

DESENVOLVIMENTO URBANO E INDUSTRIAL NO CURSO INFERIOR DA BACIA DO RIO DOCE E OS EFEITOS IMPACTANTES NO SISTEMA AQUÍFERO-LACUSTRE EXTREMOZ–RN: ANÁLISE PRELIMINAR

Vera Lúcia Lopes de Castro¹ & Marco Antônio Calazans Duarte² Alberto Pacheco

Resumo - A área em estudo, com aproximadamente 65 km², está localizada no curso inferior da bacia hidrográfica do rio Doce, município de Extremoz/RN e dispõe de um elevado potencial hídrico. Atualmente apresenta 37% da área total urbanizada e 25% em processo de expansão.

O Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado segundo os métodos aditivo e multiplicativo mostrou que a água da lagoa de Extremoz pode ser caracterizada entre boa e ótima. No entanto, em decorrência do acentuado crescimento urbano e do desenvolvimento industrial, nesta região, constata-se que este potencial hídrico está submetido aos efeitos de ações impactantes, o que poderá causar significativas restrições no atendimento às demandas atuais e futuras.

A ausência de rede de esgotos e conseqüentemente o uso de sistemas de saneamento com disposição local de efluentes, em conjunto com uma área cujo comportamento é de um sistema livre, o que propicia elevadas taxas de infiltração das águas pluviais, caracteriza o ambiente como sendo de alta vulnerabilidade para a contaminação das águas subterrâneas. O reflexo deste quadro já se faz presente nas águas de alguns poços tubulares do sistema de abastecimento público, cujos teores de nitrato já são superiores a 45mg/L, e na incidência de doenças de veiculação hídrica, como esquistossomose, cólera, hepatite viral e verminoses.

¹ Hidrogeóloga da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte – SERHID. Doutoranda em Hidrogeologia no Instituto de Geociências, USP, SP
Rua Jornalista Haroldo Gurgel, 1853, Lagoa Nova, Natal–RN - CEP: 59075-220.-Brasil
fone: (0**84)231-3724; E-mail: vcastro@cabugisat.com.br

² Engenheiro Civil e Sanitarista da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte-CAERN. Mestre em Engenharia Civil, área de Engenharia Sanitária–UFPB. Professor da Área de Tecnologia Ambiental do CEFET-RN.

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Potiguar (disciplina de Tratamento de Águas).
Av. Bernardo Vieira, 1555–Tirol–Natal - RN–CEP: 59056-000–Brasil, fone: (0**84)221-4236; Fax: (0**84)211-3525; E-mail: mcalazans@rn.gov.br

Palavras-chave - Desenvolvimento Urbano, Impactos Ambientais, Qualidade da Água.

1.0 - INTRODUÇÃO

A qualidade das águas está intimamente relacionada à proteção dos recursos hídricos, que por sua vez depende fundamentalmente da forma de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Normalmente, uma bacia hidrográfica tomada como unidade de planejamento envolve mais de um município e parte do território de um Estado, requisitando um planejamento regional. Quando se trata do uso da água de uma unidade hidrográfica, imediatamente conduz ao uso e ocupação do solo, e o planejamento passa a envolver o próprio processo de desenvolvimento da região.

A história da civilização, no que se refere a ocupação geográfica, está sempre relacionada à presença da água. As grandes cidades e zonas de ocupação ocorrem ao longo dos rios e vales, devido às necessidades de abastecimento de água para uso humano, industrial, navegação e irrigação.

A área em estudo, compreende o curso inferior da bacia hidrográfica do rio Doce, constituindo expressivo potencial hídrico da região, o sistema aquífero/lacustre Extremoz.

Em decorrência do acentuado crescimento urbano e do desenvolvimento industrial, nesta região, constata-se que este potencial hídrico, está submetido aos efeitos de ações impactantes, o que poderá causar significativas restrições no atendimento às demandas atuais e futuras. Dentro deste contexto o estudo teve como objetivos realizar uma análise preliminar do uso e ocupação do solo e conhecer as fontes impactantes e seus efeitos atuais nas águas superficiais e subterrâneas.

2.0 - MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada a fotointerpretação hidrogeológica da área, a partir de fotografias aéreas na escala de 1:50:000, do mapa de uso e ocupação do solo em escala de 1:50:000 e a partir de imagens de satélite tipo spot, com reambulação de campo, tendo sido caracterizadas as principais fontes de contaminação. Em uma segunda etapa foram realizadas campanhas de coletas de água para a realização de análises físicas e químicas, a interpretação de dados existentes sobre a presença do íon nitrato (NO_3^-) nas águas subterrâneas, foi determinado o índice de qualidade de água (IQA) na lagoa de Extremoz e realizado o levantamento das doenças de veiculação hídrica na região.

As coletas de água para a determinação do IQA, foram efetuadas em três pontos da lagoa, conforme figura 01, cujas características observadas foram as seguintes (DUARTE,1999):

- Ponto E1, com uma profundidade de 3,0 m, está situado a jusante da descarga do Rio Guagiru, na extremidade Sul e a 1.600 m a montante da captação da CAERN e da fábrica Antarctica. Existe uma pequena faixa de vegetação nativa, enquanto o restante da área marginal foi desmatada para o plantio agrícola. Verificou-se a existência de macrófitas aquáticas nas margens, sendo predominante o aguapé (*Eichhornia crassipes*).
- Ponto E2, localizado no setor norte, 500 m a jusante da descarga do Rio do Mudo. Nesta área estão situadas algumas captações de água subterrânea que abastecem a cidade de Ceará-Mirim. A ocupação humana é bastante esparsa, predominando a atividade agrícola. Sua profundidade média é da ordem de 2,60 m.
- Ponto E3, demarcado 400 m a montante do pontilhão na saída da lagoa, que é feito através de bueiros com 7,60 m² de área de escoamento. É o local mais afetado pelas atividades antrópicas: o distrito de Santo Antônio dos Barreiros, os bares e restaurantes, os balneários, as granjas, o Hotel Laguna e o conjunto habitacional constituem as ocupações de maior impacto sobre o corpo aquático. Por ocasião de algumas coletas, observou-se o descarte de efluentes da indústria Antarctica, através de uma calha em alvenaria, 500 m a montante deste ponto. Possui uma profundidade média de 6,60 m.

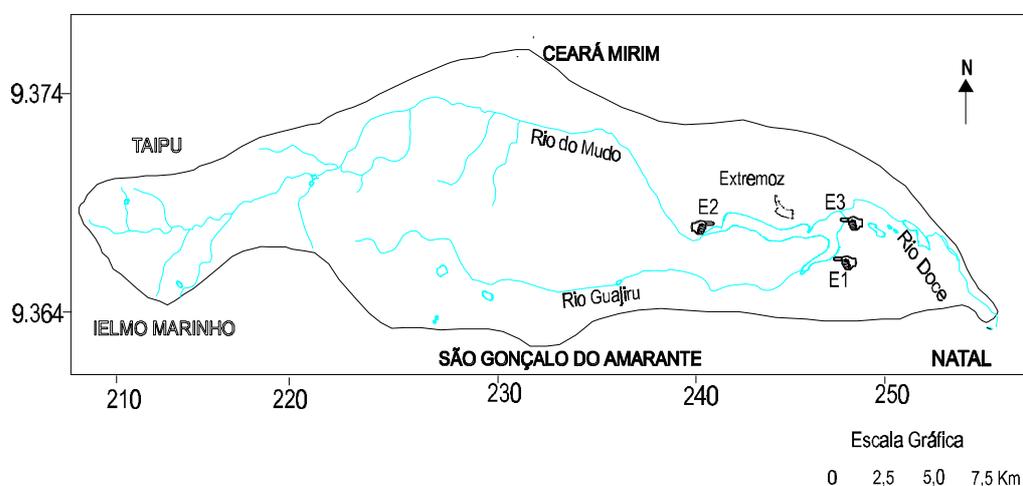


Figura 01 – Localização dos pontos de amostragens para a determinação do IQA na Lagoa de Estremoz-RN.

Conceitualmente, o IQA, é um número resultante de uma equação matemática que se baseia em valores de vários parâmetros de qualidade tanto físicos e químicos como microbiológicos. Este índice fornece uma indicação relativa da qualidade da água, permitindo uma comparação espaço-temporal de pontos distribuídos num mesmo corpo aquático ou entre distintas coleções hídricas (comparação inter e intra reservatórios). Foi desenvolvido inicialmente pela National Sanitation Foundation (NSF), da cidade de Ann Arbor, Michigan, EUA, em 1970, através de uma pesquisa realizada com vários profissionais de distintas especialidades, que indicou os parâmetros mais significativos, bem como seu peso relativo na composição do índice final. A pesquisa foi baseada no método Delphi, da Rand Corporation e teve como resultado curvas que exprimem a variação dos sub-índices que compõem o índice, segundo a média da opinião dos consultores (BROWN & McCLELAND, 1970).

Para o cálculo do IQA, foram selecionados 9 (nove) parâmetros considerados os mais importantes na qualificação da água, e para cada um deles definiu-se um peso significativo da sua importância na determinação do índice. A tabela 01 apresenta os componentes do IQA, bem como seus pesos. Pode-se verificar que o somatório dos pesos é igual a 1,00.

Tabela 01 - Parâmetros e pesos para cálculo do IQA.

N.º	Parâmetro	Unidade	Peso (W)
1	Oxigênio Dissolvido (OD)	% saturação	0,17
2	Coliformes Fecais (CF)	NMP/100mL	0,15
3	pH	-	0,12
4	DBO ₅	mg O ₂ /L	0,10
5	Nitrogênio Total (NT)	mg N /L	0,10
6	Fósforo Total (PT)	mg P /L	0,10
7	Turbidez (Tur.)	uT	0,08
8	Sólidos Totais (ST)	mg /L	0,08
9	Temperatura de Desvio (ΔT)	°C	0,10

Fonte: CETESB (1979).

O IQA pode ser calculado através de duas expressões matemáticas que definem o IQA aditivo (IQA_A) e o IQA multiplicativo (IQA_M), ou seja:

$$IQA_A = \sum_{i=1}^9 q_i * W_i \text{ (equação 1)}$$

$$IQA_M = \prod_{i=1}^9 q_i^{W_i} \text{ (equação 2)}$$

Onde :

IQA= índice de qualidade da água, representado por um número em escala contínua de 0 a 100.

q_i = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do i ésimo parâmetro, um valor entre 0 e 100.

W_i = peso unitário do i ésimo parâmetro.

O IQA classifica uma água de acordo com a nota atribuída à mesma, conforme se verifica na tabela 02.

Tabela 02 – Classificação de águas naturais, conforme o IQA.

Índice (IQA)	Qualidade
80 – 100	Ótima
52 – 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria para consumo humano

Fonte: GUAZZELLI & OTTA (1979).

Embora a formulação do IQA aditivo (ou aritmético) seja de fácil compreensão e determinação, esta não é suficientemente sensível para refletir os efeitos que um parâmetro possa causar no resultado final. Uma outra formulação multiplicativa (ou geométrica) foi proposta como forma de superar as deficiências do IQA aditivo.

Os parâmetros escolhidos para elaboração do índice foram considerados como os mais relevantes para o estabelecimento da qualidade da água. Entretanto, é reconhecido que certos poluentes não incluídos no cálculo, tais como substâncias tóxicas (metais pesados), pesticidas e derivados de petróleo, devem ser levados em consideração. Para tanto, adotou-se um indicador que assume valor zero, caso seja ultrapassado o valor limite ou 1, quando nenhum elemento tóxico excede o máximo definido. Assim, a nota final de um corpo aquático em um determinado ponto de amostragem deve resultar do produto do IQA pelo IT (índice de toxidez). O valor final confirma a nota atribuída pelo IQA ou é anulada tendo em vista os teores de substâncias tóxicas serem superiores aos valores máximos permissíveis (RAMEH, 1981).

3.0 – RESULTADOS OBTIDOS

3.1 - ASPECTOS CLIMÁTICOS E GEOLÓGICOS

A análise dos dados do posto climatológico de Natal, período 1910 a 1979, indicam uma precipitação média anual de 1.563mm e temperaturas que variaram de 24,4° a 27,3° C, com média anual de 26,2° C.

A fotointerpretação geológica mostrou uma área coberta por sedimentos de idade

tércio-quadernária representados pelos sedimentos do Grupo Barreiras, (formação Guararapes), que estão recobertos pelas areias de paleodunas, aluviões e paleocascalheiras. Sotopostos a esta formação ocorrem sedimentos cretáceos, constituídos pelos arenitos carbonáticos e calcários.

Os sedimentos da Formação Guararapes, ocorrem em estratos horizontais, com espessuras que variam de 20 a 80 m, constituindo-se por sedimentos arenosos e areno-argilosos de coloração avermelhada, com intercalações de camadas argilosas, existindo localmente níveis de seixos. As paleodunas ocorrem expressivamente no setor leste da área, constituindo-se por areias finas, quartzosas, homogêneas, bem selecionadas de coloração amarelada. Os depósitos aluviais são encontrados principalmente nas margens dos rios do Mudo, Guajiru e Doce.

3.2 - RECURSOS HÍDRICOS

3.2.1 - SISTEMA HÍDRICO SUPERFICIAL

A lagoa de Extremoz, com uma área de 4,0 km² e um volume de 9,0 x 10⁶m³, constitui um expressivo manancial da rede hidrográfica da bacia do rio Doce e recebe contribuições de águas subterrâneas do aquífero Barreiras e superficiais dos rios do Mudo e Guajiru, cujas descargas médias são da ordem de 0,28 e 0,26 m³/s. É drenada a jusante pelo rio Doce com descarga média de 0,39 m³/s, diretamente para o mar. Os rios do Mudo e Guajiru ao longo de seus 25 km de extensão, são perenes apenas à jusante aproximadamente a 5 km da área de descarga na lagoa, trechos que recebem exudações do sistema aquífero Barreiras.

A partir das análises físicas e químicas as águas da lagoa de Extremoz foram caracterizadas como sendo do tipo cloretada sódica, com pH na faixa de 6,5 a 7,0, condutividade elétrica menor que 500 µS/cm e sólidos totais dissolvidos abaixo de 200 mg/L. Foi constatado que há uma diminuição da salinidade no sentido dos escoamentos, provavelmente, devido a maior contribuição das águas subterrâneas do aquífero Barreiras.

3.2.2 - SISTEMA HÍDRICO SUBTERRÂNEO

Os estratos arenosos inferiores do Grupo Barreiras constituem efetivamente a unidade geológica aquífera, encontrando-se limitada na sua parte superior por sedimentos heterogêneos, formados predominantemente de argilas arenosas e arenitos argilosos. Existe uma freqüente mudança lateral de fácies e passagens bruscas de argilas para arenitos pouco ou não argilosos, facilitando a conexão hidráulica entre as camadas. Na parte

inferior, o sistema aquífero está limitado por arenitos carbonáticos. Os perfis dos poços cadastrados indicam que o aquífero Barreiras apresenta uma espessura saturada média de 38,0 m.

A análise das seções hidrogeológicas no baixo curso da bacia, indicam que as cargas hidráulicas dos poços rasos e profundos se ajustam a uma mesma superfície potenciométrica. Este comportamento em conjunto com o caráter lito-estrutural dos extratos sedimentares, sugerem que as formações dunares e os sedimentos Barreiras formam um sistema hidráulico único, podendo localmente apresentar semiconfinamentos, tal como ocorre na zona sul de Natal (CASTRO, 1994; MELO, 1995).

O fluxo subterrâneo é convergente para a lagoa de Extremoz e rio Doce, apresentando duas frentes de escoamento, uma ao norte com gradientes da ordem de 0,97% e outra ao sul da área, com gradientes de 0,8% (Figura 02).

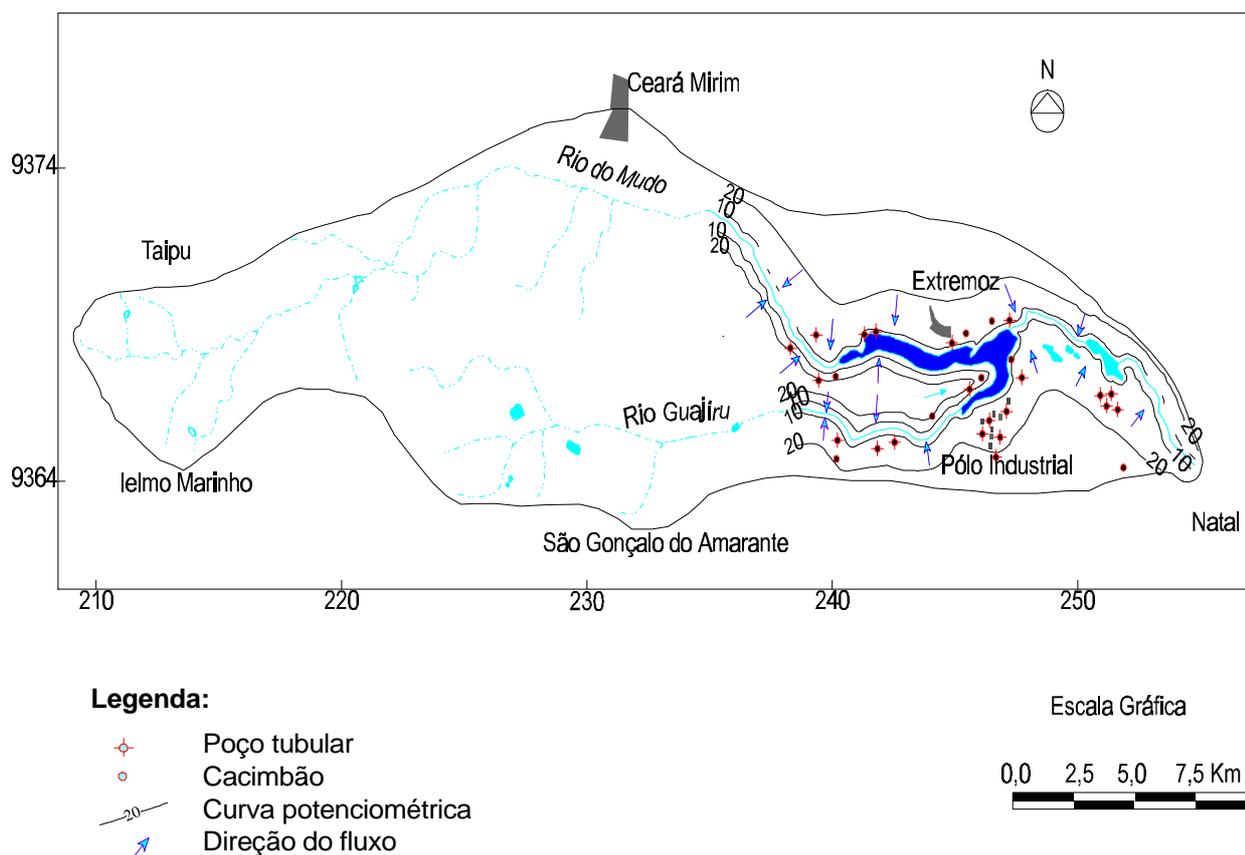


Figura 02 - Fluxo das águas subterrâneas (aquífero Barreiras) no curso inferior da bacia do rio Doce (setembro/97).

A análise física e química das águas subterrâneas indicou o tipo cloretada sódica, com pH na faixa de 5,6 a 6,4, condutividade elétrica de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e sólidos totais dissolvidos da ordem de 50 mg/L.

3.3 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E PRINCIPAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO

O curso inferior da bacia do rio Doce, com uma área de aproximadamente 65 km², atualmente apresenta um expressivo desenvolvimento nas atividades turística e industrial, apresentando 37% da área total ocupada por conjuntos habitacionais, chácaras e indústrias. As áreas em expansão urbana, concentram-se nas imediações do pólo industrial e compreendem 18 km², equivalente a 25% da superfície, conforme ilustrado na Figura 03.

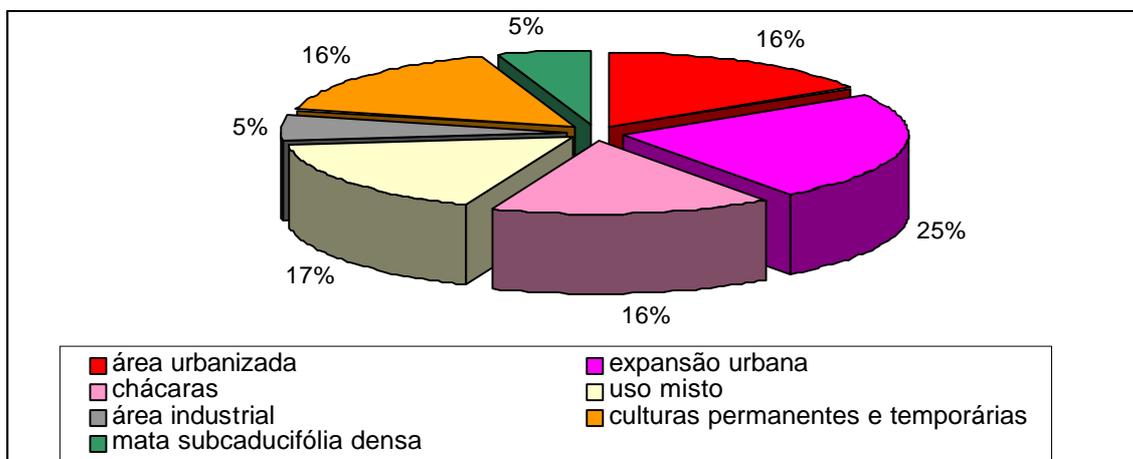


Figura 03 - Comportamento da ocupação do solo nas imediações da lagoa de Extremoz.

Destacam-se como principais fontes de contaminação, as conseqüências da expansão urbana aliada a falta de saneamento básico. A região não dispõe de rede de esgotos, sendo utilizado o sistema de disposição local de efluentes, mediante o uso generalizado de fossas sépticas e sumidouros. Os resíduos sólidos descartados a céu aberto constituem um sério problema ambiental. Os efluentes líquidos domésticos são parcialmente tratados em tanques sépticos enquanto os provenientes das indústrias do Distrito Industrial são transportados para um sistema de lagoas de estabilização situado nas imediações do polo Industrial.

3.3.1 - EXPANSÃO URBANA

Os efeitos impactantes do processo de urbanização, manifestam-se muito lentamente e, assim sendo, com efeitos cumulativos, não são observáveis diretamente e são de difícil restauração.

O município de Extremoz compreende uma área de 135,3 km² (0,25% do Estado), com uma densidade demográfica de 110,4 hab./km². A taxa de urbanização, de 54,7% expressa uma significativa parcela da população alojada nas áreas rurais (45,3%). O município apresenta uma taxa de ocupação residencial de 4,78 habitantes por domicílio, sendo pequena a diferença de tal relação entre a área urbana (4,73) e a área rural (4,84). Cerca de 67,6% dos domicílios não possui abastecimento de água adequado (sem canalização interna). Os domicílios com canalização interna e ligados à rede de distribuição, representam 29%. As condições sanitárias indicam que 88% dos domicílios fazem uso da fossa séptica, porém sem sumidouro, enquanto a fossa negra compreende 10,8 % dos domicílios (SERHID, 1999).

MELO (1998) identificou o setor leste da área de estudo, à margem direita do rio Doce, como uma região de maior potencial hidrogeológico no âmbito da zona norte de Natal. Esta área, entretanto, muito embora possua alguns espaços pouco habitados, já encontra-se intensamente loteado para futuras ocupações, com riscos de degradação das águas subterrâneas.

3.3.2 - RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos de origem doméstica ou industrial lançados diretamente na superfície do solo ou dispostos nos aterros sanitários tem sido causadores de contaminações das águas subterrâneas, pois está sujeito a lixiviação pela percolação da água das precipitações. Neste processo, que envolve a decomposição biológica dos resíduos, é produzido um líquido de coloração escura, conhecido como chorume, o qual pode se infiltrar no terreno e atingir as águas subterrâneas, contaminando-as. O chorume contém, geralmente, um grande número de contaminantes orgânicos e inorgânicos que incluem compostos de nitrogênio e metais pesados.

De acordo com dados divulgados pelo PERH (SERHID,1999), o destino dos resíduos sólidos domésticos no município de Extremoz compreende um percentual de domicílios servidos pela coleta de lixo de 19,8%, enquanto os domicílios que tem o lixo queimado ou enterrado correspondem a 53,7% e aqueles cujo lixo é jogado representam 26,1%.

3.3.3 - ATIVIDADES INDUSTRIAIS

Foram cadastradas oito indústrias , de médio e elevado porte. Em função do tipo de indústria foi definido o índice de contaminação potencial e considerando o volume de água utilizado, foi caracterizado o perigo potencial de contaminação para as águas subterrâneas, seguindo a metodologia estabelecida por FOSTER & HIRATA, (1991).

Entre as indústrias cadastradas, três delas foram consideradas de alto perigo potencial de contaminação para as águas subterrâneas: LABORSIL, cujo principal tipo de contaminante envolvido é a matéria orgânica e orgânicos sintéticos (produtos farmacêuticos); NOVOGÁS , com perigo potencial de contaminação por matéria orgânica, hidrocarbonetos e orgânicos sintéticos (petróleo/gás); HEMFIBRA, contaminação por orgânicos sintéticos (plástico/fibra de vidro). A figura 04 mostra a distribuição percentual do volume diário de efluentes líquidos das indústrias situadas no Distrito Industrial de Natal-RN.

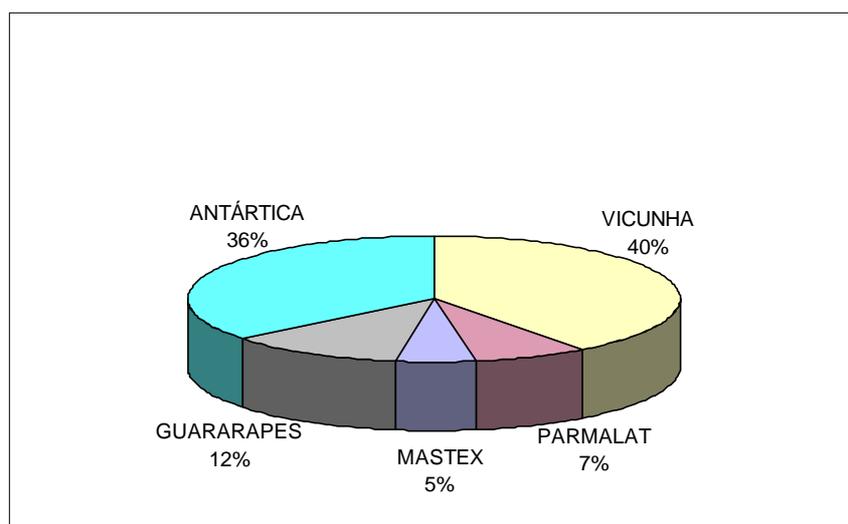


Figura 04 - Produção média diária de efluentes pelas indústrias situadas no Distrito Industrial de Natal, Extremoz-RN.

3.3.4 - Poços sem Proteção Sanitária e Cacimbas Transformadas em Fossas Negras

MELO (1998), faz referências a alguns poços do sistema público de abastecimento de água, na zona norte de Natal, que não apresentam proteção sanitária e em outros casos esta proteção é inadequada, o que pode facilitar a penetração de águas contaminadas no interior dos poços, através do pré filtro. É o que ocorre no poço PT-12 da Captação Pajuçara/Gramoré (CAERN), e alguns poços antigos da Fundação Nacional de Saúde (FNS), como por exemplo o poço PT-03, localizado no conjunto habitacional da Marinha, na cidade de Extremoz. Cacimbões antigos construídos inicialmente para captação de água, atualmente são utilizados como depósitos de efluentes domésticos,

constituindo as “fossas negras” e gerando riscos de contaminação para as águas subterrâneas.

3.4 – ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DA LAGOA DE EXTREMOZ

Os índices de qualidade da água (aditivo e multiplicativo) apresentaram variações relativamente pequenas entre os pontos E1, E2 e E3. O menor valor do IQA aditivo foi determinado em E1 (68), em maio/97 e o maior em E2 (85), em julho do mesmo ano (Tabela 03). O IQA multiplicativo teve comportamento semelhante, com o menor valor em E1 (63), em abril/97 e o máximo, de 85, em E2, no mês de setembro/97. Ambos classificam a água do manancial como de qualidade entre boa e ótima. Os estudos desenvolvidos por PEREIRA (1993) em dois pontos do manancial indicaram que o IQA aditivo classificou-a como ótima enquanto o multiplicativo considerou-a boa o que indica que sua qualidade sanitária manteve-se inalterada durante os quatro anos entre o presente estudo e o outro.

A Figura 05, evidencia as escassas flutuações destes dois índices assim como a semelhança de qualidade entre os locais pesquisados. As variações isoladas de um parâmetro não foram suficientes para refletirem-se no índice final. O IQA, em particular a versão aditiva, que envolve muitos parâmetros, apresenta aparentemente menor sensibilidade, quando a qualidade da água encontra-se em níveis mais altos. Com efeito, o IQA tem como finalidade principal a classificação de um determinado corpo aquático no que diz respeito à qualidade sanitária e físico-química de uma água para consumo humano.

Tabela 03 - Distribuição espaço-temporal do índice de qualidade da água (aditivo e multiplicativo) da lagoa de Extremoz/RN, (período de dezembro/96 a dezembro/97).

Mês	IQA aditivo					IQA multiplicativo				
	E1	E2	E3	Médio	Classificação	E1	E2	E3	Médio	Classificação
Dez	83	80	74	79	Boa	81	79	70	77	Boa
Jan	78	79	74	77	Boa	77	78	68	75	Boa
Fev	71	76	75	74	Boa	68	71	72	71	Boa
Mar	78	79	76	77	Boa	77	77	73	76	Boa
Abr	70	79	75	74	Boa	63	75	70	69	Boa
Mai	68	79	82	76	Boa	64	73	80	74	Boa
Jun	79	80	81	80	Ótima	77	77	78	77	Boa
Jul	76	85	80	80	Ótima	74	84	77	79	Boa
Ago	81	81	82	81	Ótima	80	78	80	79	Ótima
Set	83	86	81	83	Ótima	82	85	80	82	Ótima
Out	78	81	82	80	Ótima	76	78	80	78	Boa
Nov	79	80	80	80	Ótima	76	77	77	77	Boa
Dez	82	79	79	80	Ótima	79	76	75	77	Boa

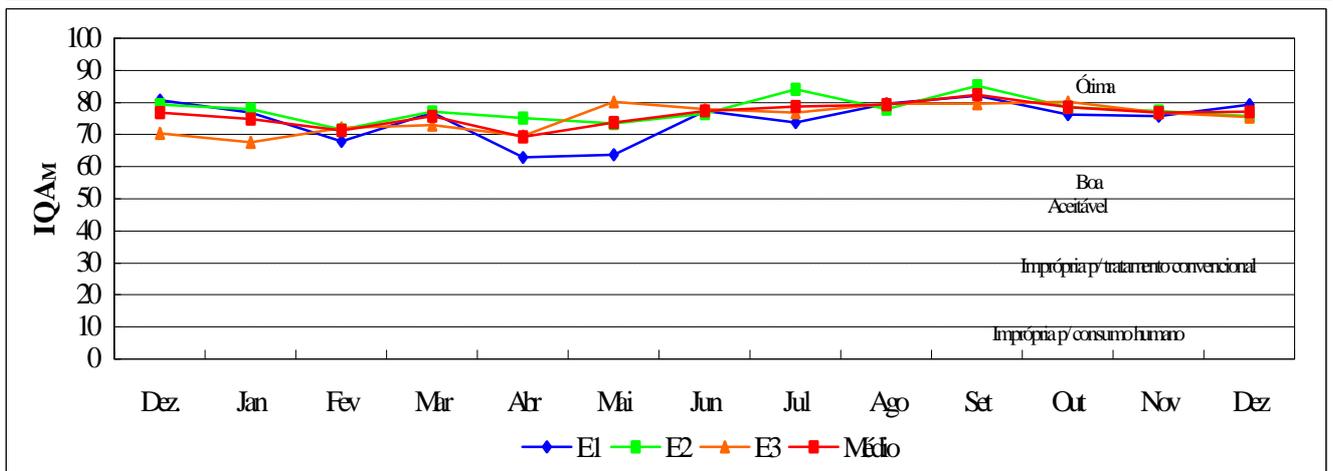
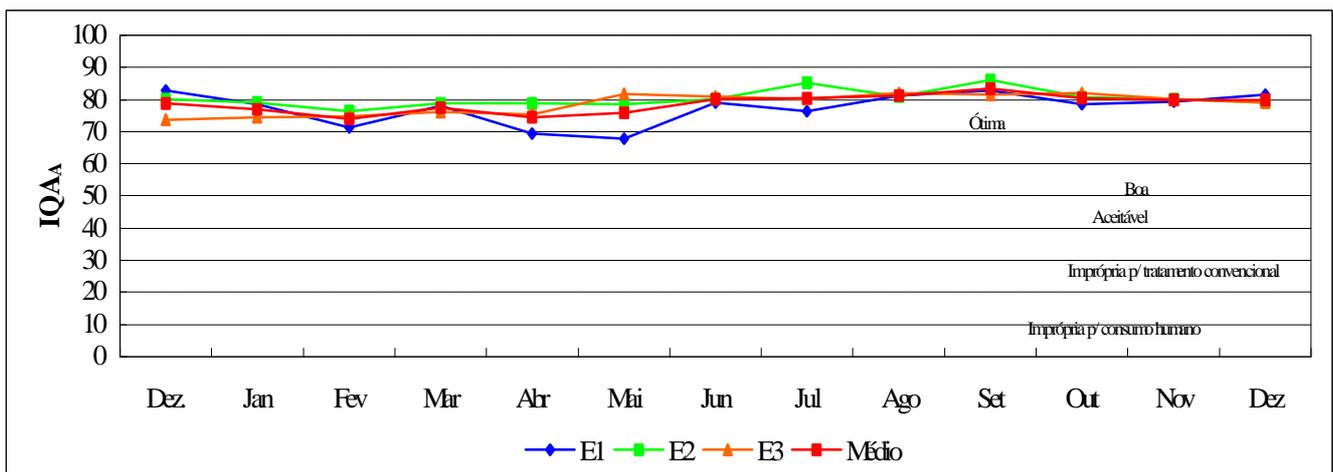


Figura 05 - Variação espaço-temporal do IQAA e IQAM, na lagoa de Extremoz-RN (período de dez/96 a dez/97).

3.5 – EFEITOS IMPACTANTES

3.5.1 - PRESENÇA DE NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O nitrogênio, na forma de nitrato, é um dos contaminantes mais comuns identificados nas águas subterrâneas. Ocorre principalmente na atmosfera, nos solos e em substâncias orgânicas.

No meio ambiente a matéria orgânica pode sofrer várias mudanças, fornecendo desde amina ($R-NH_2$), evoluindo para amônia (NH_3), amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e , finalmente, atingindo a forma mais estável e oxidada do nitrogênio, o nitrato (NO_3^-). Este processo é chamado de nitrificação.

Estudos recentes, realizados por MELO (1998), nas proximidades da lagoa de Extremoz, identificaram no domínio da captação d'água Pajuçara/Gramoré, sistema público de abastecimento da zona norte de Natal, teores de nitrato elevado, chegando a mais de 60 mg/L, superiores aos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde (45 mg/L).

Atualmente na Indústria Guararapes Têxtil, foi observada uma evolução dos teores de nitrato no período dez/96 a outubro/98, conforme pode ser visto na Figura 06.

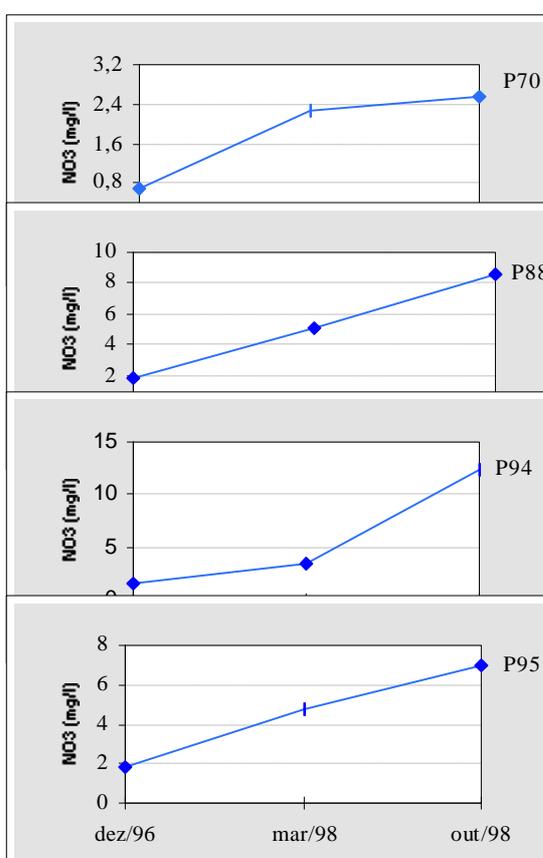


Figura 06 - Evolução dos teores de nitrato (NO_3^-) nos poços tubulares (P70, P88, P94 e P95) na Indústria Guararapes Têxtil, no período de dez/96 a out/98.

Na unidade industrial da Parmalat, também foi constatado uma evolução nos teores de nitrato, de cloreto e da condutividade elétrica, conforme a ilustração da Figura 07.

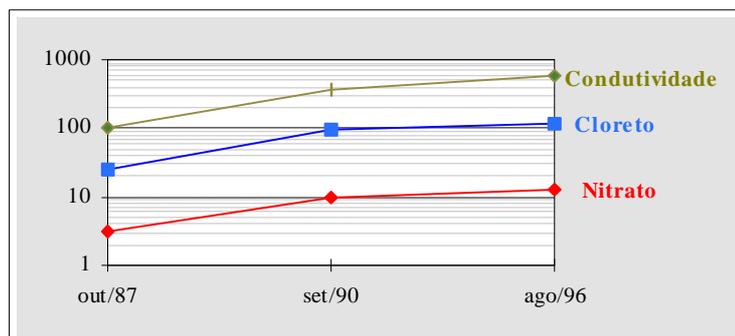


Figura 07 - Comportamento da condutividade elétrica, do cloreto e do nitrato no poço tubular (P1), na indústria PARMALAT.

Foi verificado que existe uma correlação entre a densidade populacional e o nível de nitrato nas águas subterrâneas. Nas zonas mais habitadas, os teores de nitrato tendem a ser mais elevados, atingindo níveis inadequados de utilização (superiores a 45 mg/L NO₃). A contaminação também está associada ao período de implantação e funcionamento das atividades urbanas.

3.5.2 – DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Historicamente, os aglomerados urbanos e as cidades desenvolvem-se nas proximidades de rios, lagos e outros mananciais e naturalmente a necessidade de saneamento se faz presente em todas as relações do homem com o ambiente. Estas relações contemplam um único objetivo que é o de promover a saúde e conforto dos indivíduos, através das estruturas de controle de doenças e garantia da qualidade ambiental.

O levantamento das doenças de veiculação hídrica no município de Extremoz, foi realizado junto à Fundação Nacional de Saúde (FNS) e a Subcoordenadoria de Notificação Compulsória e Agravos Específicos, Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 04 - Casos registrados de esquistossomose, hepatite viral e cólera na bacia do rio Doce.

Doenças	Casos Notificados	Casos Confirmados	Fonte
Esquistossomose	2.334	2.334 (1976 a 1999)	FNS
Hepatite Viral	444 (1993 a 1999)	33 (1997 a 1999)	Secretaria de Saúde
Cólera	323	323 (1992 a 1996)	Secretaria de Saúde

ESQUISTOSSOMOSE

A esquistossomose é uma doença parasitária produzida pelo *Schistosoma* trematódeo. Na fase adulta o macho e a fêmea, vivem nas veias mesentéricas e/ ou vesiculares do hospede durante vários anos. A sintomatologia depende da localização do parasita. Os efeitos patológicos são as complicações derivadas da infecção crônica: fibrose hepática e hipertensão portal. As larvas de algumas outras espécies de esquistossomo de aves e mamíferos podem penetrar na pele humana e produzir uma dermatite conhecida como “prurido dos nadadores”. O agente infeccioso é o *Schistosoma mansonii* e *Schistosoma Japonicum*. A Figura 08, mostra o comportamento da ocorrência dos casos positivos nas diversas localidades nas proximidades da lagoa de Extremoz.

A média anual dos índices pluviométricos no município de Extremoz é de 1500 mm. A Figura 09, mostra que nos anos em que as precipitações foram muito abaixo da média houve um menor número de casos registrados, enquanto que nos anos em que as precipitações foram acima da média houve um aumento do número dos registros.

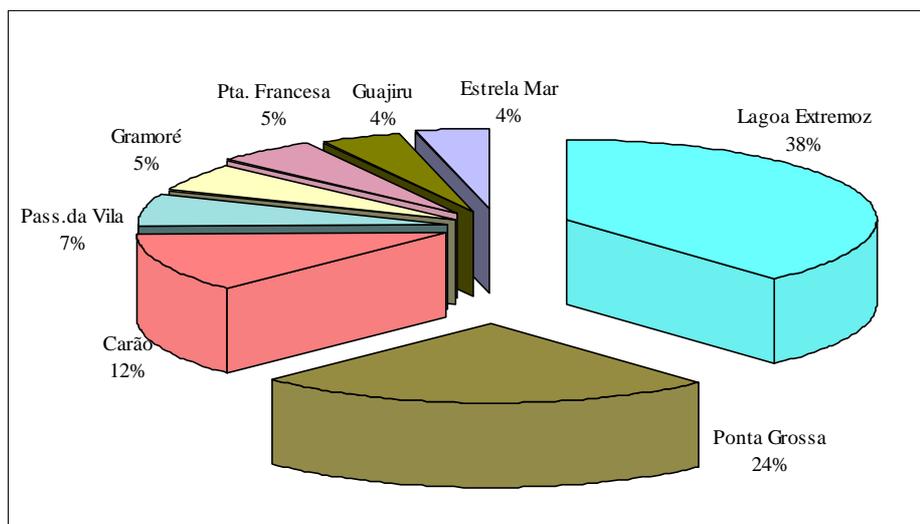


Figura 08 - Casos de ocorrência de esquistossomose no município de Extremoz no período de 1976 a 1996.

Fonte: FNS (1996).

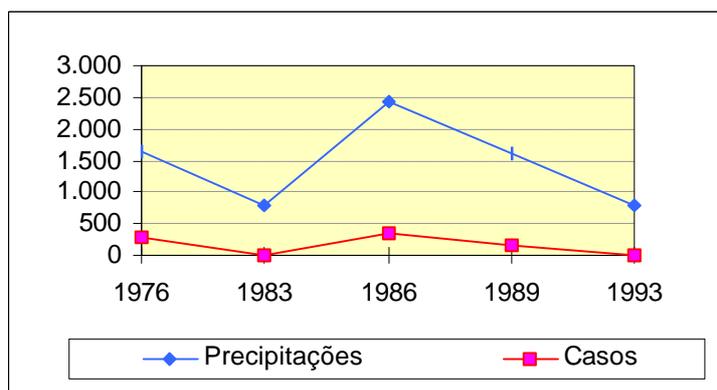


Figura 09 - Comportamento da ocorrência dos casos positivos de esquistossomose em relação as precipitações pluviométricas no período de 1976 a 1993.

HEPATITE VIRAL

A hepatite viral é uma infecção sistêmica aguda que afeta, predominantemente, o fígado e se apresenta sob duas formas devidas a agentes etiológicos estreitamente relacionados, mas distintos, conhecidos, respectivamente como vírus A e B. O tipo A é conhecida como hepatite infecciosa ou epidêmica, pode ser transmitida ao homem por via oral ou parenteral e o tipo B é transmitida apenas por via parenteral.

A hepatite viral tipo A pode ocorrer tanto sob forma esporádica como epidêmica e compreende um período de incubação variável, entre duas a seis semanas. Ocorre particularmente sob condições de má higiene, em mananciais de águas contaminadas por fezes. As ocorrências se dão principalmente em acampamentos de verão, parques muito freqüentados em certas estações do ano ou aglomerados de pessoas em abrigos de inverno e balneários onde não existam condições sanitárias adequadas. Caracteriza-se por distúrbios digestivos e comprometimento do estado geral. No curso inferior da bacia do rio Doce foram notificados 444 casos no período de 1997 a 1999, e confirmados 33 casos no período de 1997 a 1999, conforme informações da Secretaria de Saúde do Estado do RN.

CÓLERA

A cólera é uma enfermidade aguda, diarreica, provocada por uma infecção intestinal através da bactéria *Vibrio cholerae*. A infecção geralmente é benigna e assintomática, e às vezes, pode ser grave. Aproximadamente uma entre 20 pessoas infectadas pode ter a enfermidade em estado grave, caracterizada por diarreia aquosa profunda, vômitos e intensa depleção salina. Nestas pessoas, há uma perda rápida de líquido corporal e leva a desidratação e a prostração. Sem tratamento adequado, pode ocorrer a morte em questão de algumas horas.

A cólera tem sido pouco freqüente nos países desenvolvidos durante os últimos 100 anos; no entanto esta enfermidade é comum em outras partes do mundo, incluindo os países da América Latina, o sul do Saara (África) e a Índia.

Na bacia do Rio Doce foram registrados e confirmados 323 casos no período de 1992 a 1996.

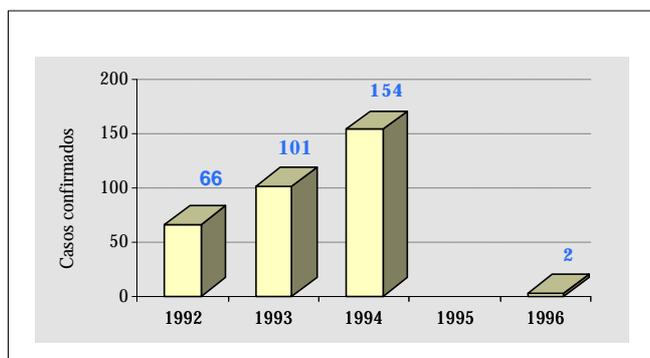


Figura 10 - Casos confirmados de cólera (1992 a 1996).

Fonte :Secretaria de Saúde do RN.

4.0 - CONCLUSÕES

O sistema aquífero/lacustre Extremoz, dispõe de um elevado potencial hídrico de excelente qualidade representado pelas águas subterrâneas do aquífero Barreiras e lagoa de Extremoz. O Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado segundo os métodos aditivo e multiplicativo mostrou que a água da lagoa de Extremoz é entre boa e ótima. No entanto, as atividades urbanas e industriais constituem fontes potenciais de contaminação dos recursos hídricos, notadamente devido a ausência de rede de esgotos e devido o uso de sistemas de saneamento com disposição local de efluentes (fossas e sumidouros de elevado risco potencial de contaminação. Isto ficou caracterizado devido a vulnerabilidade do aquífero Barreiras, no setor leste que se comporta como um sistema livre coberto por um capeamento dunar, cuja estrutura propicia elevadas taxas de infiltração das águas pluviais. O reflexo deste quadro já se faz presente nas águas de alguns poços tubulares do sistema de abastecimento público, cujos teores de nitrato já são superiores a 45mg N/L.

Foi constatada a incidência de doenças de veiculação hídrica, como: esquistossomose, cólera, hepatite viral e verminoses. Foi observado que nos anos de maiores precipitações pluviométricas ocorre um aumento dos casos destas doenças.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, R. M., McCLELLAND, N. I., DENINGER, R. A., TAZER, R.G. A. water quality index: do we dare. NATIONAL SYMPOSIUM ON DATA AND INSTRUMENTATION FOR WATER QUALITY MANAGEMENT. MADISON CONFERENCE OF STATE SANITARY ENGINEERS, 1970.
- CASTRO, V. L. L. Origem e mecanismo de poluição das águas subterrâneas na área de Cidade Nova – Natal/RN. [Dissertação de Mestrado, UFPE – Centro de Tecnologia, pós graduação em Geociências].
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de qualidade das águas do Estado de São Paulo, CETESB, São Paulo, 1992.
- DUARTE, M. A. C. Utilização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e do Estado Trófico (IET) na Caracterização Limnológica e Sanitária das Lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui-RN. Campina Grande, 1999 [Dissertação de Mestrado, UFPB –Centro de Ciências e Tecnologia, pós graduação em Engenharia Civil].
- FOSTER, & HIRATA, R. Determinacion del riesgo de contaminacion de águas subterrâneas. Una metodologia basada em datos existentes. CEPIS – Technical Report (OPS-OMS-HPE, CEPIS, Lima Peru), 1991.
- GUAZELLI, M. R. OTTA, N. Rede de amostragem e indicadores de qualidade de água: critérios e conceituações. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1979. Anais ABES. Manaus – AM 21 a 26/01/79.
- MELO, G. J. Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal/RN. Instituto de Geociências, USP – Tese de Doutorado.
- MELO, G. J., CAERN. Avaliação dos Riscos de contaminação e proteção das águas subterrâneas de Natal - Zona Norte, 1998.
- PEREIRA, M. G. Qualidade das águas dos mananciais de superfície utilizados no abastecimento da cidade do Natal: Aplicação do IQA nos pontos de captação. Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 1993.
- PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, PERH. Relatório Diagnóstico dos Dados e Informações Disponíveis Tomo 2 e 3 Relatório da 2ª etapa - Estudos de Base, vol. 1. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte, (SERHID), 1999.
- RAMEH, C. A. S. O Índice de qualidade das águas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1981. Fortaleza Anais: ABES, 20 A 25/09/81.