

RISCO À POLUIÇÃO DO AQUIFERO BEBERIBE NO STOR NORTE DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Mário de Lima Filho¹ & Nivaneide Alves de Melo²

Resumo – O Aquífero Beberibe é o principal aquífero que abastece a parte norte da Região Metropolitana do Recife e vem sendo explorado a mais de cinquenta anos. Na última década com o aumento significativo do número de poços e o aumento das atividades industriais implantadas, bem como loteamentos, postos de combustível, etc em sua área de recarga ficou evidente a necessidade de sua proteção. Este trabalho tem como objetivo elaborar o mapa de risco à poluição do aquífero Beberibe a partir dos dados de vulnerabilidade do Aquífero Beberibe para que se estabeleçam diretrizes para implantação de qualquer empreendimento.

Abstract - The Beberibe Aquifer is the main aquifer to supply the northern portion of the Metropolitan Region of the city of Recife. It has been exploited for, at least, fifty years. In the last ten years, the increase in the number of wells, associated with intense industrial and human occupation, as well as, location of several gas stations, grave-yards, etc. calls the attention for the delimitation of a environmental protection area for this important water reservoir. This work has the objective to make a Vulnerability Map of the Beberibe aquifer, in order to provide information to help the definition of regulatory norms (laws) to control the establishment of any business in this region.

Palavras-Chave - Risco à Poluição; Aquífero Beberibe.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana do Recife - RMR vem enfrentando o maior racionamento de abastecimento d'água dos últimos tempos. Os mananciais hídricos subterrâneos da RMR vem contribuindo para o desenvolvimento urbano e industrial desde o início da década de 60 e calcula-se que cerca de 82 milhões de m³/ano sejam utilizados, dos quais 61% faz parte da captação da

¹ LAGESE/DGEO/UFPE – MFLF@UFPE.BR

² Pós-Graduação em Geociências/UFPE – Nivamelo@yahoo.com.br

COMPESA. Apesar desta grande contribuição não há nenhum trabalho que discrimine áreas de proteção para a recarga destes aquíferos, visando uma continuidade do seu uso.

A questão ambiental a ser abordada: Instituição e Monitoramento/preservação das Áreas de Recarga dos Aquíferos Beberibe e Barreiras na Faixa Costeira norte, pois são estes os aquíferos mais utilizados na maior parte da RMR, e afloram nesta área.

Este trabalho é parte do projeto “**Estudo da vulnerabilidade e propostas de área de proteção de aquíferos da faixa de praia costeira norte de Pernambuco**”, convênio firmado entre o LAGESE/FADE/CPRH/FEMA , que deverá instituir o monitoramento e a preservação das áreas de recarga dos aquíferos Beberibe e Barreiras, da faixa costeira norte, de forma a constituir-se em áreas de proteção. Com este Projeto, pretende-se estabelecer diretrizes básicas de monitoramento nas áreas comprometidas e novas diretrizes visando a conservação máxima e orientação do processo de uso e ocupação do solo das áreas não comprometidas

A área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar Paraíba localizada geograficamente entre as faixas costeiras norte do Estado de Pernambuco e norte do Estado do Rio Grande do Norte, especificamente na Sub-Bacia de Olinda. A área alvo da presente pesquisa, localiza-se no litoral norte do Estado de Pernambuco, limitada pelas coordenadas UTM 9115 km e 9150 km de latitude sul, e pela coordenada UTM 260 km longitude oeste e leste pelo Oceano Atlântico, onde está incluído os municípios de Paulista, Itapissuma, Itamaracá, Abreu e Lima e Igarassu, tal como pode-se verificar na (**Figura 1**).

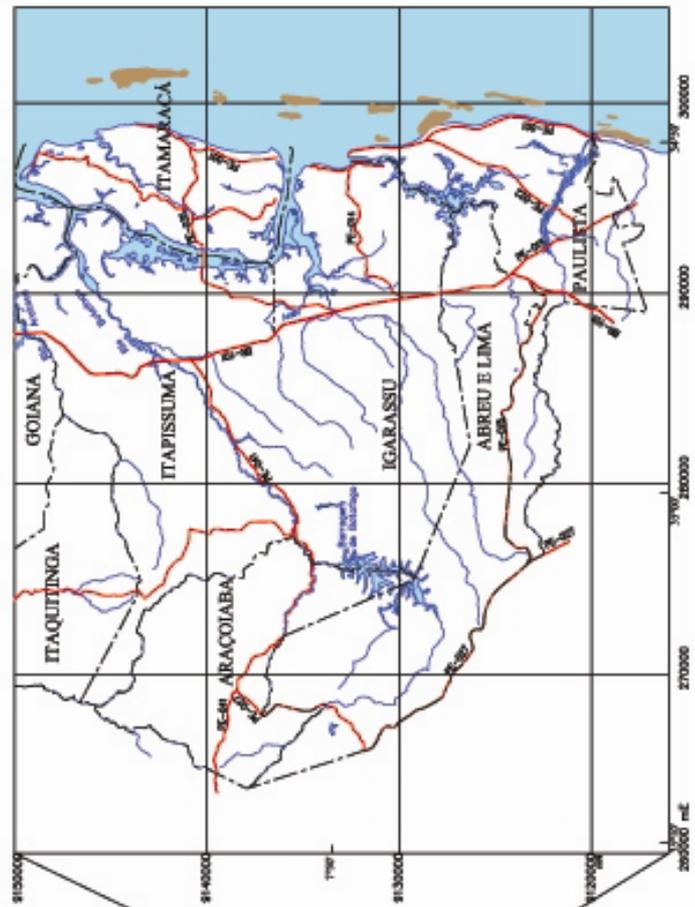
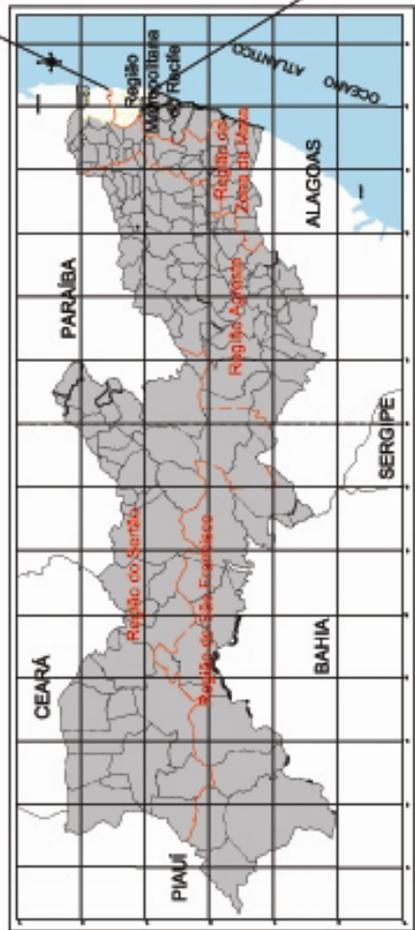
MATERIAIS E METODOS

O método utilizado para este trabalho é simplificado como mostra a **Figura 2** e tem como base o Método GOD definido por Foster & Hirata, 1988. Os índices por ele determinado (G – Groundwater Occurrence e O – Overall aquifer class) foram obtidos a partir do Mapa Faciológico e de cerca de 72 poços onde foram elaborados mapas de contorno estrutural do topo do Aquífero e da seqüência carbonática e mapa de isopacas do aquífero. O índice D (Depth to groundwater) foi obtido através dos dados de Costa et al, 2002.

Título: RISCOS À POLUIÇÃO DO AQUÍFERO BEBERIBE
Autores: Mário Ferreira de L. Filho e Nivaneide Alves de Melo

Figura 1 - Mapa de Localização

ESCALA GRÁFICA



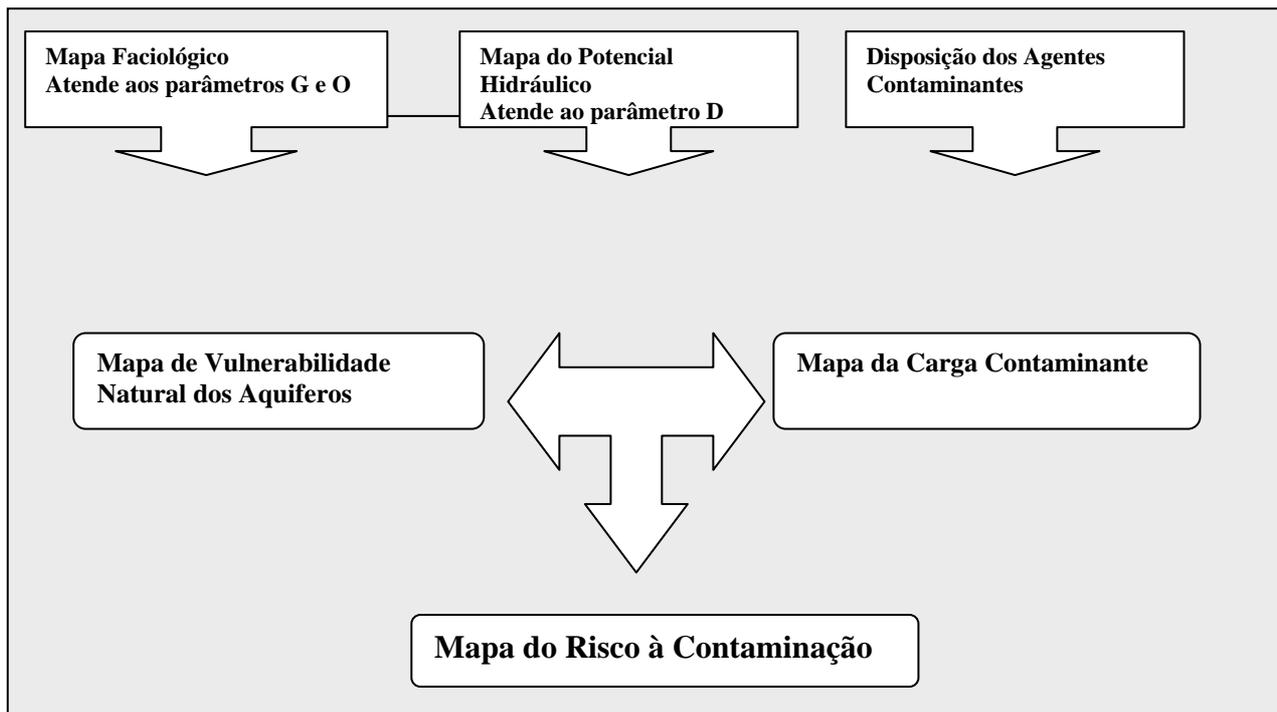


Figura 2 – Método usados para elaboração do Mapa de Risco à Poluição.

A carga contaminante é classificada segundo os produtos mais adequados ao fornecimento de efluentes que venham a constituir-se em vetor de contaminação para as águas subterrâneas. Foi realizado um levantamento das principais fontes de poluição onde foi elaborado um mapa de disposição dos agentes contaminantes. A classificação da carga contaminante para confeccionar o mapa da carga contaminante é a seguinte:

Tabela I – Classificação da carga Contaminante. (fonte: CPRM,2003)

Carga Contaminante	Descrição
Alta	Zonas urbanas com saneamento inadequado e/ou ocorrência de lixões, hospitais e cemitérios
Moderada	Zonas urbanas com saneamento adequado, parque industrial com tratamento insuficiente tratamento, postos de combustível, oficinas, etc
Baixa	Pequenas concentrações habitacionais
Ausente	Áreas sem qualquer produção de carga contaminante

O Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas para o aquífero Beberibe foi classificado em função da Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos e da Carga Contaminante sobre o qual esta carga esteja disposta. Utilizando-se a Tabela II e superpondo-se os mapas de vulnerabilidade natural dos aquíferos e o da carga contaminante elaborou-se Mapa de Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas do Aquífero Beberibe.

Tabela II – Vulnerabilidade do Aquífero e Carga Contaminante. Fonte CPRM, 2003

Vulnerabilidade do Aquífero	Carga Contaminante			
	Ausente ou Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta
Alta	Risco Mínimo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Máximo
Variável A/B	Risco Mínimo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
Baixa	Risco Mínimo	Risco baixo	Risco Baixo	Risco Moderado

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA

A faixa sedimentar norte do Recife, na qual a área de estudo está inserida, pertence a Bacia Paraíba caracterizada estratigraficamente pelo embasamento cristalino sobre o qual repousam sedimentos do Cretáceo superior das formações Beberibe e Itamaracá, compondo as seqüências clásticas basal e intermediária, respectivamente, e das formações Gramame e Maria farinha compondo a Seqüência carbonática. A Formação Barreiras de idade terciária repousa discordantemente sobre os depósitos cretácicos.

O Aquífero Beberibe objeto desse trabalho é o principal aquífero da Região metropolitana do Recife-Norte (RMR), explotado para suprir a demanda do abastecimento d'água dessa região. Esse aquífero é caracterizado estratigraficamente pelas formações Beberibe e Itamaracá e ocorre em toda bacia Paraíba, com espessura média de 180m, podendo atingir mais de 320m principalmente nos municípios de Paulista e Itamaracá.

Sua composição são conglomerados a arenitos conglomeráticos de coloração branca a cinza, essencialmente quartzoso. Na parte superior predomina arenito creme, granulometria média a grossa, com cimento calcífero, sendo encontrados localmente camadas de siltitos-argiloso esverdeado.

Essas diferenças litológicas fizeram com que alguns hidrogeólogos que trabalham na região subdividiram o Aquífero Beberibe em dois níveis denominados de Aquífero Beberibe Inferior (parte basal) e Aquífero Beberibe Superior (porção superior calcífera).

Segundo a CPRH (2001) a área de recarga desse sistema aquífero ocorre, principalmente, por infiltração da precipitação pluviométrica, na área de afloramentos da Formação Beberibe. Algumas dessas áreas são bastantes vulneráveis à poluição devido a instalações de indústrias, loteamentos não regularizados, grandes plantações de cana de açúcar, deposições de resíduos sólidos, etc.

A sobreposição dos mapas geológico e de solos, juntamente com a junção dos mapas estratigráficos foi possível estabelecer critérios para confeccionar o mapa faciológico – **Figura 3**. Portanto, foram descritos três fácies. A **Fácies A** é representada por Conglomerados, arenitos médios a grossos, às vezes conglomeráticos, arenitos finos a médios, as vezes argilosos. Essa fácies pode ser subdividida em duas outras **subfácies A₁** e **A₂**. A **Subfácies A₁** é composta por Conglomerados, arenitos médios a grossos com grãos essencialmente quartzosos, moderadamente selecionados, subarredondados a subangulosos, frequentemente friáveis e porosos, e cimentados por óxido de ferro, apresentando de uma maneira geral, uma coloração creme que passa a avermelhada por oxidação do ferro.

Os grãos em geral são subarredondados a subangulosos, moderadamente selecionados e com os contatos geralmente pontuais. A cimentação quando presente, se dá por óxido de ferro, e mais raramente ainda, pode-se observar crescimento sintaxial nesses grãos.

A **Subfácies A₂**, é composta por um pacote sedimentar bem estratificado constituído de arenitos finos de coloração creme e siltitos de coloração cinza esverdeada com manchas avermelhadas e ricamenteossilífero, confirmando formação em ambiente lagunar. Os níveis mais friáveis apresentam inúmeras conchas mal preservadas de bivalves e, grãos de quartzo do tamanho areia grossa a média são observados, com forma subarredondadas a subangulosas, dispersas na massa mais fina. Os siltitos desenvolveram-se sobre a fácies fluvial anterior e muitas vezes, mostra no topo, intercalações de camadas com níveis conglomeráticos, indicando recorrência do processo fluvial .

Macroscopicamente, esta fácies é composta por siltitos argilosos e arenitos finos a muito finos, estratificados de cor cinza esverdeada a creme e pouco porosos em virtude dos níveis argilosos frequentes. São friáveis e com grãos de quartzo subarredondados a subangulosos, do tamanho de areia grossa a média, dispersos na matriz mais fina.

O horizonte de fosforito, mais ou menos contínuo, com a espessura do horizonte variando da ordem de alguns centímetros a um máximo de 4 metros sendo a espessura média da ordem de 1,2 metros pertence a essa subfácies.

A **Fácies B**, praticamente domina mais de dois terços da unidade, ocorrendo nas regiões de Paulista, Paratibe, Maranguape, Congassari, Cueiro, Pirajuí e Nova Cruz, e por toda extensão ocidental da Ilha de Itamaracá. Na praia Pontal de Jaguaribe e Lanço dos Cações/Praia do Fortim, na foz do riio Jaguaribe, ao norte de Itamaracá, bem como na pedreira de Fábrica de Cimento Poty pode-se observar o contato entre as formações Gramame e Maria Farinha.

Esta fácies é constituída de calcários cinzentos, mais ou menos argilosos, com intercalações de níveis de margas e argilas. Na base, esses calcários são dolomíticos, tornando-se gradualmente cálcicos para o topo da seqüência. Entre Cueiro e Pirajuí, o calcário apresenta coloração creme, ligeiramente intemperizado e não se observam fósseis. Em Itamaracá está bastante intemperizado e sua composição apresenta-se mal preservada, mas próximo da Penitenciária apresenta uma granulação fina a média intercalada com margas.

A **Fácies C** pode ser subdividida em três subfácies: A **Subfácies C₁** caracterizado por sedimentos arenosos variando de conglomerados a areia média. São essencialmente quartzosos, bastante poroso e com boa permeabilidade.

A **Subfácies C₂** é caracterizado por sedimentos areno-argilosos passando a camadas de argilas com espessura variando de 0,20m a 2m de espessura. Essas camadas estão posicionadas na base da Fácies C e raramente intercaladas.

A **Subfácies C₃** é caracterizada por manchas arenosas de elevada permeabilidade com reduzido incremento de argila em profundidade. Geralmente, quando acima da Fácies A, torna-se um condutor hidráulico.

A **Fácies D** é caracterizado por sedimentos quaternários diversos, como por exemplo: sedimentos fluviais, terraços indiscriminados, mangues, etc.

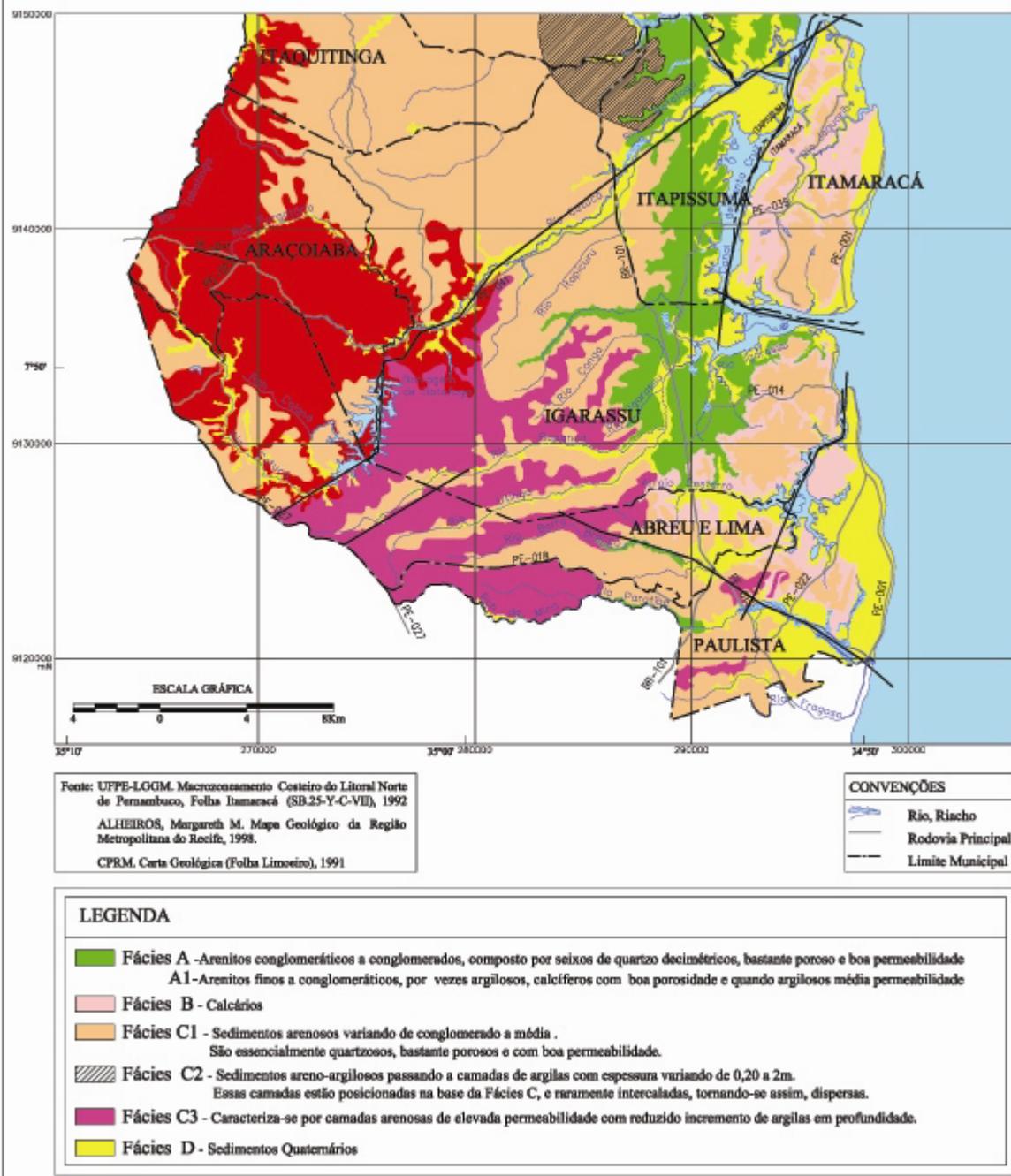
Com base no Mapa Faciológico – **Figura 3** e nos dados provenientes de 72 poços, onde foram elaborados mapas de contornos estruturais do topo do aquífero e da seqüência carbonática podemos classificar o Aquífero Beberibe nas seguintes condições:

- a) Freático (livre) – corresponde a área de afloramento da Formação Beberibe, abrangendo os municípios de Itapissuma e Igarassu e parte do município de Paulista. È aqui considerado também áreas onde afloram sedimentos da Fácies C₃.
- b) Semi-confinado – corresponde a área onde o aquífero se encontra sob os sedimentos da Formação Itamaracá e/ou os sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras.
- c) Confinado – corresponde a área onde o aquífero encontra-se sob a seqüência carbonática (Gramame/Maria farinha). È nesta área que o aquífero possui sua maior espessura e poços com maior profundidade (poço 4It – 400m) com perfil completo.

Título: RISCOS À POLUIÇÃO DO AQUÍFERO BEBERIBE
 Autores: Mário Ferreira de L. Filho e Nivaneide Alves de Melo



Figura 3 - MAPA FACIOLÓGICO



VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUIFERO BEBERIBE

A avaliação da vulnerabilidade de um aquífero é um tema relativamente complexo e depende do tratamento integrado de diferentes tipos de informação colhidos na área de estudo. Essa vulnerabilidade é função, principalmente, das condições geológicas e hidrogeológicas do próprio

aqüífero, além da topografia e do tipo de solo. Existe atualmente vários métodos para a avaliação da vulnerabilidade de aqüíferos. Alguns métodos foram idealizados para a determinação da vulnerabilidade de um aqüífero a qualquer tipo de contaminante, ou seja, a vulnerabilidade geral, enquanto outros podem ser aplicados para se avaliar a vulnerabilidade de um aqüífero a contaminantes específicos, tais como, resíduos industriais, resíduos sólidos urbanos, sistemas de saneamento, etc.

O principal produto do estudo de vulnerabilidade de um aqüífero é o mapa de vulnerabilidade. Existe um certo consenso de que o ideal seria avaliar a vulnerabilidade de um aqüífero, separadamente, aos diferentes tipos ou classes de contaminantes, uma vez que cada contaminante tem um comportamento químico (solubilidade, mobilidade, tempo de residência, etc.) específico. No entanto, um estudo dessa magnitude exige muito tempo, além de ser muito mais dispendioso. Desta forma, no presente estudo optou-se por uma avaliação da vulnerabilidade geral do aqüífero Beberibe.

Um dos métodos mais utilizados para a determinação da vulnerabilidade de aqüíferos em todo o mundo é o DRASTIC (Aller et al., 1985). Este método utiliza como base para a classificação da vulnerabilidade sete diferentes parâmetros. Outro método mais simples e o que será aplicado neste trabalho será o Método GOD (Foster e Hirata, 1988) que utiliza como parâmetros para a avaliação da vulnerabilidade apenas três características do próprio aqüífero.

Alguns autores advogam que o termo vulnerabilidade de aqüíferos deveria levar em consideração apenas as propriedades da zona não saturada ou da camada de cobertura do aqüífero (Foster & Hirata, 1988). Alguns métodos, vistos no item anterior, incluem na avaliação de características da zona saturada. Este procedimento não parece correto, pois o termo, assim como foi cunhado, deveria se restringir à avaliação do impacto nas águas subterrâneas e não em captações, que necessitaria de uma avaliação do transporte de contaminante na zona saturada, típica em perímetros de proteção de poços. Basicamente a vulnerabilidade de um aqüífero pode ser entendida em função de (Foster & Hirata, 1988):

- a) acessibilidade hidráulica da zona não saturada à penetração de contaminantes (advecção de contaminantes); e
- b) capacidade de atenuação da camada que cobre a zona saturada, resultado da retenção ou reação físico-química de contaminantes (dispersão, retardação e degradação). Com base nos preceitos acima, para a determinação da Vulnerabilidade é necessário estudar o comportamento das principais rochas que compõem o Aqüífero Beberibe, bem como, as rochas sobrepostas ao aqüífero.

O Mapa de Vulnerabilidade Natural do Aqüífero Beberibe foi confeccionado através da análise dos mapas estruturais do topo do aqüífero e o topo da sequencia carbonática e do Mapa faciológico já reportado anteriormente.

RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS AGUAS SUBTERRÂNEAS

Uma das etapas que devem ser seguidas para a determinação do risco de contaminação de um aquífero compreende o levantamento das atividades potencialmente contaminantes presentes na área em estudo. Diversos são os tipos de atividades exercidas pelo homem que podem vir a constituir um risco para a contaminação do meio ambiente e, em especial, de um lençol de água subterrânea. Indústria, agricultura, saneamento e resíduos sólidos urbanos constituem as mais importantes fontes potenciais de contaminação de um aquífero.

A área em estudo, por fazer parte da Região Metropolitana do Recife, é caracterizada pela presença de áreas urbanas densamente povoadas, além de comportar dois importantes distritos industriais, abrigando uma boa parte das atividades potencialmente contaminantes. A precariedade e/ou inexistência de saneamento, a ausência de aterros sanitários e o tratamento inadequado dos resíduos sólidos e líquidos industriais são os principais problemas ambientais encontrados na área. Some-se a isto a presença de postos de gasolina, cemitérios e estradas. Dessa forma foi feito o levantamento das principais fontes de poluição (hospitais, postos de gasolinas, cemitérios, indústrias, lixões e atividades agrícolas). Essas fontes de poluição localizam-se principalmente ao longo da BR-101 que atravessa a área na direção norte-sul. Através desse levantamento construiu-se o Mapa das Cargas Contaminantes.

O Mapa das cargas Contaminantes – Figura 4, mostra uma área com carga contaminante alta em torno da BR-101 onde estão localizadas as cidades de Abreu e Lima, Igarassu e parte do município do Paulista, bem como, Postos de gasolinas e o Distrito Industrial de Paulista. Uma grande área com carga contaminante moderada inclui áreas onde há o predomínio de plantação de cana de açúcar que utiliza, entre outros, o vinhoto como fertilizante. A propagação do vinhoto e de outros defensivos agrícolas pode comprometer a qualidade das águas. As áreas com carga contaminante baixa e ausente são áreas de vegetação de mangue/Flúvio-lagunar e de mata atlântica.

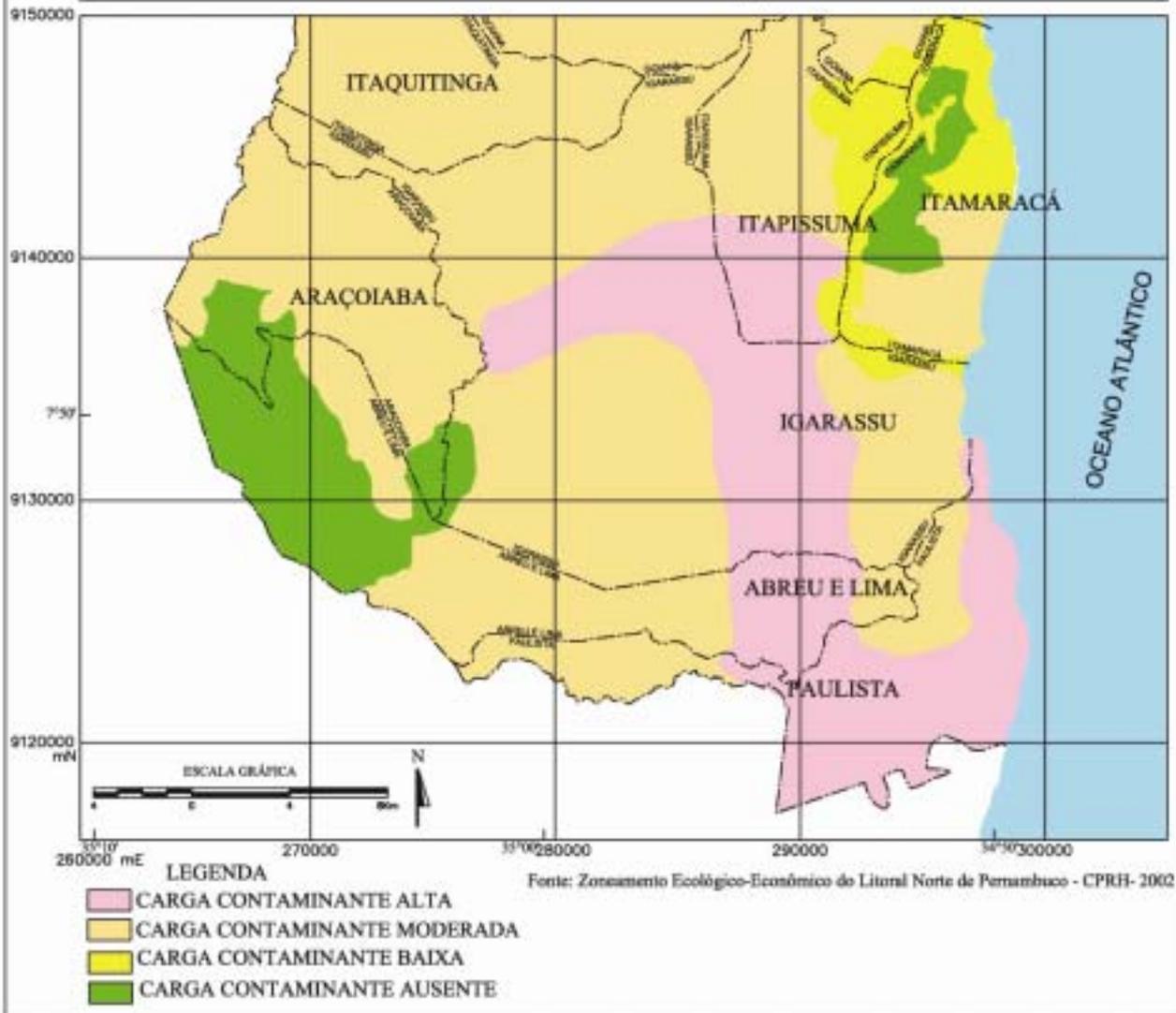
A sobreposição dos mapas de vulnerabilidade e das cargas contaminantes gerou o Mapa de Risco à Contaminação do Aquífero Beberibe – Figura 5. Neste mapa as áreas de Risco Máximo e Alto estão localizadas ao longo da BR-101 região de maior concentração de atividades antrópicas e de uma vulnerabilidade alta.

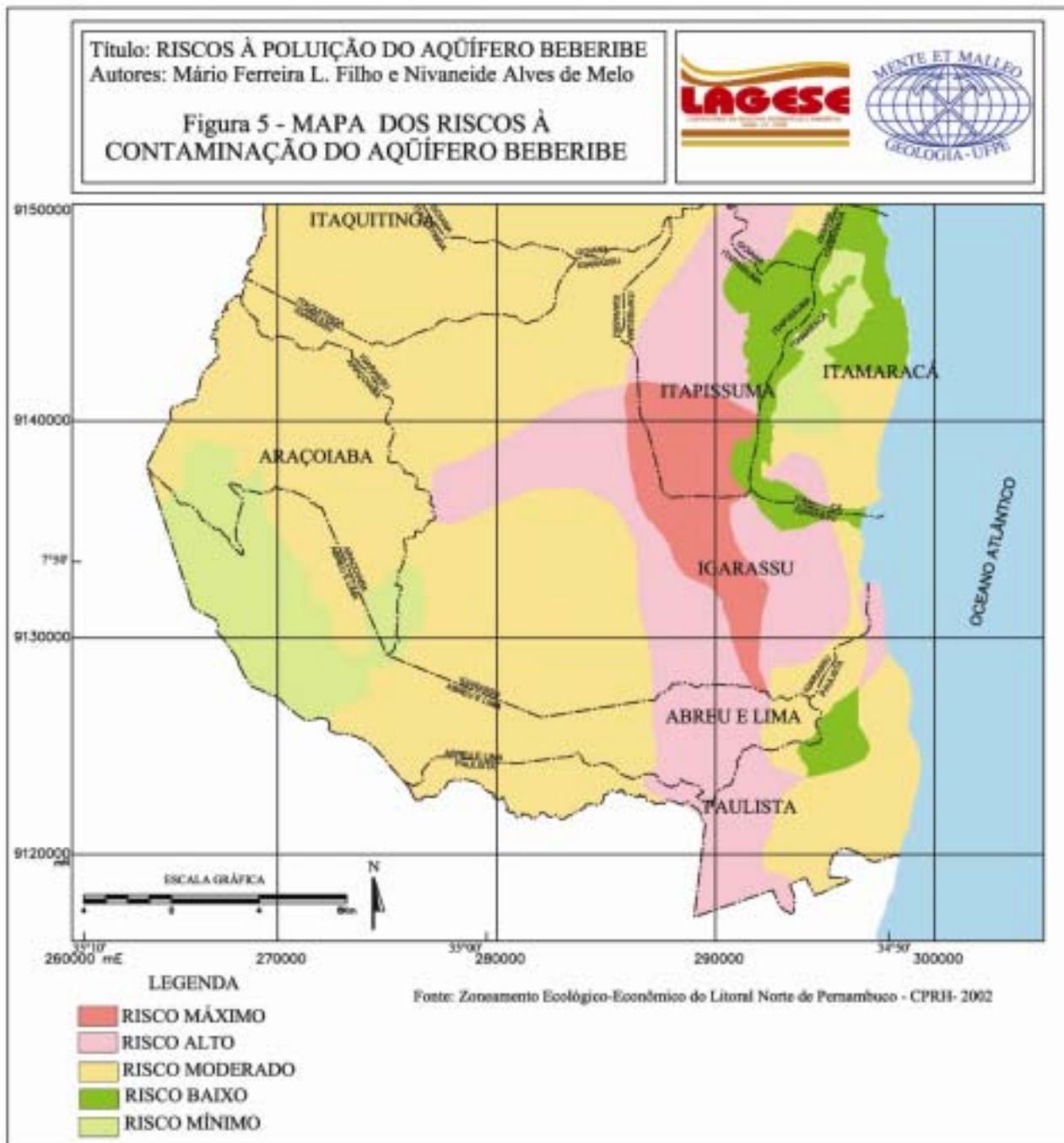
Título: RISCO À POLUIÇÃO DO AQUÍFERO BEBERIBE
Autores: Mário Ferreira L. Filho e Nivaneide Alves de Melo

LAGESE
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA



Figura 4 - MAPA DAS
CARGAS CONTAMINANTES





CONCLUSÃO

Na análise das diversas fontes utilizadas nesse trabalho, verificamos que nas regiões onde afloram os sedimentos de recarga do aquífero Beberibe são áreas onde estão o risco Máximo e Alto, portanto, os órgãos públicos terão que tomar providências quanto a melhor utilização dessa área.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Companhia Pernambucana do Meio Ambiente –CPRH na pessoa da Dr. Andréa Olinto pela liberação do trabalho. A Dr^a Ana Claudia Acioli pelas diversas leituras dos relatórios parciais. A Fundação estadual do Meio Ambiente-FEMA e a CPRH pela ajuda financeira do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aller, L.; Bennet, T; Leher, J.; Petty, R. 1985. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. US
- [2] Costa, W.D (coord), 2002. Estudo Hidrogeológico dos Municípios de Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes. HIDREC II. Recife. Secretaria de Recursos Hídricos, 2002. Vol 1.
- [3] CPRH, 2001. Diagnóstico Sócio-Ambiental do Litoral Norte. Recife, 2001. 254p
- [4] CPRM,2003. Sistema de Informações Geoambientais da Região metropolitana do Recife
- [5] Ferreira, L. & Hirata, R. 1993. Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas por sistemas de saneamento in situ. Estudo de Caso: Município de Campinas (SP). In: CONG. BRAS. REC. HIDR., 10. Anais... Gramado, 1993, ABRH, Porto Alegre.
- [6] Foster, S. & Hirata, R. 1988. Groundwater pollution risk assessment: a methodology based on available data. CEPIS/PAHO Technical Report. Lima, Peru.