

DIAGNÓSTICO DE ÁREAS DE CONFLITOS DE USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA FAIXA LITORÂNEA NORTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL, ENTRE AS CIDADES DE PAULISTA E ITAPISSUMA.

Ana Cláudia de Aguiar Accioly¹; Almany Costa Santos²; Alberto Bezerra de Medeiros³; Andrea Olinto⁴; Eliane Basto⁴; Jeane Espindola³; Marlene Maria da Silva² & Vileide Ataíde de Barros⁴

Resumo - Este trabalho consta da elaboração de um zoneamento da área entre os municípios de Paulista e Itapissuma no Estado de Pernambuco, Nordeste Brasileiro, quanto aos riscos de contaminação das águas subterrâneas do aquífero Beberibe nesta área e os conflitos dos seus diversos usos, com vistas a subsidiar o Diagnóstico Sócio-Ambiental do Litoral Norte de Pernambuco efetuado pelo Gerenciamento Costeiro de Pernambuco - GERCO-PE, contendo os Mapas de Uso e Ocupação do Solo, de Potencialidades dos Recursos Naturais/culturais e Limitações ao Uso do Território e de Qualidade Ambiental. De acordo com esse Diagnóstico, será definida uma proposta de Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro - ZEEC, visando orientar o processo de uso e ocupação do solo e o desenvolvimento sustentável da região incluindo as áreas de recarga dos aquíferos utilizados na região, de forma a estabelecer as linhas mestras para a gestão ambiental da área. A partir dos dados hidrogeológicos compilados efetuou-se a confecção do mapa de conflitos de uso: Abastecimento público x privado e identificação dos tipos de aquíferos utilizados (livre ou confinado; Barreiras, Beberibe ou sedimentos recentes) visando a identificação do grau de vulnerabilidade e o potencial de risco à poluição provocado por diversas atividades urbanas, industriais, agrícolas, etc.

¹ Doutoranda – Universidade de São Paulo/CPRH-FACEPE

² Universidade Federal De Pernambuco – UFPE . Av. Ac. Hélio Ramos, Cidade Universitária. Recife-PE, FAX: 81-2718239. almany@npd.ufpe.br

³ CPRH/FACEPE- Rua Sant'Anna, 367, Casa Forte, Recife-PE. CEP; 52.060-460. Fax: 81 - 4416088. E-mail cprh@fisepe.pe.gov.br

⁴ CPRH - Rua Sant'Anna, 367, Casa Forte, Recife-PE. CEP; 52.060-460. Fax:81-4416088. E-mail cprh@fisepe.pe.gov.br

Palavras-chave - zoneamento ambiental, áreas de recarga, aquífero Beberibe

1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA PESQUISADA:

A área estudada situa-se na Região Metropolitana Norte do Recife (RMR), faixa litorânea do Estado de Pernambuco, Nordeste Brasileiro e abrange os municípios de Abreu e Lima, Araçoiaba, Igarassu, Itamaracá, Itapissuma e Paulista (fig.1- mapa em anexo), no Estado de Pernambuco. Limita-se, ao norte, com os municípios de Goiana e Itaquitanga; ao sul, com os municípios de Olinda e Camaragibe; a leste, com o oceano atlântico e a oeste, com o municípios de Paudalho e Tracunhaem.

2. METODOLOGIA:

A metodologia efetuada para este trabalho foi desenvolvida de acordo com as seguintes etapas: (a) síntese das pesquisas bibliográficas efetuadas em vários Órgãos: Os dados foram coletados em vários Órgãos Estaduais e Federais, a saber: UFPE- Laboratório de Hidrogeologia – HIDROREC-CPRH. Agência Nacional de Petróleo –ANP, CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, FIDEM; COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento e Água); DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral; (b) elaboração de mapas de vulnerabilidade, risco de poluição das águas subterrâneas e conflito de seus diversos usos , além de propor áreas de proteção para seus principais aquíferos.

3. CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA:

Os aquíferos existentes na área entre Paulista e Itapissuma – RMR-norte podem ser enquadrados nos domínios hidrogeológicos correlativos aos compartimentos geológicos (Lima Filho, 1998), conforme classificação de Santos (2000): (1) Domínio do Embasamento Cristalino e (2) Domínio da Bacia Paraíba (Bacia PE-PB)

Ocorrem três aquíferos no **Domínio hidrogeológico da Bacia Paraíba (PE-PB)**: o Beberibe, o Barreiras e os dos Sedimentos Diversos.

AQUÍFERO BEBERIBE:

De idade cretácica é constituído por arenitos/siltitos com lentes argilosas e espessura média em torno de 200 metros. Possui uma vazão média de 58 m³/h e um

nível estático médio de 35 metros (Santos, 2000). Apresenta resíduo seco da ordem de 295 mg/l e uma área de ocorrência de 360 Km².

O aquífero Beberibe se constitui no principal manancial hídrico subterrâneo da RMR, e vem sendo amplamente utilizado para o abastecimento d'água dos municípios da região Metropolitana do Recife Norte, além de suprir d'água os seus parques industriais e recreativos. Por exemplo, a Ilha de Itamaracá é exclusivamente abastecida por águas subterrâneas do aquífero Beberibe e através de poços rasos em sedimentos recentes. Está representado, por uma seqüência de arenitos de granulação variada, constituída por clastos de natureza silicosa na base, que gradam progressivamente para sedimentos calcíferos no topo, que chega a atingir mais de 300m de espessura na faixa litorânea. Atualmente. Uma das maiores reservas permanentes de água subterrânea da RMR estão contidas no aquífero Beberibe no domínio da Bacia PE-PB. Na sua porção aflorante, o aquífero Beberibe encontra-se muito vulnerável às varias fontes potencialmente poluidoras que ali se instalaram, como por exemplo: loteamentos sem obras de saneamento, lixões, cemitérios, etc.

A recarga desse sistema aquífero ocorre principalmente por infiltração da precipitação pluviométrica na zona de afloramento da Formação Beberibe e secundariamente por filtração vertical descendente na porção confinada. Algumas áreas de recarga deste aquífero são bastante vulneráveis a poluição, pois em parte de sua porção aflorante aparecem loteamentos não regularizados sem esgotamento sanitário e grandes plantações de cana-de-açúcar, gerando uma contaminação difusa, além da má implantação de lixões sem estudos hidrogeológicos prévios.

AQÜÍFERO BARREIRAS

De idade Tercio-Quaternária é constituído por arenitos argilosos e argilas e espessura média em torno de 50 metros. Possui uma vazão média de 16 m³/h e um nível estático médio de 13 metros. Apresenta resíduo seco da ordem de 165 mg e uma área de ocorrência de 550 Km². Compreende a maior área aflorante da Bacia PE-PB na RMR e ocupa mais de 70% de toda a Bacia. É constituído por uma seqüência predominantemente areno-argilosa distribuída numa faixa de largura variável e contínua ao longo da borda oeste desse domínio hidrogeológico. Apresenta espessuras variáveis em torno de 50 metros e está depositado discordantemente sobre o embasamento cristalino e dos sedimentos da Bacia PE-PB. Sua exploração é pouco desenvolvida, tendo em vista que sua área de afloramento ocupa cerca de 70% (550 km²) da área deste

domínio hidrogeológico. Aparece com maior importância hidrogeológica quando ocorre sobreposto às rochas do embasamento cristalino, principalmente na zona rural, onde é explorado por cacimbas e poços amazonas.

AQUÍFERO DOS SEDIMENTOS DIVERSOS

De idade Quaternária é constituído por Areias, siltes e argilas com espessura média em torno de 20 metros. Possui uma vazão média de 25 m³/h e um nível estático médio de 4 metros. Neste sistema aquífero estão englobadas todas as coberturas de origem coluvial e eluvial, os cordões de dunas ao longo da costa e os aluviões recentes ocorrentes ao longo dos rios e riachos deste domínio aquífero. Estes foram agrupados em uma única unidade hidrogeológica, devido a difícil separação destes depósitos com as mais variadas litologias. Este sistema aquífero também exibe importância hidrogeológica em áreas localizadas e restritas, principalmente na zona urbana e ao longo do litoral, onde é explorado através de poços rasos, cacimbas, poços amazonas e cacimbões, para o abastecimento de granjas, casas de campo e de praia.

Seu aquífero é muito vulnerável à contaminação por águas salinizadas e /ou poluídas, em função de suas características de aquíferos superficiais pouco profundos e com horizontes muito permeáveis. As características deste sistema aquífero é de configurar, via de regra, um aquífero poroso livre, litologicamente e hidrodinamicamente muito heterogêneo, pouco profundo (< 40 metros), de espessura reduzida e alta permeabilidade, sendo constituído predominantemente por cascalhos, areias, siltes e argilas de texturas variadas.

DOMÍNIO DO EMBASAMENTO CRISTALINO

Engloba todas as rochas metamórficas e ígneas aflorantes na RMR, ocupando o extremo oeste desta região. Sua constituição geológica é de rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, dito embasamento cristalino, representado por gnaisses, granitos e migmatitos os quais caracterizam o "aquífero fissural".

4. VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS DA RMR – NORTE.

A vulnerabilidade dos aquíferos da RMR norte é considerada a partir das características intrínsecas litológicas dos aquíferos principais da área estudada. A seguir encontram-se descritas as situações onde os aquíferos do Domínio PE-PB e do Domínio do Embasamento Cristalino são mais vulneráveis a situações de risco à poluição. Este é

um dos princípios básicos para a elaboração do mapa de conflitos de uso. A terminologia das classes utilizada neste trabalho é àquela proposta por Lobo-Ferreira & Calado (1989): Muito alta; Alta; Variável; e Baixa, modificada e adaptada para este trabalho.

AQÜÍFERO BEBERIBE:

Muito Alta: Áreas de afloramento da Formação Beberibe a Faixa Litorânea. Quando o sistema comporta-se como um aquífero livre.

Alta: Áreas onde a Formação Beberibe acha-se encoberta por sedimentos permeáveis do Formação Barreiras e/ou sedimentos diversos com permeabilidade alta tais como: areias, cascalhos aluviais e coluviais, areias eólicas e fluviais, e sedimentos não consolidados. Quando o sistema comporta-se como um aquífero livre ou como um sistema confinado drenante.

Variável: Áreas onde a Formação Beberibe acha-se sotoposta às Formações Gramame e Maria Farinha e/ou sedimentos recentes não permeáveis. Quando o sistema comporta-se como um aquífero confinado drenante a confinado não drenante.

Baixa: Áreas onde a Formação Beberibe acha-se sotoposta a sedimentos argilosos/siltosos diversos. Quando o sistema comporta-se como um aquífero confinado não drenante.

Na Figura 2, correspondente ao Mapa de vulnerabilidade confeccionado para o aquífero Beberibe é possível observar as zonas definidas e suas respectivas abrangências geográficas

AQÜÍFERO BARREIRAS:

Muito Alta: Áreas de afloramento de sedimentos permeáveis da Formação Barreiras e nas proximidades das áreas de recarga. Quando o sistema comporta-se como um aquífero livre.

Alta: Áreas onde os sedimentos permeáveis pertencentes da Formação Barreiras acham-se encobertos por sedimentos permeáveis, tais como: areias, cascalhos aluviais e coluviais, areias eólicas e fluviais, e sedimentos não consolidados. Quando o sistema comporta-se como um aquífero livre ou freático.

Variável: Áreas onde os sedimentos permeáveis pertencentes a Formação Barreiras acham-se sotopostos a sedimentos recentes semi-permeáveis. Quando o sistema comporta-se como um aquífero confinado drenante.

Baixa: Áreas onde os sedimentos permeáveis pertencentes a Formação Barreiras acham-se sotopostos a sedimentos recentes argilosos/siltosos diversos. Quando o sistema comporta-se como um aquífero confinado não drenante.

DOMÍNIO DO EMBASAMENTO CRISTALINO

Muito Alta/Alta: Áreas de afloramento de rochas intensamente fraturadas (com fraturas abertas contendo água) e onde há captação d'água deste sistema aquífero para abastecimento.

Variável: Áreas onde há um regolito (manto de intemperismo) de variada composição litológica. Varia de alta (regolito constituído por sedimentos arenosos) a baixa a vulnerabilidade ausente (regolito constituído por sedimentos argilosos).

Baixa/ausente: Áreas do cristalino pouco a não fissuradas.

O MAPA DE VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO BEBERIBE:

As áreas de muito alta vulnerabilidade, alta vulnerabilidade, vulnerabilidade variável e baixa foram delimitadas para o aquífero Beberibe, do qual podem ser identificadas 6 zonas assim definidas:

Zona 1 – Baixa vulnerabilidade. Áreas onde afloram o embasamento cristalino e/ou a Formação barreiras sobreposta ao embasamento cristalino.

Zona 2 – Vulnerabilidade Variável. Áreas onde afloram os sedimentos pertencentes às Formações Gramame e Maria Farinha

Zona 3 - Vulnerabilidade Variável. Formação Barreiras sobrepostas aos sedimentos pertencentes às Formações Gramame e Maria Farinha. O sistema aquífero Beberibe é confinado.

Zona 4 – Alta vulnerabilidade: Áreas onde afloram sedimentos recentes sobrepostos a Formação Beberibe.

Zona 5 – Vulnerabilidade muito alta. Áreas de Afloramento da Fm Beberibe e/ou áreas localizadas até 4 Km da linha de costa.

Zona 6 – Zona imprópria para a perfuração de poços, pois afloram sedimentos de mangues.

Este zoneamento foi efetuado para o aquífero Beberibe, pois os sistemas aquíferos Barreiras e sedimentos Recentes necessitam de estudos de detalhe com mapeamentos em escalas maiores e sobretudo pela grande variação litológica destes dois sistemas que podem comportar-se distintamente numa distância de poucos metros.

5. PRINCIPAIS FONTES POLUIDORAS NA ÁREA PESQUISADA

As fontes de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na RMR são diversas, sendo as principais os efluentes industriais e os esgotos domésticos, podendo-se ainda destacar o chorume escoado dos lixões e os vazamentos dos derivados de petróleo dos postos de combustíveis. Os esgotos domésticos representam a maior fonte de poluição orgânica para os rios que drenam a RMR. Esta elevada poluição contamina principalmente a população ribeirinha por organismos patogênicos e inviabiliza o seu uso nas mais variadas atividades sócio-econômicas. E por sua vez, na RMR-norte os rios Paratibe e Timbó mantêm conexão hidráulica com o aquífero Beberibe. Outro empreendimento potencialmente poluidor desses rios são as indústrias sucro-alcooleira, que necessitam usar agrotóxicos/pesticidas nas suas plantações e utilizam as águas dos rios para lavagem da cana-de-açúcar. Os níveis atuais de contaminação tornam o uso da água dos principais rios que drenam a RMR inadequado para o abastecimento humano e atividades de contato primário como por exemplo a balneabilidade dos rios.

Atividades Urbanas/Ausência de saneamento básico: Os centros urbanos que localizam-se em terrenos da Formação aquífera Beberibe, não possuem saneamento básico. Como exemplo, pode-se citar os municípios de Itapissuma e Igarassu. Sendo assim seus efluentes sanitários são lançados no solo e com o tempo atingem o nível freático; Tratando-se de uma contaminação difusa, é difícil precisar sem um mapeamento detalhado as áreas de maior ou menor contaminação.

Postos de gasolina: Na zona de vulnerabilidade alta e variável ocorrem vários postos de gasolina com tanques e dutos de combustíveis enterrados, pois estes tanques sempre estão sujeitos a depreciação e vazamentos e às vezes podem ser corroídos pelo próprio lençol freático. Algumas denúncias de captações de águas de poços contaminados por derivados deste efluentes estão sendo verificadas pela Gerência de Recursos Hídricos da Companhia Pernambucana de Meio Ambiente - CPRH.

Cemitérios a céu aberto. Quando não há a adequada impermeabilização dos túmulos é uma das atividades mais perigosas para infiltração de carga contaminante no solo podendo atingir a camada aquífera.

Rios e Canais de Recepção de Efluentes (corpo receptor). Quando há uma importante conexão hidráulica entre o rio e o aquífero. Os Rios Paratibe e Timbó apresentam alta carga de coliforme fecais, conforme o relatório anual do monitoramento destes rios efetuado pela GRH/CPRH. Como por exemplo a Bacia do Paratibe que chega a atingir uma média de N.M.P. de 160.000 Coliformes Fecais p/100ml.

Lixões e Aterros Controlados. O município de Itapissuma, principal área geográfica aflorante da Formação aquífera Beberibe possui 5 lixões desativados e 1 aterro controlado em atividade.

Indústrias: Às áreas destinadas ao desenvolvimento industrial/polo industrial não foram definidas visando a identificação de áreas aflorantes das Formações aquíferas, sendo assim em algumas das zonas de alta vulnerabilidade do aquífero Beberibe, ocorrem parte dos distritos industriais de Paulista (Paratibe) e Abreu e Lima. Através do transporte, carga e descarga de suas matérias-primas, e principalmente em certas atividades industriais pela disposição incorreta do sistema de tratamento de seus efluentes.

Também são fontes potenciais de poluição difusa as áreas de plantações em solos da formação rochosa aquífera onde são utilizados pesticidas, inseticidas dentre outros produtos agroquímicos e pontuais as atividades mineiras.

O MAPA DE CARGA POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

Este mapa foi elaborado a partir da colocação em mapa das principais fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas descritas no capítulo 7 e cadastradas para este trabalho. Em relação as fontes de contaminação pontuais da RMR-norte, 4 zonas foram definidas como áreas de muito alto grau potencial de carga contaminante, alto grau, médio grau e baixo grau potencial de carga contaminante das águas subterrâneas.

Zona A: Zona de muito alto grau de carga Potencial de Contaminação das águas subterrâneas. Encontra-se predominantemente nas áreas entre Paulista e Abreu e Lima, ao longo da BR-101, incluindo o distrito industrial de Paratibe. Nestas áreas encontra-se o maior número de indústrias da região, além de postos de gasolina, tanques de combustível enterrados, e ainda há a presença de cemitérios e lixões ativos e desativados. Estas áreas não possuem esgotamentos sanitários adequados para a disposição de efluentes e a maioria dos resíduos são incorporados ao sub-solo.

Zona B: Zona de alta carga potencial de contaminação: As áreas urbanas de Igarassu e Itapissuma, nas áreas praieiras de Paulista e Itamaracá. Nestas áreas há um maior número de lixões ativos e desativados, algumas indústrias e tanques de combustível enterrados. Na linha de praia poços da COMPESA captam altas vazões para o abastecimento d'água. Uma elevada exploração nestas áreas costeiras podem

acarretar um avanço da interface marinha (cunha salina), diminuindo as reservas de águas doces do aquífero Beberibe, contaminando-as em sais.

Zona C: Zona de Moderada carga potencial de contaminação. Zonas urbanas com posto de combustível, cemitérios e lixões aterrados disseminados na região. Áreas como Maranguape-Paulista e Itapissuma ao longo da PE-35.

Zona D: Áreas onde não há a presença de lixões, cemitérios, indústrias, postos de gasolina.

O mapa de Risco Potencial de Contaminação: A metodologia para elaboração deste mapa consta da superposição dos mapas de vulnerabilidade e de carga potencial de contaminação. A terminologia é aquela proposta por Lobo-Ferreira & Calado (1989), modificada e adaptada para este trabalho:

Zona de Risco Muito Elevado: Sobreposição das áreas de vulnerabilidade muito alta a alta com as zonas de maior potencial de contaminação de águas subterrâneas do aquífero Beberibe. Área ao longo da BR-101 no Distrito Industrial de Paratibe-Paulista. Área de afloramentos Beberibe no município de Itapissuma nas proximidades dos lixões ativos e desativados.

Zonas de Risco Elevado: Áreas de afloramentos da Formação Barreiras e/ou sedimentos recentes sobre o sistema aquífero Beberibe nas regiões de Maranguape - Paulista, zonas praias de Itamaracá, Itapissuma e Paulista, ao longo da PE-35.

Zonas de Risco Variável (Moderado): Área de Araçoiaba; Porções oeste de Abreu e Lima, Igarassu e Paulista; áreas onde afloram os sedimentos pertencentes às Formações Gramame e Maria Farinha em Itamaracá, Paulista, Abreu e Lima e Igarassu.

Zonas de Baixo Risco: Áreas onde não foram detectadas fontes potenciais de contaminação pontuais e não há ocorrência do aquífero Beberibe em superfície e subsuperfície.

6. MAPA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E PRIVADO

Os poços de abastecimento público utilizados pela COMPESA foram plotados em mapa para contrastar com o mapa de risco de contaminação das águas subterrâneas da RMR-norte. Além destes poços foram plotados os poços de captação para envasamento de água mineral que utilizam o mesmo sistema aquífero (aquífero Beberibe) e as indústrias de manufatura e lazer que se abastecem também deste sistema.

7. O MAPA DE CONFLITOS DE USO:

As águas subterrâneas constituem um recurso hídrico vital para toda a RMR, e este adquire um claro valor econômico, que exige a adequada proteção e conservação. A RMR-norte possui uma heterogeneidade quanto as suas características industriais, agrícolas, urbanas, comerciais e de lazer nos seus vários municípios constituintes.

Assim, o mapa de conflitos de usos foi elaborado a partir da junção do mapa de risco (sobreposição do Mapa de Vulnerabilidade e Mapa de Carga Potencial de Contaminação) com o mapa de potencial de exploração do aquífero Beberibe para o abastecimento público e privado. (Figura 3).

Como resultado deste estudo definiu-se em escala macroscópica, as zonas de conflito muito elevado, conflito elevado, conflito moderado e conflito baixo. Desta forma, são identificadas as áreas específicas que merecem maiores cuidados quanto ao controle das atividades potencialmente contaminantes e são também apontadas as ações necessárias para o estabelecimento de um programa de controle e proteção de forma compatível com o desenvolvimento sustentável da região. Assim pode-se melhor verificar os conflitos de uso do solo (áreas de afloramento do aquífero Beberibe x instalações de indústrias, lixões, cemitérios, postos de gasolina e loteamentos sem saneamento) e as captações através de poços que influenciam uma nas outras para o abastecimento público, industrial, recreativo, etc.

Por exemplo, no mapa de conflitos observa-se que em áreas de zona de Risco muito elevado de contaminação das águas subterrâneas há inúmeros poços de captação da COMPESA para o abastecimento público com altas vazões de exploração. Algumas indústrias, incluindo as de água mineral, possuem seus poços de envase em áreas de risco muito elevado a elevado. Dentre os diversos usos da água nesta região predomina o uso para o abastecimento público e utilização industrial, entretanto seu potencial recreativo (águas para lazer) tem aumentado nestes últimos anos, com um incremento no número de clubes com parques aquáticos que utilizam águas subterrâneas.

O mapa de conflitos de uso está subdividido em 3 classes principais, a saber:

Áreas de conflito muito alto: Ocorrem nas zonas de muito alto a alto risco onde existem inúmeros poços de abastecimento público, envasamento de água mineral e uso industrial. As áreas de maiores conflitos foram identificadas no Distrito Industrial de Paratibe-Paulista nas circunvizinhanças da BR-101; Em Abreu e Lima, ao longo da BR-101; e em Itapissuma onde há ocorrência de lixões ativos e desativados instalados sobre a Formação Beberibe nas proximidades dos poços de abastecimento público.

Áreas de conflito alto: São identificadas onde há a ocorrência do aquífero Beberibe sotoposto a sedimentos permeáveis do Grupo Barreiras e captações de águas subterrâneas para o abastecimento público (área de Maranguape e centro urbano de Igarassu). E ainda nas proximidades da cunha salina, como exemplo: as zonas delimitadas no Município de Itamaracá, e na zona Praieira de Paulista.

Áreas de Conflito médio: São identificadas nas áreas onde o número de fontes potenciais de poluição é baixo, mas o risco de contaminação é alto nas áreas de alta vulnerabilidade do aquífero Beberibe, como exemplo no município de Igarassu, ao longo da BR-101, a norte do seu centro urbano.

A RMR-norte não apresenta áreas delimitadas como áreas de baixo conflito de uso, pois o sistema aquífero mais importante de toda a RMR (o aquífero Beberibe), aflora neste contexto e a sua área aflorante e/ou sub-aflorante como um todo é considerada área de recarga. Como trata-se de uma área muito extensa e urbanizada algumas sugestões podem ser efetuadas visando a sua conservação e proteção.

8. DIAGNÓSTICO

A proteção quantitativa e qualitativa do recurso hídrico subterrâneo está em estabelecer :

- Medidas de prevenção voltada a poços existentes e a futuras obras de captação;
- áreas de conservação e proteção das águas subterrâneas e de poços de abastecimento público.

No primeiro caso, a proteção se desenvolve a partir da implantação de uma rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas nas zonas de moderado a muito alto conflito de uso, e ainda de uma rede de monitoramento das fontes potenciais de contaminação elaboradas em função dos tipos de efluentes gerados e executada pelos seus empreendedores, com periodicidade trimestral a anual, e de acordo com o sistema de fluxo existente, determinados a partir da instalação de piezômetros.

No segundo caso, é necessário estabelecer áreas de proteção e conservação para a recarga de aquífero, visando a garantia de recarga mínima do sistema aquífero e estabelecer perímetros de proteção para poços de abastecimento público.

Sugere-se que as áreas de proteção de recarga de aquíferos sejam assim definidas:

- As áreas de proteção máxima sejam aquelas onde há uma sobreposição da Mata Atlântica e área aflorante da Formação Beberibe e/ou área aflorante de sedimentos recentes permeáveis sotopostos a Formação Beberibe, como

por exemplo a porção central do município de Paulista. Pois estas áreas de mata acham-se mais preservadas e assim contribuem para uma maior retenção e infiltração das águas superficiais (pluviais e fluviais) no subsolo.

- **Áreas de Proteção Controlada:** são aquelas onde afloram os sedimentos pertencentes a Formação Beberibe (sistema aquífero Beberibe) onde já estão instaladas indústrias, lixões, etc. Nestas deve haver um maior controle dos efluentes gerados pelos empreendimentos, implantando sistemas de impermeabilização do solo “in situ” e drenagem dos efluentes, bem como uma malha de monitoramento periódico e contínuo do solo, das águas superficiais e das águas subterrâneas com análises qualitativas antes e depois do lançamento de seus efluentes. Nestas áreas devem ser efetuada a remediação e posterior conservação.
- **Áreas onde afloram os sedimentos constituintes do aquífero Beberibe e encontram-se instalados loteamentos.** Nestas áreas devem ser implantados sistemas de esgotamento sanitário, e com relação a recarga devem ser previstas, no loteamento, áreas permeáveis (sem impermeabilização) para que possa ocorrer a infiltração das águas pluviais, e ainda um dimensionamento adequado de galerias pluviais com manilhas porosas. Além disto, os telhados das casas devem possuir um sistema de calhas que lancem as águas pluviais no solo permeável previsto. Como exemplo na área pesquisada pode-se citar o Loteamento Cortegada em Igarassu, que está implantado sobre os sedimentos pertencentes ao sistema aquífero Beberibe, inclusive se abastecendo dele através de poços sem proteção sanitárias e dispendo seus efluentes sanitários diretamente sobre o solo, pois trata-se de uma área sem saneamento básico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALHEIROS, M.M., FERREIRA, M.da G.de V.X., LIMA FILHO, M.F.de, 1995. Mapa geológico do Recife. Escala 1:25.000, com Sinopse Geológica. Convênio Carta Geotécnica da Cidade do Recife. FINEP/LSI-DEC-UFPE. Recife, PE.
- CANTER, L., KNOX, R. e FAIRCHILD, D. (1987) Ground Water Quality Protection, Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Mi.
- COMPESA, 1986. Plano Diretor de Abastecimento D'água – Região Metropolitana do Recife (PDAA), Companhia Pernambucana de Saneamento. Recife-PE. 74p.

- COSTA,W.D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W.D., FILHO,J.M., MONTEIRO,,A.B., E SOUZA,F.J.A.DE - 1998 - Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife - Projeto HIDROREC- Convênio IDRC(Canadá) e UFPE/FADE. Relatório inédito.
- COSTA FILHO, W. D., 1997. Estudo Hidroquímico nos aquíferos da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado. Recife-PE, UFPE. 225p.
- CPRH, 1986. Análise dos Problemas de Utilização de Água Subterrânea na Região Metropolitana do Recife. Companhia Pernambucana de Controle da Poluição e da Administração de Recursos Hídricos. Recife. 74p.
- CPRM/FIDEM, 1994b. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife - Projeto SINGRE, Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Fundação de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. Recife-PE. 27p. (Série Recursos Hídricos, 2).
- CUSTODIO, E.G. & LLAMAS, M.R., 1986. Hidrogeologia Subterrânea. Barcelona. Ed. Omega, 2v.il. .
- FIDEM 1994 - Política da ação intergovernamental metropolitana. Fundação de Desenvolvimento de Região Metropolitana do Recife. Recife-PE, 38 p.
- FIDEM, 1997. Perfil Municipal. Ano II, No 4. Fundação de Desenvolvimento de Região Metropolitana do Recife. Recife-PE, 133p.
- FOSTER, S., HIRATA, R. C., ROCHA, G. A., 1988. Riscos de poluição das águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional. In: 5º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, ABAS. 175-185.
- LIMA FILHO.M.F. 1998 Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. IG/USP, Tese de Doutorado. São Paulo, 168p.
- LOBO-FERREIRA, J.P. e CALADO, F. (1989) Avaliação da Vulnerabilidade à Poluição e Qualidade das Águas Subterrâneas de Portugal. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- RODRIGUES, J.D., LOBO-FERREIRA, J.P., SANTOS, J.B e MIGUÉNS, N. (1989) Caracterização sumária do recursos hídricos subterrâneos de Portugal, Memória No. 735, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa and in Groundwater in Western Europe, Natural Resources Water Series, No. 27, 1992, United Nations, New York.SGP (1972) Carta Geológica de Portugal à Escala 1/500 000, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

- SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, F. M. C.; COSTA, W. D.; COSTA FILHO, W. D.; ACCIOLY, A. C. A., 1994. Concentrações Anômalas de Sais nas Águas Subterrâneas da Planície do Recife. Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Balneário Camboriú - SC.
- SANTOS, A.C. , 2000. Estratégias de Uso e Proteção das águas subterrâneas na Região Metropolitana do Recife-Pernambuco. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências –Universidade de São Paulo-SP. No prelo.

Figura 1
Mapa político da Região Metropolitana Norte do Recife-PE

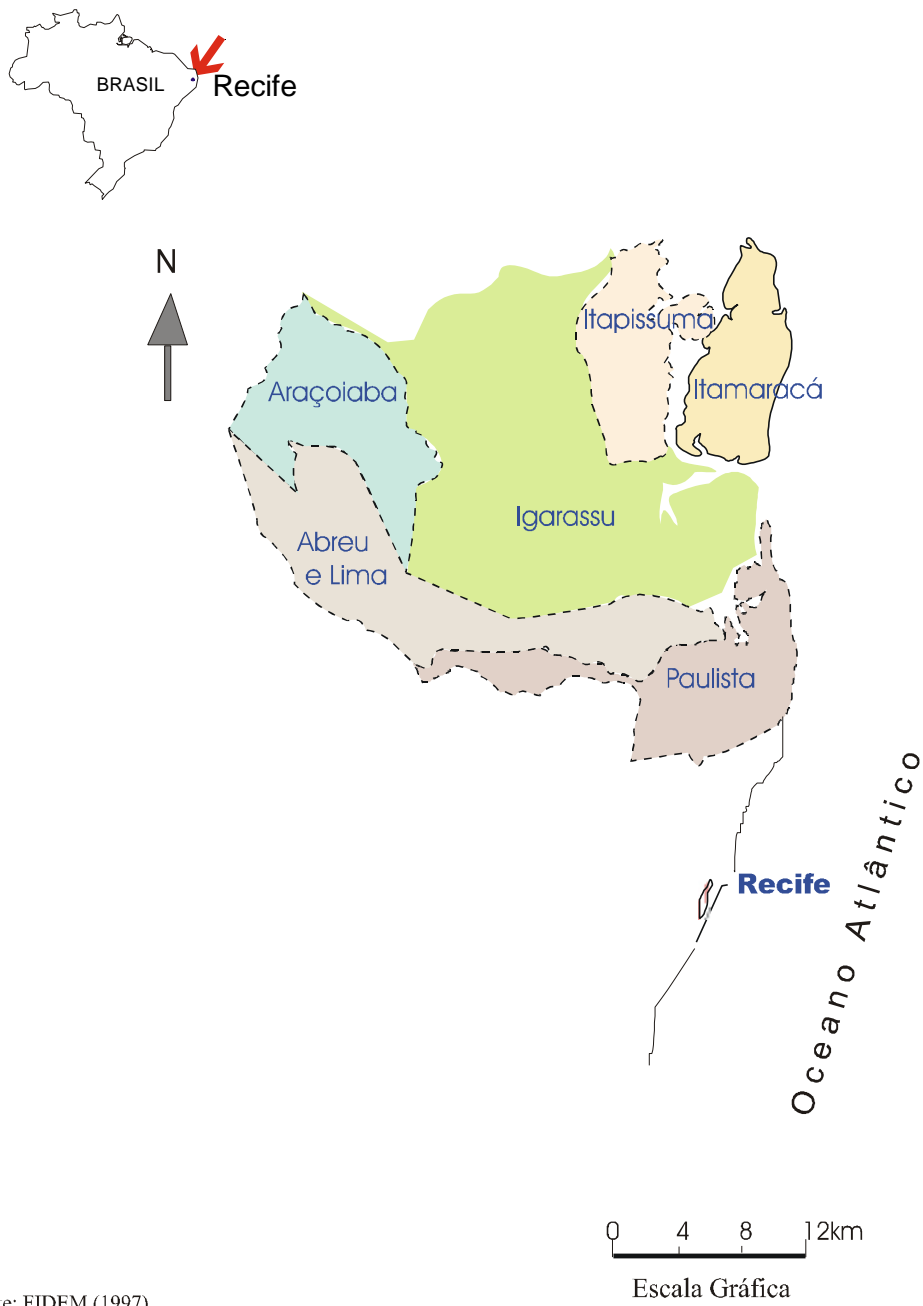
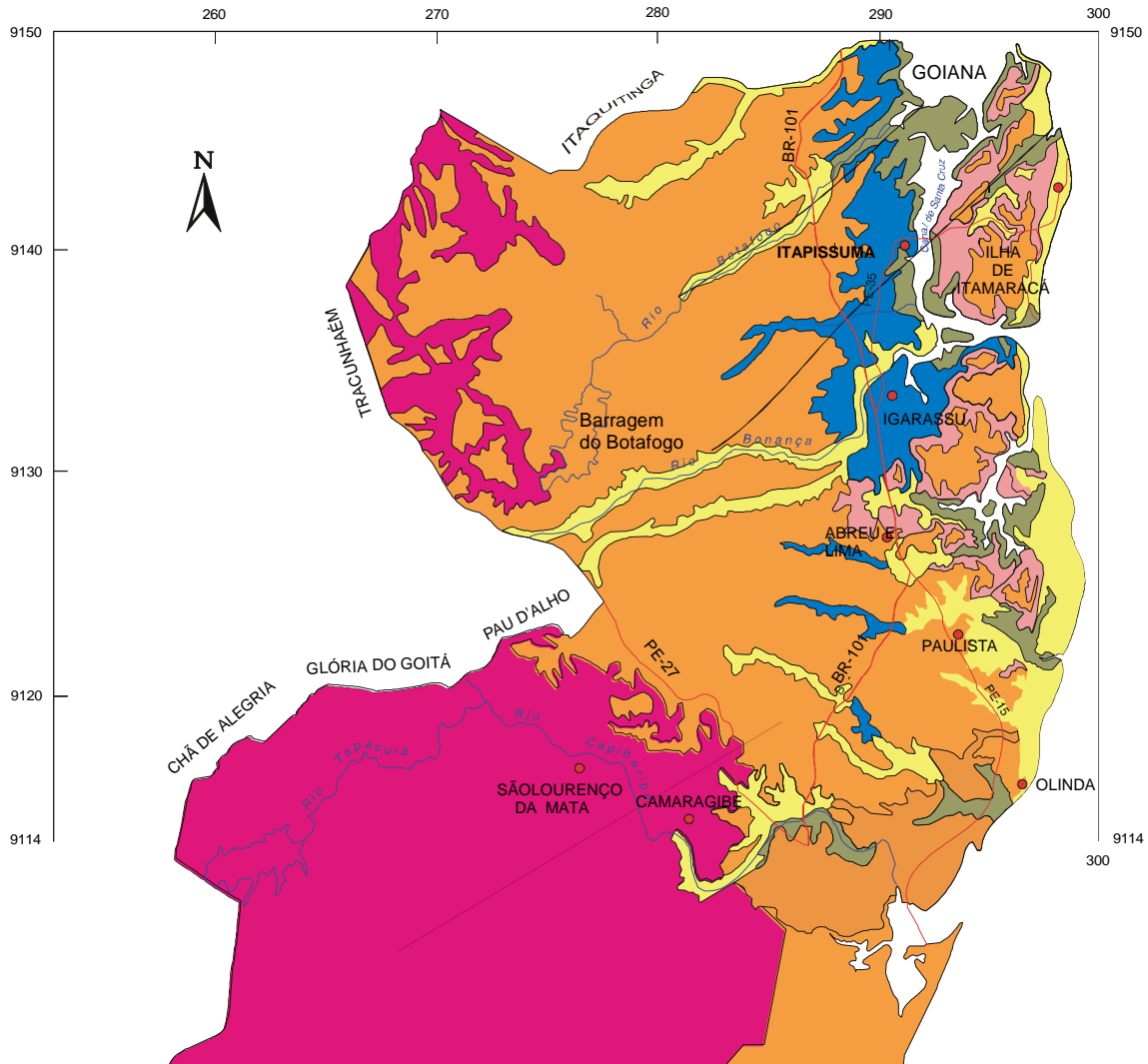


Fig 2 - MAPA SIMPLIFICADO DAS ZONAS DE VULNERABILIDADE DE USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMR-NORTE



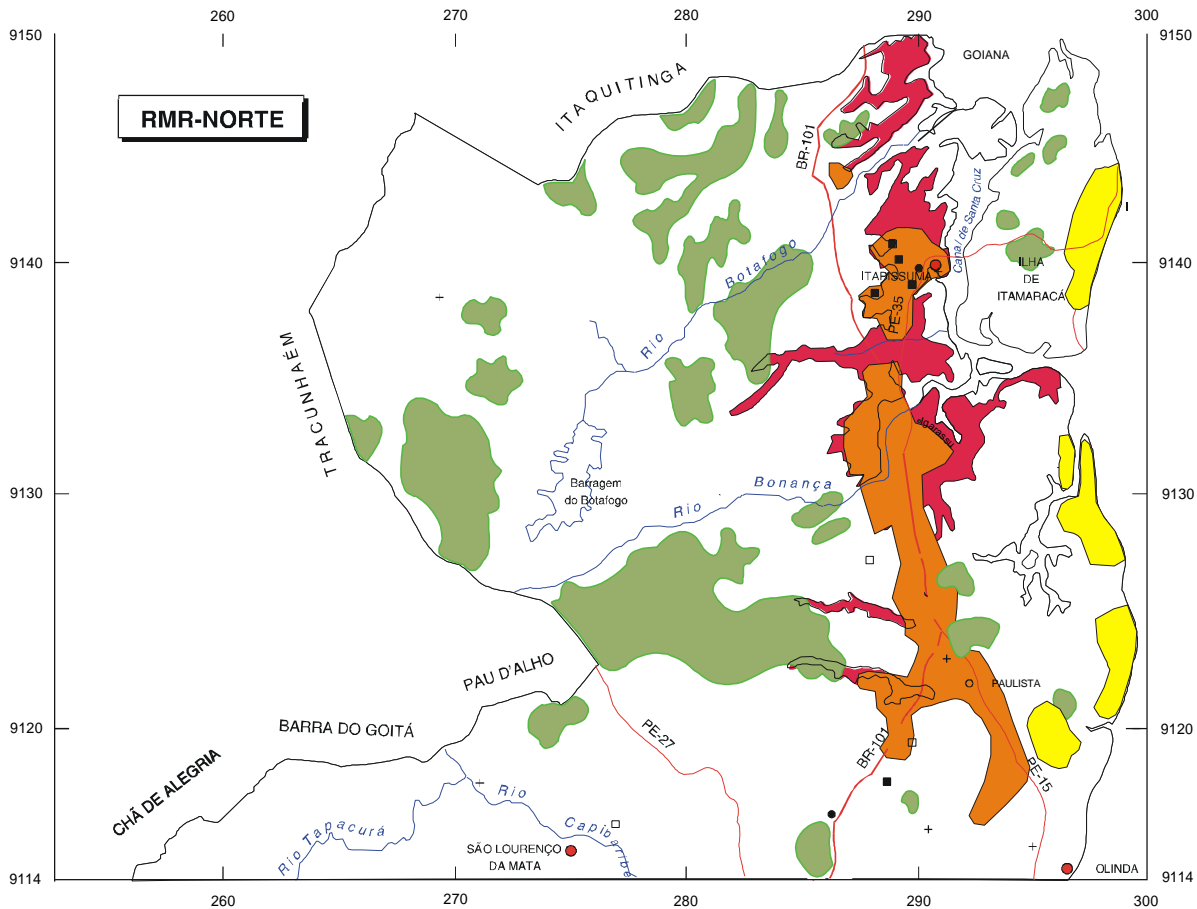
Vulnerabilidade

- Zona 1 - Baixa Vulnerabilidade- Embasamento Cristalino
- Zona 2 - Vulnerabilidade variável A - Afloram as Formações Gramame e Maria farinha
- Zona 3 - Vulnerabilidade variável B - afloram os sedimentos Barreiras .
- Zona 4 - Alta Vulnerabilidade: Áreas onde afloram sedimentos recentes sobrepostos a Formação Beberibe
- Zona 5 - Muito Alta Vulnerabilidade- Áreas de Afloramento da Fm Beberibe.
- Zona 6 - Área imprópria para a

LEGENDA

- | | | |
|--|--------------------|---|
| Quaternário | | ● cidade |
| Qd sedimentos diversos: aluvionares, de praia, terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos | rio | |
| Qdfl sedimentosflúvio-lagunares | barragem, lagoa | |
| Qm sedimentos de mangue | contato geológico | |
| Terciário-Quaternário | | falha definida |
| TQb Formação Barreiras | falha inferida | |
| Cretáceo | | rodovia principal |
| Kg Formação Gramame e Maria Farinha | rodovia secundária | |
| Kb Formação Beberibe - Aquífero Beberibe | | |
| Pré-Cambriano | | |
| GNAISSES E MIGMATITOS | | |

Fig 3 - MAPA DAS ZONAS DE CONFLITOS DE USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMR-NORTE



Zonas de Conflitos de Uso

- Zona de Conflito muito Alto: Aquífero Beberibe Freático-Área de Afloramento Do Aquífero Beberibe. Muito Alto Risco de Contaminação (Presença de atividades potencialmente contaminadoras x Uso do Aquífero para o Abastecimento público e privado)**
- Zona de Conflito Alto: Áreas de afloramento da Formação aquífera Beberibe Aquífero Beberibe Freático, com ausência de atividades potencialmente poluidoras**
- Zona de Conflito Médio: Aquífero Beberibe confinad. Onde uma super exploração pode conduzir a uma salinização**

LEGENDA

- | | |
|--|--|
| Lixão ativo | Rodovia principal |
| Lixão desativado | Rodovia secundária |
| + Posto de combustível | Cidade |
| Cemitério | Rio |
| Matas/Capoeiras | Barragem |