predominantemente urbanizada. Os núcleos urbanos anteriormente diferenciados segundo os estágios de ocupação, atualmente evoluíram para a mesma unidade, ou seja, zona urbana. A criação da zona periurbana atualmente não pode ser utilizada no zoneamento de 1978 em decorrência de que naquela época, não existiam núcleos de ocupação intermediários, ou seja, a taxa de ocupação

era menor, no qual uma propriedade estava localizada em uma área relativamente extensa sem influência do processo de urbanização.

Na zona do mangue os dados são deficientes decorrentes da avaliação dos aerolevantamentos, mas verifica-se que ocorreu uma modificação do uso do solo nos locais que anteriormente possuíam salinas, atualmente são encontrados cultivo de crustáceos (camarões).

A lagoa de Gramoré, nas margens do rio Doce, anteriormente foi identificada como um espelho d'água, atualmente trata-se de uma área que possui um processo de assoreamento evoluído estando quase por completo, ocupada por vegetação aquática.

A zona urbana em implantação (zona urbana 02) pode ser comparada com a zona periurbana em decorrência da forma em que as habitações estão dispostas. Esse termo não foi utilizado no zoneamento do ano de 1978 em decorrência da área estar iniciando um processo de ocupação, ou seja, em implantação de uma gama de serviços associados, não sendo possível caracterizar nenhuma área como sendo periurbana.

O processo de impermeabilização do terreno está evidenciado pela quantidade de construções realizadas, ou seja, todas as unidades como zona industrial e zona urbana, atuam como modificadores da recarga das águas subterrâneas. Em decorrência da evolução habitacional ocorre um aporte adicional de efluentes decorrentes de esgotos, fossas e prováveis vazamentos na tubulação da rede de distribuição de águas.

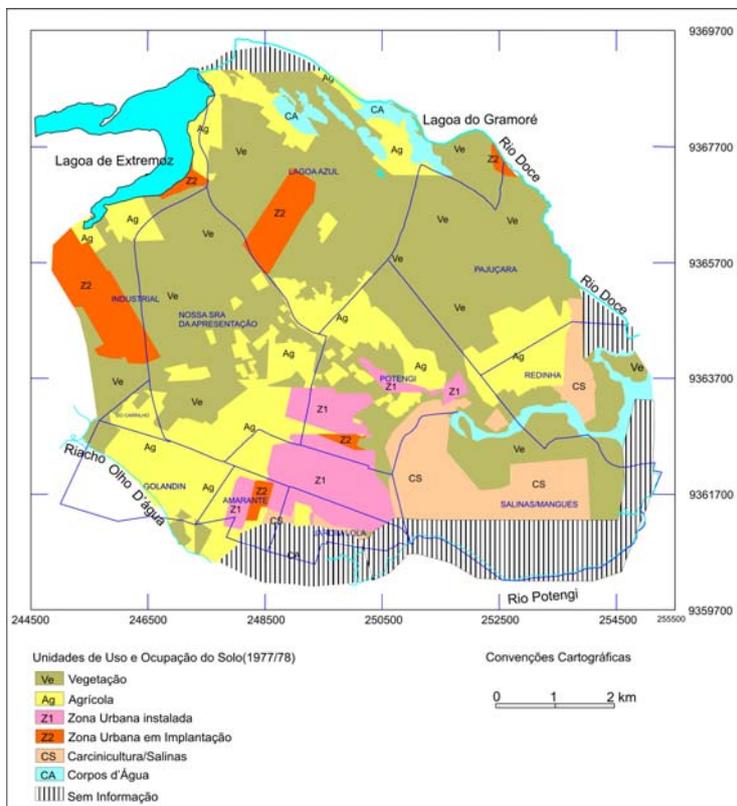


Figura 6. Unidades de uso e Ocupação do Solo da Zona Norte da Cidade de Natal referentes ao ano de 1977.

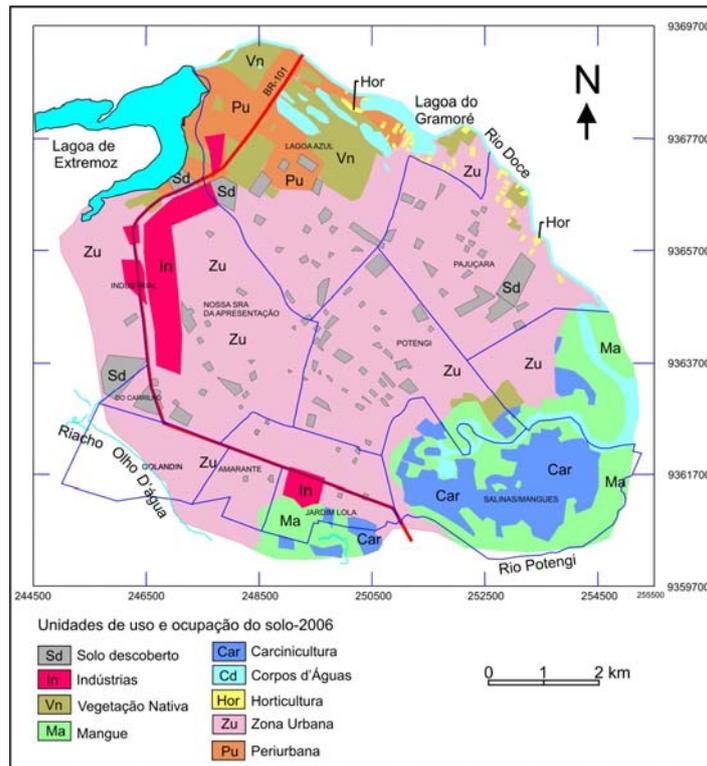


Figura 7. Unidades de uso e Ocupação do Solo da Zona Norte da Cidade de Natal referentes ao ano de 2006.

## 6.2 Fontes potenciais de contaminação

A identificação das fontes potenciais de contaminação de determinada área, torna-se essencial para a definição de diversas atividades correlatas em relação as águas subterrâneas. Os recursos hídricos subterrâneos estão susceptíveis a diversas alterações na qualidade e quantidade, principalmente em decorrência da ação dos fatores antrópicos.

Considera-se como fontes potenciais de contaminação (FPC) qualquer obra ou estrutura antrópica não móvel, que possa acarretar mudanças na qualidade natural dos recursos hídricos de uma área considerada. Estão inseridos na área de estudo as seguintes FPC (Figura 8): cemitérios, lagoas de infiltração de águas pluviais, estação de tratamento de esgotos, postos de combustível, resíduos sólidos (lixões), oficinas mecânicas, pontos de lavagem de automóveis, zonas agrícolas, e criação de rebanho confinado.



localizadas são decorrentes provavelmente das mesmas estarem próximas a fontes potenciais de contaminação.

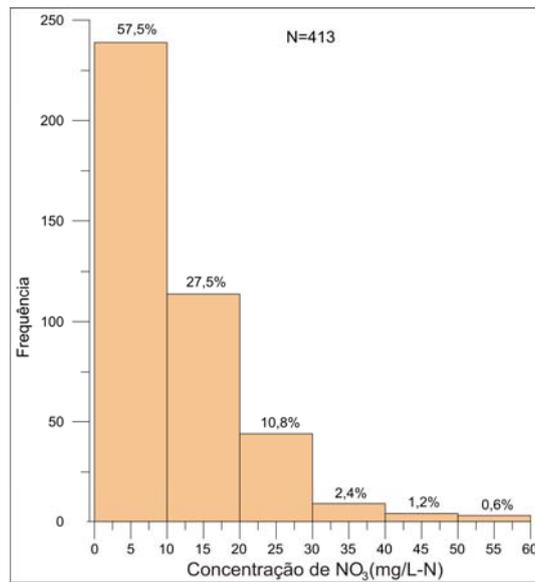


Figura 9. Histograma de distribuição de amostras de nitrato.

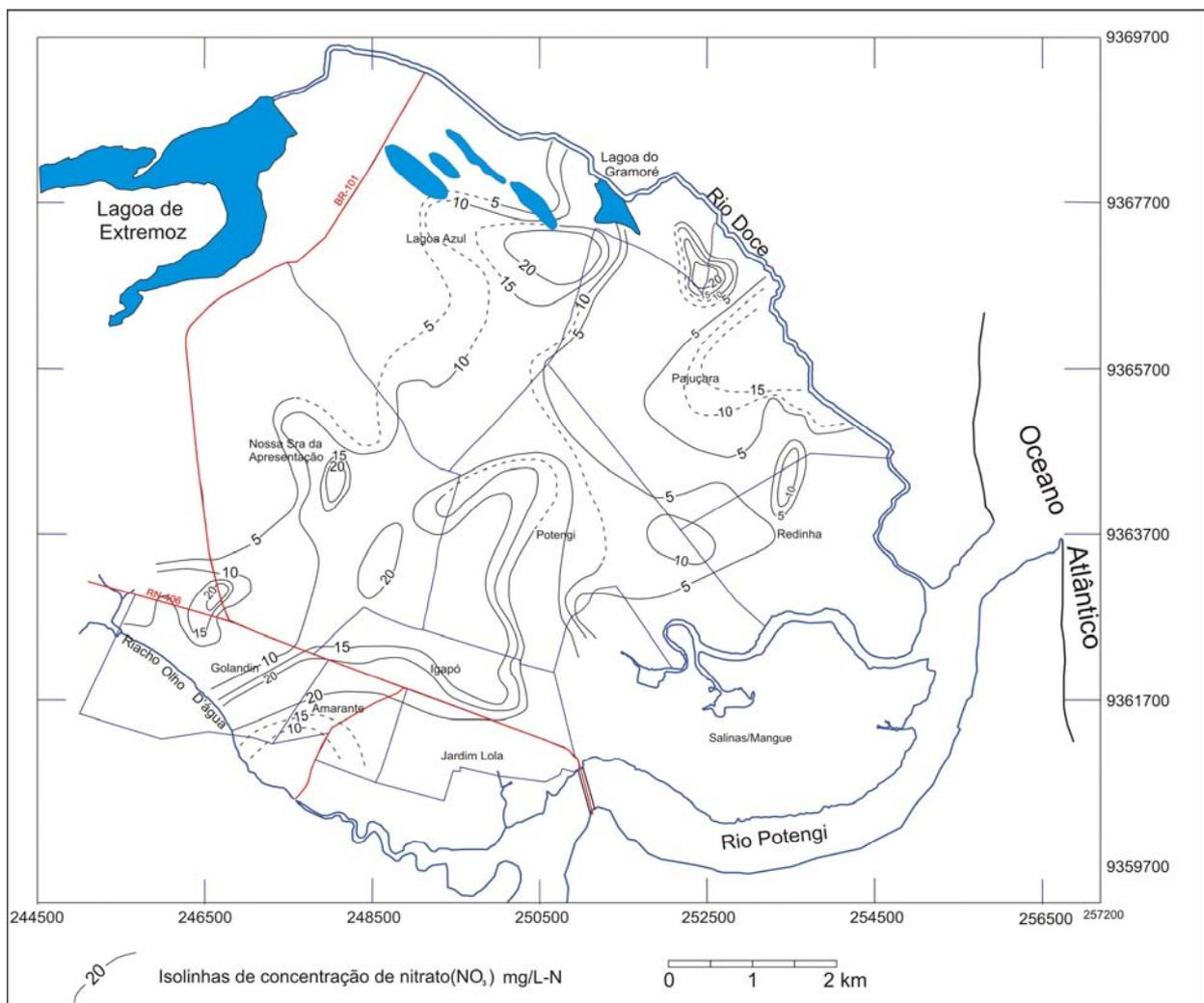


Figura 10. Mapa de isoconcentração de nitrato nas águas subterrâneas referentes ao ano 2006.

## 7. Conclusões

A expansão ocorrida a partir do final da década de 70, mostrou que a área passou de uma zona predominantemente com vegetação nativa e agrícola para uma zona urbanizada após 30 anos, com algumas áreas periurbanas. A urbanização da área, acarretou diversos problemas associados a qualidade das águas subterrâneas, com 42,5% das 413 amostras analisadas apresentando valores de nitrato( $\text{NO}_3$ ) superiores ao limite permitido pelo Ministério da Saúde, que é de 10 mg/L-N.

A definição de duas bacias hidrogeológicas, mostra que o setor norte apresenta características hidrodinâmicas mais favoráveis para exploração das águas subterrâneas em relação ao setor sul, englobando os bairros de Pajuçara e Lagoa Azul e partes dos bairros de Redinha, Potengi e Nossa Senhora da Apresentação.

### *Agradecimentos*

*Os autores agradecem ao CNPQ, pelo financiamento do Projeto “Avaliação das Condições Hidroambientais e Definição de Estratégias de Manejo dos Recursos Hídricos nos Domínios Urbanos e Periurbanos da Zona Norte da Cidade de Natal/ RN”, do qual faz parte este artigo.*

## Referências

ARAÚJO, L. P.; 2002, Sistema de Informação Geográfica Aplicado à Análise das Relações da Qualidade da Água e Risco em Saúde Pública no Município de Natal (RN). Diss. de Mestrado, UFRN, CCET, Depto de Geologia.

BEZERRA, F.H.R.; Vita-Finzi,C.; 2000, How Active is a passive margin? Paleoseismicity in Northeastern Brazil. *Geology*, v.28, n.7, p.591-594.

BRASIL, 2004, MS- Ministério da Saúde, portaria nº518 de 25 de março de 2004- Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

DINIZ FILHO, J. B.; Barroso, T. T; 2002. Controle Geológico mo Potencial do Aquífero Barreiras - Baixo Curso do Ceará Mirim-RN. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

DUARTE, M.I.M.; 1995, Mapeamento Geológico e Geofísico do Litoral Leste do RN: Grande Natal (Área I). UFRN, CCET, Depto de Geologia- Relatório de Graduação.

FEITOSA, E.C.; Feitosa F.A.C.; Lira,H.M.P.; 2002, Relações Estratigráficas e Estruturais Entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB/RN- Uma Hipótese de Trabalho; XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

GLCF- Global Land Cover Facility, 2005. Earth Science Data Interface, University of Maryland, Imagens Landsat 7 órbita ponto 215/64 <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp> acesso em novembro de 2005.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2005, Banco de Imagens do CBERS -Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> acesso em dezembro de 2005.

LUCENA, L.R.F. O; Rosa Filho, E.F.; Hindi, E.C.; 2002, Fator Estrutural Atuante na Conexão Hidráulica Subterrânea entre o Sistema Lacustre do Bonfim e a Bacia do Rio Pirangi, Litoral Leste do Rio Grande do Norte Revista *Águas Subterrâneas*, nº16-maio.

NATAL, Prefeitura Municipal do Natal. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. 2007, Anuário Natal, 2006/ Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo-Natal(RN): Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 300 p.

MELO, J. G., 1995. Impactos do Desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal, RN. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP). Tese de Doutorado.

CAERN- Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, 1998. Avaliação dos riscos de contaminação e proteção das águas subterrâneas de Natal/ Zona Norte. Relatório Técnico.

ENGESOFT.; 2004, Estudo da Quantificação da Oferta de Água na Região da Lagoa de Extremoz. Secretaria de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte, Relatório Técnico.

NOGUEIRA, F.C.C.; Bezerra, F.H.R.; Castro; 2006, Deformação Rúptil em Depósitos da Formação Barreiras na Porção Leste da Bacia Potiguar. Revista do Instituto de Geociências-USP v.6, n.2, p.51-59.

PEREIRA, R.; 2003. Sistema Lacustre Costeiro e Interação de Águas Superficiais e Subterrâneas. Teoria e Aplicações a Implantação de uma Adutora.

SALIN, J. Lima, M.S.; Mabesoone, J.M.; 1974. Vales estruturais no Litoral leste do Rio Grande do Norte. Bol. Núcleo Nordeste. Soc. Bras. Geologia, 4-Atas VI Simpósio Geologia do Nordeste, Maceió (Al), p.13-28.

SERHID, Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte; 2007. Cadastramento e Nivelamento de Poços no Aquífero Barreiras no Município do Natal, RN. FUNCERN/CEFET/IGARN. Relatório técnico.

SRTM, Shuttle Radar Topography Mission, 2003.<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> Courtesy NASA/JPL-Caltech.