

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL
PPGEMINAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ÁGUA MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE:
RISCOS DE CONTAMINAÇÃO NOS AQUÍFEROS**

Júlio Cezar França Barreto

RECIFE-PE

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA MINERAL
PPGEMINAS

**ÁGUA MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE:
RISCOS DE CONTAMINAÇÃO NOS AQUÍFEROS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral pela Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela Profa. Dra. Kênia Valença Correia, em preenchimento aos requisitos para obtenção do título de **MESTRE em Engenharia Mineral**, área de concentração em Minerais e Rochas Industriais, linha de pesquisa Indústrias de Águas Minerais - “**Contaminação e Envase**”, defendida e aprovada em 28 de junho de 2011.

RECIFE, PE

2011

- B273a Barreto, Júlio Cezar França.
Água mineral na região metropolitana do Recife: riscos de contaminação nos aquíferos / Júlio Cezar França Barreto. - Recife: O Autor, 2011.
163 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Kênia Valença Correia.
Co-Orientadores: Prof. Dr. Enjôlras de Albuquerque Medeiros Lima.
Prof^ª Dr^ª. Felisbela Maria da Costa Oliveira
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, 2011.
Inclui Referências Bibliográficas e Apêndices.
1. Engenharia Mineral. 2. Poços. 3. Nitrato. 4. Aquíferos. 5. Riscos. 6. Carga Contaminante. 7. Fiscalização. I. Correia, Kênia Valença. II. Lima, Enjôlras de A. Medeiros. III. Oliveira, Felisbela Maria da Costa. IV. Título.

UFPE

622.35 CDD (22. ed.)

BCTG/2011-194

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS - PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA MINERAL
PPGEMINAS**

Parecer da comissão examinadora de defesa da dissertação de mestrado de

Júlio Cezar França Barreto

**ÁGUA MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE:
RISCOS DE CONTAMINAÇÃO NOS AQUÍFEROS**

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência da Dra. Kênia Valença Correia, **confirma a aprovação** da Exposição dos Trabalhos de Dissertação diante Banca Examinadora após as devidas correções.

Prof. Dra. Kênia Valença Correia

Data: 28/09/2011

Professor Dr. Enjôlras de A. Medeiros Lima

Data: 28/09/2011

Professora Dra. Felisbela Maria C. de Oliveira

Data: 28/09/2011

OFERECIMENTO

Ao meu bom **Deus** por tudo que tenho alcançado, e estar com saúde no dia de hoje para escrever essa Dissertação, após todos os obstáculos encontrados nos últimos dez anos.

A Meus Pais (in memorim), que mesmo não estando presente no meio de nós me deram forças e inspiração para escrever esta Dissertação.

E todos os menos favorecidos, que “moram e vivem em condições subumanas.

...onde confirmo em dizer:

**“Pai nosso que estais no céu, santificado seja o teu nome,
Venha a nós o vosso reino e que seja feita a tua vontade
Aqui na terra como no Céu...**

**...e não deixei-nos cair em tentações,
mas livrai-nos do mal”,**

Amém

AGRADECIMENTO

Obrigado Senhor:

Pela Saúde que ainda possuo, Pela Minha Formação,
Profissional, Por ter uma Moradia Digna para viver,
Pela “Sobrevivência” do nosso Planeta Terra,
Pela Força do meu Trabalho,
Pelo Alimento de cada dia.

Agradeço-te Senhor, por Tudo

Aos Colegas e Professores do Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Minas da UFPE (PPGEM), bem como os ensinamentos dos orientadores dessa pesquisa, professora **Kênia Valença Correia**, orientadora dessa pesquisa, e os co-orientadores, o professor **Enjôlras Medeiros** e a professora **Felisbela Oliveira** pelos ensinamentos nunca negados.

As Empresas de Águas Minerais visitadas,

Aos Órgãos Públicos (DNPM-SRHE-CPRH-UFPE), e seus técnicos que no anonimato ajudaram a construir essa Dissertação em todas as suas etapas de elaboração, enfatizando a Equipe de Geólogos e Engenheiros de Minas do **Departamento Nacional da Produção em Recife - PE**, na pessoa do seu Diretor Geólogo Paulo Jaime, e os Engenheiros de Minas Marcos Holanda e Alípio Agra, a quem em particular agradeço pela visitas em algumas das principais empresas de água mineral da área de estudo.

Aos Colegas do Serviço Geológico do Brasil SBG / CPRM pelas informações e Mapas contidos nesse trabalho, aos amigos e colegas do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM.

**A todos
Meus sinceros agradecimentos.**

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho de pesquisa atende a um tema bastante interessante para os dias atuais no campo das águas subterrâneas localizadas ao Norte e Noroeste da cidade do Recife, envolvendo diretamente áreas dos municípios de Recife, Olinda, Camaragibe e Paulista.

O Estudo busca contribuir para a preservação, conservação e controle da qualidade das águas minerais das áreas acima citadas, em nível de aquífero; as quais representam uma das preocupações do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, pois, uma vez contaminadas, a recuperação é geralmente de longa duração e, muitas vezes, economicamente inviável.

Vale ressaltar que, nos últimos 10 (dez) anos, houve um acréscimo significativo na demanda de água para o consumo humano. Muitas empresas aumentaram seus esforços de explorações água potável, através da construção de dezenas de poços. Por outro lado, um novo conceito para a comercialização de água potável, denominado de **Água Potável Adicionada de Sais**, está a cada ano atingindo maiores penetrações no mercado de consumo das águas envasadas.

Não obstante, o presente estudo foi direcionado exclusivamente para o segmento da águas subterrâneas, em particular águas minerais da Região Metropolitana do Recife,(Norte e Noroeste da Cidade do Recife) mais precisamente nos municípios já referenciado no início dessa apresentação, através de sua exploração, sua implicação ambiental, evolução e diagnósticos, **com visão preliminar de definir pontos de contaminação em relação ao Nitrato (NO_3)**, motivado principalmente pela urbanização desordenada de grandes áreas habitadas próximo aos poços de águas minerais.

Tal urbanização, caracterizada por assentamentos irregulares e precários vem favorecendo riscos de contaminação dos aquíferos da área de pesquisa, através da existência de esgotos a “céu aberto”, fossas, lixões, aterros sanitários, etc., fatores estes que associados a perfuração de poços tubulares mal construídos, com

finalidades diversas (**indústrias, condomínios, residências fornecimento de água por carros pipas e empresas em geral**), associado em muitos casos a uma drenança vertical entre os aquíferos superiores e os localizados abaixo, motivados por isolamento (cimentação) mal realizado ou danos no revestimento (rupturas e colapsos), são reconhecidamente, contaminantes dos mananciais subterrâneos, através dos seus aquíferos.

Vale salientar ainda que as informações coletadas durante a pesquisa sejam elas através das visitas realizadas “**in situ**” as empresa de água mineral e áreas periféricas, ou de origem bibliográficas, evidenciaram a necessidade e urgência de medidas eficientes e eficazes, particularmente por parte dos órgãos gestores, com relação aos problemas atuais e futuros dos mananciais subterrâneos, relacionados com os índices crescentes de contaminação dos aquíferos, principalmente pela presença do **nitrito (NO_2)**, os quais estão sendo tratados de forma bastante ausente nos últimos anos pelos órgãos fiscalizadores locais.

Pelo exposto, pretende-se que esta pesquisa venha a contribuir como fonte de consulta para trabalhos futuros, proporcionando informações em relação às águas minerais e mananciais subterrâneos da Região Metropolitana do Recife.

RESUMO:

A contaminação das **águas subterrâneas, tema central dessa pesquisa**, está intimamente correlacionada à falta de controle dos órgãos competentes e fiscalizadores, os quais não se fazem presente apenas no que se refere à parte construtiva e operacional dos poços tubulares construídos **em muitos casos indiscriminadamente**, como também no processo de fiscalização continuada.

A presença do **Nitrato (NO₃) na área de pesquisa em locais de vulnerabilidade alta dos aquíferos** em áreas das Grandes Concentrações Urbanas observadas “in situ” diz respeito à presença dos **Aquíferos, Beberibe, Barreiras, e o Boa Viagem**, esse último existente principalmente em áreas de poços com poucas profundidades (poços amazonas), utilizado pela população menos esclarecida, geralmente com baixo poder aquisitivo, exposta a doenças veiculadas através da água consumida.

Na área de pesquisa, definida como Área II (**área foco**), mais precisamente na subárea “A”, onde está localizada uma grande concentração habitacional, duas empresas de água mineral estão presentes (**Santa Clara e Lisboa**), nos bairros de Dois Unidos e Linha do Tiro, respectivamente (zona norte do Recife-PE). Nela foram encontradas situações preocupantes relacionadas com o **(1) Aquífero Barreiras**, em alguns pontos já com índices elevados de Nitrato (NO₃), e o **(2) Aquífero Beberibe**, localizado em maiores profundidades, porém já propiciando a indícios de riscos futuros.

Os riscos de contaminação do **Nitrato (NO₃)** se fazem presente em geral através de **poços mal construídos**, independente de sua profundidade, pois apesar da causa da contaminação estão geralmente associada a áreas superficiais, afetadas por **cargas contaminantes**, poços perfurados de forma errada podem levar a contaminação dos aquíferos, através de isolamentos mal elaborados (cimentação), ou simplesmente pela falta de **camadas impermeabilizantes entre os aquíferos** mais superiores e os aquíferos localizados mais abaixo, ou ainda através de rupturas ou colapso no seu revestimento ou filtros.

No que diz respeito à **Gestão Ambiental das Águas Minerais**, as perspectivas não são muito animadoras, pois a presença crescente a cada ano no mercado de um novo “**conceito**” de água potável, definida como **Água Adiciona de Sais**, está em ritmo acelerado, inclusive com a presença de um grande número de poços tubulares clandestinos, construídos muitos deles por empresas sem respeito a qualquer norma técnica, e perfurados sem qualquer tipo de fiscalização, contribuindo para aumentar a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, comprometendo a qualidade das águas minerais explotadas de forma legal.

O presente estudo tem por pretensão proporcionar informações com relação às águas minerais e mananciais subterrâneos da Região Metropolitana do Recife particularmente no que se refere aos **riscos de poluição e contaminações relacionados a elevados índices de Nitrato**, procurando mostrar as autoridades setoriais os possíveis riscos de contaminações, registrados durante as visitas realizadas “in situ”, bem como durante os trabalhos técnicos- científicos realizados durante a última década.

Palavras-Chaves: Poços, Nitrato, Aquíferos, Riscos, Carga Contaminante e Fiscalização.

ABSTRACT

Contamination of groundwater is commonly associated with a lack of government control and oversight, specifically with regards to the construction and operation of wells, which are frequently built indiscriminately, but also processes of ongoing surveillance.

The presence of nitrate (NO_3) in the researched areas involving the main subterranean water-bodies of the Recife Metropolitan Zone (the Beberibe, Barreiras and the Boa Viagem aquifers) replicate the common picture of high ground-water vulnerability in large urban regions. This latter aquifer is mainly degraded by the use of shallow wells constructed by a less educated and less affluent population, frequently expose them to water-borne diseases.

The study area is located in zones of high housing-density, which are also the also home to two mineral water companies (Santa Clara e Lisboa) within the neighborhoods of Dois Unidos and Linha do Tiro respectively (North Recife, Pernambuco). Concerning situations were found related to 1) The Barreira Aquifer, which possessed high NO_3 concentrations and 2) The deeper Beberibe Aquifer, which demonstrated the potential for future contamination risk.

The risks of NO_3 contamination is often caused due to poorly constructed wells, independent of their depths, because the contamination is related to variations in surface contaminated. Wells constructed outside specified guidelines could lead to contamination through bad isolation, lack of impermeable beds between the aquifers or due the collapse of the well cement casing or filters.

Future prospects for improving the situation are not good, due to the increasing market influence for a 'new concept' in drinking water, defined as Agua Adicionada de sais, which is evolving fast. This is causing an increasing in the number of illegal wells, many built by companies with no respect for any technical standards and drilled without any kind of regulatory control, putting at risks the users of legal ground-water extraction.

This study intends to provide information with regards to sub-terrain water and springs of the Metropolitan Region of Recife, focusing particularly on the population risks and contamination related to high levels of nitrate. The objective is to provide the authorities with the results obtained through visits to make in situ analyses, as well as collecting data obtained during technical-scientific projects during the last decade, which show the possible risks of contamination.

Key Words: Wells, Nitrate, Aquifers, Risk Charge Contaminant and Surveillance.

SUMÁRIO

Conteúdo

OFERECIMENTO	4
AGRADECIMENTO	5
APRESENTAÇÃO	6
RESUMO:	8
ABSTRACT	10
SUMÁRIO	12
RELAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS	17
RELAÇÃO DE FIGURAS	19
TABELAS	20
GRÁFICOS	20
SIGLAS	21
CAPÍTULO 1	23
1. INTRODUÇÃO	23
1.1. MOTIVAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	23
1.2. JUSTIFICATIVA	24
1.3. OBJETIVO GERAL	25
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA PESQUISA	25
CAPÍTULO 2	27
2. GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DAS ÁGUAS MINERAIS NO ESTADO DE PERNAMBUCO	27
2.1. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO	27
2.2. O ZONEAMENTO DA REGIÃO DO RECIFE E ÁREAS PERIFÉRICAS	28
2.3. USO DAS ÁGUAS MINERAIS: CARACTERIZAÇÃO E PERMISSÃO	30
CAPÍTULO 3	34
3. ÁREA DE ESTUDO	34
3.1. LOCALIZAÇÃO	34
3.2. METODOLOGIA DOS TRABALHOS	34
3.2.1. SUBDIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.2.2. SUBÁREAS A, B e C	37
3.2.2.1. LOCALIZAÇÃO DAS SUBÁREAS	43
3.2.2.1.1. SUBÁREA “A”	43
3.2.2.1.2 SUBÁREA “B”	44
3.2.2.1.3. SUBÁREA “C”	45
3.3. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS NA PESQUISA	46

CAPÍTULO 4.....	49
4. CONTAMINANTES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - “ÁGUAS MINERAIS”	49
4.1. COMENTÁRIOS	49
4.2. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DE POÇOS MAL CONSTRUÍDOS	49
4.3. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DA FALTA DE SANEAMENTO	51
4.4. CONTAMINAÇÕES ATRAVÉS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE ATERROS SANITÁRIOS E LIXÕES.	52
4.5. CONTAMINAÇÃO DO SOLO – NPK.....	54
4.6. CONTAMINAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS INDÚSTRIAS.....	55
4.7. CONTAMINAÇÕES EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS	56
4.8. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS MINERAÇÃO	57
4.9. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DOS CEMITÉRIOS	57
CAPÍTULO 5.....	59
5. ASPECTOS FISIOGRAFICOS	59
5.1. HIDROGRAFIA	59
5.1.1. BACIA DO RIO CAPIBARIBE	60
5.2. GEOMORFOLOGIA	62
5.2.1. MORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	62
5.2.1.1. TABULEIROS.....	64
5.2.1.2. MORROS.....	64
5.2.1.3. SOLO E VEGETAÇÃO	65
5.2.1.4. INFILTRAÇÃO.....	65
5.3. CLIMATOLOGIA	66
5.3.1. PRECIPITAÇÃO.....	66
5.3.2. EVAPORAÇÃO	67
5.3.3. TEMPERATURA	67
5.3.4. UMIDADE RELATIVA DO AR	67
5.3.5. INSOLAÇÃO	68
CAPÍTULO 6.....	70
6. GEOLOGIA	70
6.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA.....	70
6.2. FAIXA SEDIMENTAR COSTEIRA AO NORTE E AO SUL DO LINEAMENTO PERNAMBUCO	70
6.3. DESCONTINUIDADE DA FAIXA SEDIMENTAR COSTEIRA	70
6.4. GEOLOGIA REGIONAL.....	73
6.4.1. CARACTERIZAÇÃO: EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	74
6.4.2. EMBASAMENTO CRISTALINO.....	74

6.4.3. BACIA SEDIMENTAR PERNAMBUCO.....	76
6.4.4. BACIA SEDIMENTAR PARAÍBA	77
6.5. GEOLOGIA LOCAL	77
6.5.1. EMBASAMENTO CRISTALINO NA ÁREA DE ESTUDO	77
6.5.2. FORMAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DA BACIA PARAÍBA	78
6.5.2.1. FORMAÇÃO BEBERIBE	78
6.5.2.2. FORMAÇÃO GRAMAME	80
6.5.2.3. FORMAÇÃO MARIA FARINHA	80
6.5.2.4. FORMAÇÃO BAREIRAS	81
6.5.2.5. DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS	81
CAPÍTULO 7	82
7. VULNERABILIDADE NATURAL DOS AQUÍFEROS	82
7.1. COMENTÁRIOS	82
7.2. VULNERABILIDADE ALTA	82
7.3. VULNERABILIDADE MODERADA	83
7.4. VULNERABILIDADE BAIXA.....	83
7.5. VULNERABILIDADE DESPRESÍVEL	83
CAPÍTULO 8.....	86
8. CARGA CONTAMINANTE NA ÁREA DE ESTUDO.....	86
8.1. RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	86
8.2. CLASSIFICAÇÕES DA CARGA CONTAMINANTE.....	87
CAPÍTULO 9.....	89
9.HIDROGEOLOGIA	89
9.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	89
9.2. SINOPSE DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES	89
9.3. AQUÍFEROS ESTUDADOS	98
9.3.1. ÁQUÍFERO BOA VIAGEM - SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS	98
9.3.2. AQUÍFERO BARREIRAS	99
9.3.3. AQUÍFERO BEBERIBE SUPERIOR	100
9.3.4. AQUÍFERO CARSTICOS – CARBONATADOS	100
9.3.5. AQUÍFERO BEBERIBE INFERIOR	101
9.3.6. AQUÍFERO FISSURAL	101
9.4. COMPORTAMENTO DOS AQUÍFEROS	104
9.4.1. AQUÍFERO FREÁTICO (LIVRE)	104
9.4.2. AQUÍFERO CONFINADO	105
9.5. MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS E QUALIDADE DAS ÁGUAS MINERAIS DA RMR – ESTAÇÕES TELEMÉTRICA	106

9.6. VISITA AS EMPRESA DE ÁGUA MINERAL	106
9.7. ESTUDOS COMPARATIVOS - ESTAÇÕES TELEMÉTRICAS VERSUS (X) POÇOS VISITADOS	107
9.8. EMPRESAS DE ÁGUAS MINERAIS EXISTENTES NA ÁREA DE ESTUDOS.....	110
9.8.1. ETAPAS: CAPTAÇÃO / ENVASE.....	110
9.9. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SANTA CLARA – SUBÁREA “A”	116
9.9.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES.....	116
9.10. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SCHINCARIOL – SUBÁREA “B”	120
9.10.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES.....	121
9.11. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SANTA JOANA.....	126
9.11.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES.....	126
9.12. DISCUSSÕES PRELIMINARES ENVOLVENDO AS SUBÁREAS “A”, “B” e “C”	130
9.12.1. ÁREA DO AQUÍFERO BARREIRAS E BEBERIBE.....	131
9.13. CICLO DE NITROGENIO.....	133
9.14. ESTUDOS DO NITRATO DA REGIÃO EM RELAÇÃO AOS POÇOS TELEMÉTRICOS.....	134
9.14.1. ANÁLISE DO NITRATO EM POÇOS DE ÁGUA MINERAL ATRAVÉS DA SUPERINTENDENCIA DO DNPM / RECIFE-PE	134
9.14.2. PARECER TÉCNICO DOS ESTUDOS DAS ANÁLISES	136
9.15. MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS BARREIRAS E BEBERIBE AO NORTE E NOROESTE DA CIDADE DO RECIFE, SEGUNDO LEVANTAMENTO DO DNPM	136
9.16. MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO / DNPM.....	138
9.17. DISTRIBUIÇÃO DAS CONCESSÕES DE LARAS PARA ÁGUA MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	139
9.18. EMPRESAS DE ÁGUAS MINERAIS/ÁREA I - FOCO DA PESQUISA	139
9.18.1. METODOLOGIA PARA O MONITORAMENTO DO NITRATO (N) - DNPM.....	144
9.18.2. CONCLUSÕES DA EVOLUÇÃO DO NITRATO NA ÁREA DE ESTUDO SEGUNDO RELATÓRIO DO DNPM (4º Distrito-Recife/PE)	146
9.18.3 CONCLUSÕES DA SUBÁREA A.....	148
9.18.4. CONCLUSÕES DA SUBÁREA “B”	149
9.18.5. CONCLUSÕES DA SUBÁREA “C”	151
CAPÍTULO 10.....	153
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	153
10.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153
10.2. RECOMENDAÇÕES:	156
CAPÍTULO 11.....	157

11. COMENTÁRIOS DO DNPM EM RELAÇÃO ÀS ÁGUAS MINERAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	157
CAPÍTULO 12.....	158
12. 1 BIBLIOGRAFIA	158

RELAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS

Foto 01 - Área densamente povoada com elevada carga contaminante	44
Foto 02 – Área próxima ao aterro de Aguazinha – Olinda - PE	44
Foto 03 – Área de Paratibe protegida por vegetação da Mata Atlântica	45
Foto 04 - Área de Paratibe, Clube do Pica Pau, próximo a empresa Schincariol	45
Foto 05 - Resquícios da Mata Atlântica próximo a empresa Santa Joana	46
Foto 06 - Cultivo de milho próximo a Empresa Santa Joana em Aldeia	46
Foto 07 - Aterro desativado de Aguazinha no município de Olinda - PE	53
Foto 08 - Aterro de Aguazinha localizado na 2ª perimetral em Olinda PE.	53
Foto 09 - Área lateral ao Aterro de Aguazinha, mostrando esgoto e sujeira	54
Foto 10 - Esgoto a céu aberto localizado acima do Aquífero Berebibe	54
Foto 11 - Casa do Poço dentro das normas do DNPM totalmente higienizadas	111
Foto 12 - Quadro Elétrico da bomba com sinal luminoso de operação do poço	111
Foto 13 - Poço totalmente livre de contaminações, higienizado em operação	111
Foto 14 - Sala do Poço com torneira para retro-lavagem – ambiente fechado	111
Foto 15 - Ambiente totalmente fechado azulejado com janela de observação	112
Foto 16 – Tubulação adutoras com presença de hidrômetros para inspeção.	112
Foto 17 – Área de chegada dos vasilhames para lavagem e higienização.	112
Foto 18 - Galpão de Estocagem dos vasilhames depois de higienizados	112
Foto 19 - Limpeza dos garrafões sendo retirado possíveis sujeiras existentes	112
Foto 20 – Preparação para a limpeza utilizando vários garrafões de uma só vez	112
Foto 21 – Galpão de limpeza, Rotulagem, Armazenamento e Expedição	113
Foto 22 - Entrada dos garrafões na máquina mecanizada para limpeza	113
Foto 23 - Garrafões de 20 litros aguardando para serem envasados	113
Foto 24 - Máquina de envase enchendo os vários garrafões ao mesmo tempo	113
Foto 25 – Operador fiscalizando a operação de envase na máquina	113
Foto 26 - Saída dos garrafões do envase por esteiras para a rotulagem	113
Foto 27 - Saída dos Garrafões através de esteiras – sistema Automatizados	114
Foto 28 - Pátio dos caminhões para carregamento e transportes	114
Foto 29 - Área interna de filtração livrando a água de qualquer impureza	114
Foto 30 - Armazenamento da Água em tanques especiais para o envase	114
Foto 31 – Tubulação adutora de condução da água vinda da fonte	114

Foto 32 - Laboratório químico interno da empresa para análise da água procedente das fontes	114
Foto 33 - Produtos químicos utilizados durante a limpeza e higienização	115
Foto34 - Fiscalização do DNPM inspecionando o laboratório da empresa	115
Foto 35 – Área Verde Interna	115
Foto 36 – Área Verde Interna	115
Foto 37- Área Verde/Hidrômetro	115
Foto 38- Área Verde/Hidrômetro	115
Foto 39 - Imagem dos bairros de Dois Unidos, Linha do Tiro, Caixa D'água, Nova Descoberta – Brejo da Guabiraba.	149
Foto 40 – Imagem da área da empresa Santa Joana	151
Foto 41 – Imagem da área de Aldeia, Camaragibe, PE.	152

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo	35
Figura 02 – Mapa de fontes potenciais de poluição da área estudada.	58
Figura 03 – Mapa hidrográfico da região metropolitana do Recife	61
Figura 04 – Mapa geomorfológico da área de estudo.	63
Figura 05 – Corte geológico em área continental da Bacia Pernambuco.	71
Figura 06 – Corte geológico E-W em área continental Bacia Paraíba.	71
Figura 07 – Modelo dos sistemas de formação das bacias Pernambuco (extensional rift) e Paraíba (ramp basin).	72
Figura 08 – Mapa de contorno Estrutural do embasamento cristalino.	75
Figura 09 – Mapa geológico da área de estudo.	79
Figura 10 – Mapa de Vulnerabilidade dos aquíferos da área de estudo.	85
Figura 11 – Mapa de localização das cargas contaminantes da área de estudo	88
Figura 12 – Mapa de poços tubulares da área de estudo.	97
Figura 13 – Mapa de aquíferos da área de estudo.	102
Figura 14 – Mapa de ocorrência do Aquífero Beberibe.	103
Figura 15 – Mapa de localização das estações telemétricas ves poços visitados.	107
Figura 16 - Mapa de localização da empresas de água mineral da região metropolitana do Recife.	108
Figura 17 – Mapa da superfície piezométrica da área de estudo.	109
Figura 18 – Ficha de informações da estação telemétrica Santa Clara	117
Figura 19 – Ficha das análises químicas da Santa Clara	119
Figura 20 – Perfil construtivo do poço tubular da água mineral Santa Clara	120
Figura 21 - Ficha de informações da estação telemétrica Schincariol	122
Figura 22 – Ficha das análises químicas da Schincariol	124
Figura 23 – Perfil construtivo do poço tubular da água mineral Schincariol	125
Figura 24 - Ficha de informações da estação telemétrica Santa Joana	127
Figura 25 – Ficha das análises químicas da Santa Joana	129
Figura 26 – Perfil construtivo do poço tubular da água mineral Santa Joana	130
Figura 27 – Mapa de concessões de lavra e pesquisa mineral da área estudo.	140
Figura 28 – Mapa com a localização de Empresas de Água Mineral	143

TABELAS

Tabela 01 - Relação das empresas de água mineral que fazem parte da área de estudo	39
Tabela 02 - Médias mensais ou normais climatológicas de 1961 a 1990, na Estação Meteorológica de Recife/PE (DNMET, 1992).	68
Tabela 03 – Coluna lito-estratigráfica das bacias Pernambuco e Paraíba.	73
Tabela 04 - Vulnerabilidade do aquífero versus carga contaminante.	87

GRÁFICOS

Gráfico 01 – Dados de climatologia do período de 1961 a 1990. Dados de precipitação, insolação, evaporação, umidade e temperatura provenientes da Estação Meteorológica de Recife/PE. Fonte: Hidrororec II.	69
Gráficos 02, 03, 04, 05, 06 e 07 - Gráficos da evolução do nitrato (1994 / 2005) referente aos Aquíferos Barreiras e Beberibe.	145/146

SIGLAS

ABAS: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUASMSUBTERRÂNEAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ANA: AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS

ANVISA: AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA

APEVISA: AGENCIA PERNAMBUCANA DE VIGILANCIA SANITÁRIA

APAC: AGENCIA PERNAMBUCANA E CLIMAS E ÁGUAS

B & F: BARBOSA E FREITAS POÇOS TUBULARES

CEASA: CENTRO DE ABASTECIMENTO ALIMENTAR DE PERNAMBUCO

CETESB: COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL – SP

CNPQ: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO

COMPESA: COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO

CONAMA: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

CONTEGE: CONSULTORIA TECNICA DE GEOLGIA E ENGENHARIA LTDA

CONESP: COMPANHIA NORDESTINA DE SONDAGEM E PERFURAÇÕES

CNRH: CONSELHO NACIONAL D RECURSOS HÍDRICOS

COPERSON: POÇOS ARTESIANOS LTDA.

CPRH: AGENCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

CPRM: COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CTG: CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

ENGEPP: PROJETOS E CONSTRUÇÕES DE ENGENHARIA

DOU: DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

DNPM: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PODUÇÃO MINERAL

DSE: DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO DO ESTADO – PE

FACEPE: FUNDAÇÃO DE AMPARO A CIENCIA DO ESTADO DE PERNAMUCO

GRH: GRUPO DE RECURSOS HÍDRICOS

HIDROCONSULT: HIDROGEÓLOGOS CONSULTORES

HIDROREC: HIDROGEOLOGIA DO RECIFE

IDRC: INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER

Continuação..

ITEP: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DE PERNAMBUCO

LABHID: LABORATÓRIO DE HIDROGEOLOGIA E ESTUDO DO MEIO AMBIENTE

LAMIN: LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS

LGGM: LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

L I: LICENÇA DE INSTALAÇÃO

L O: LINCENÇA DE OPERAÇÃO

MARCOTECK: MARQUES COMÉRCIO E TECOLOGIA

MME: MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIAS

MS: MISTÉRO DA SAÚDE

NBR: NORMAS BRASILEIRAS

NPK: NITRGENIO FOSFÓRO E POTASSIO

OESA: ORGANIZAÇÃO E ENGENHARIA SOCIEDADE ANÔNIMA

PPGEM: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EGENHARIA MINERAL

RDC: RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA

RMR: REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

SAD 69: SOUTH AMERICAN DATUM – SISTEMA GEODÉSICO REGIONAL

SANEAR: COMPANIA DE SANEAMENTO DO RECIFE

SECTMA: SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

SBG: SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

SGN: SERVIÇO GEOLÓGICO DO NORDESTE

SIGA: SISTETMA DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENAIIS

SMM: SECRETARIA DO MINISTERIO DAS MINAS

SRHE: SECRETARIA DE RECUROS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS

SUDENE: SUPERINTENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE

UFPE: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

UTM: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

1. INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A Água Mineral tem papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico de um país e, neste sentido, identifica-se uma situação que merece crescente preocupação e que contribuiu à motivação para a presente pesquisa: garantir o abastecimento seguro e econômico de água potável à população como um todo, sem comprometer a oferta e qualidade de tal recurso hídrico. Nesse contexto, as fontes de água subterrânea se mostram com importância estratégica, uma vez que oferece uma alternativa de suprimento de qualidade a relativo baixo custo.

Por outro lado, a proteção dos mananciais que é de responsabilidade total do Órgão Gestor, segundo **Foster (1987)**, requer um conhecimento detalhado do perigo de contaminação, em função da interação entre a vulnerabilidade do aquífero e a carga contaminante, associada à área de ocorrência dos mesmos.

Neste contexto, o Estado de Pernambuco, apesar de apresentar um grande número de empresas de água mineral em condições de exploração, localizadas principalmente na parte norte e noroeste da cidade de Recife, caracterizada por aquíferos porosos, formados principalmente pelas Formações Geológicas Beberibe e Barreiras, vem apresentando para este setor, nos últimos anos, um crescimento menos expressivo que o verificado na década passada. Este fato está atrelado a inserção no mercado, de uma grande quantidade de empresas fornecedoras de água potável adicionada de sais, as quais vem sendo liberadas por Licenciamento Ambiental expedido pela Agencia Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH e Outorgas, através da Agência Pernambucana de Águas e Climas - APAC. No entanto, apresenta-se como preocupante o fato de que na exploração das águas adicionadas de sais, ao contrario das águas minerais, não existe, no presente, maiores controles com relação aos procedimentos construtivos dos poços perfurados, os quais na maioria dos casos não utilizam qualquer normatização da Associação Brasileira de Normas

Técnicas - ABNT e apesar de serem solicitados monitoramentos e fiscalização freqüentes através do Projeto Hidrogeologia do Recife (HIDROREC I e II), são vistoriados raríssimas vezes, por falta de fiscalizações mais atuantes dos órgãos competentes, podendo vir a tornarem-se fontes de contaminação das águas subterrâneas, fato esse, que associado a motivação acima mencionada sedimentou o interesse na realização do trabalho em foco.

1.2. JUSTIFICATIVA

O Estado de Pernambuco, como já foi referenciado anteriormente (item 1.1), possui varias empresas de água mineral, localizadas em sua grande maioria próximas a cidade do Recife. Todas essas empresas passaram por processos de investigações de sua natureza e procedência, sendo seus processos de expedição de lavras e beneficiamento realizados por um único órgão gestor em todo o país, o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, órgão pertencente ao Ministério de Minas e Energia - MME. Este Órgão desempenha suas atividades através das suas superintendências existentes em todo o território nacional, em parceria com os órgãos ambientais e de vigilância sanitária de cada Estado onde competem suas atuações e observa as mesmas normas e legislações que são regidas para qualquer bem mineral de livre consentimento pelo órgão gestor.

Por outro lado, a presença na última década do grande avanço em nosso Estado das Empresas de Água Potável Adicionada de Sais, traz sérias preocupações sobre como estão sendo realizadas essas explorações, pois com a grande demanda de consumo e a deficiência de fiscalizações, os aquíferos, tradicionalmente usados na exploração de água mineral, estão a cada dia mais vulneráveis e na eminência de maiores comprometimentos por contaminação, não só pela falta de controle dos poços perfurados (poços mal construídos), como já foi referenciado anteriormente, como também por suas áreas de entorno, carentes de saneamento (fossas e esgotos a céu aberto), e outros fatores a serem apresentados posteriormente no decorrer da pesquisa.

Esse trabalho apresenta subsídios que poderão vir a contribuir não só como aporte técnico-científico à pesquisas futuras, como também a problemática sócio-econômica dos setores envolvidos, no concernente a legalização dos poços.

1.3. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral dessa pesquisa foi mostrar as condições atuais e riscos de contaminação por Nitrato (NO₃), nos Aqüíferos, fonte de armazenamento das Águas Subterrâneas, da Região Metropolitana do Recife – RMR (área Norte da cidade de Recife-PE) que estão sendo comprometidas por outros tipos de águas consideradas como águas potáveis.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA PESQUISA

A pesquisa teve como objetivos principais os tópicos abaixo:

- Identificar possíveis focos ou áreas de poluição e/ou Contaminação
- Apresentar as principais causas dos poluidores dos aqüíferos.
- Localizar Áreas de riscos através de observações realizadas em campo e consultas bibliográficas.
- Indicar através de Mapas (Escala 1:000.000) áreas de potencialidades de riscos e vulnerabilidades de contaminação de aqüíferos.
- Identificar quando possíveis índices de elevação do Nitrato através da análise de poços e análise d'água das empresas de água mineral.
- Identificar e mostrar métodos de Gerenciamento para uma melhor qualidade das águas explotadas, de forma a minimizar possíveis focos de poluição/contaminação de Nitratos nas áreas de entorno com alto índice de densidade demográfica.

- Apresentar a plotação em gráficos, quando possível, da relação das empresas comparando seus índices anteriores de Nitrato em relação aos tempos mais recentes.
- Apresentar ao final da pesquisa recomendações e conclusões dos diversos segmentos aqui abordados, elaborando parecer técnico para que os órgãos competentes despertem maiores interesses pela água potável.
- Alertar aos poderes competentes sobre a situação presente dos aquíferos, e os riscos que correm as águas subterrâneas, em particular as águas minerais, com relação a redução de sua vida útil e impossibilidade de remediação, caso não sejam cumpridas e obedecidas às normas recomendadas e exposta pelo próprio órgão gestor.

2. GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DAS ÁGUAS MINERAIS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

2.1. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

A Estrutura criada nos últimos anos para a gestão dos aquíferos na RMR está baseada na **Lei Estadual 11.427/97** da Conservação e Proteção das Águas Subterrâneas no Estado e no **Decreto 20.423, de março de 1998**. Esse Decreto de regularização da referida Lei, prevê o controle das perfurações e a preservação da quantidade e qualidade da água subterrânea como um todo.

Na prática o que vem acontecendo é uma tentativa de controlar a extração de água subterrânea que há décadas vem crescendo na RMR, principalmente na planície do Recife e que nos dias atuais se considera ter ultrapassado todos os limites. O desespero da população devido à falta de água não deixa outra alternativa senão a de perfurar um poço tubular para seu próprio abastecimento, o que nos finais dos **anos 90 e início do novo milênio** chegou a situações graves, diminuindo nesta última década.

O órgão gestor estadual através da Secretaria de Recursos Hídricos e Energético - SRHE / CPRH, conjuntamente com a APAC vêm adotando medidas que visam, sobretudo reduzir o volume das extrações, variando desde a redução das vazões em setores ameaçados de atingir “níveis dinâmicos excessivos”, até a interdição pura e simples da perfuração de novos poços em áreas julgadas exauridas, poços esses muitas vezes construídos sem quaisquer normas técnicas durante a fase mais agravante de falta d’água.

Quanto ao gerenciamento das águas subterrâneas na região de estudo para ser eficiente, deve levar em conta uma série de elementos condicionantes, a saber:

- O conhecimento hidrogeológicos dos aquíferos explorados e seu atual regime de exploração;

- Uma eficiente equipe de fiscalização para fazer cumprir os limites de vazão outorgados pelo órgão gestor.
- O contínuo monitoramento dos aquíferos, que vêm sendo deplecionados a uma velocidade muito grande na última década.

No concernente aos conhecimentos hidrogeológicos e atual regime de exploração dos aquíferos, o órgão gestor possui, no momento, um instrumento inadequado para a sua gestão, pois, o presente estudo revelou a existência de déficit no balanço entrada versus saída de água nos aquíferos (Hidrorec II, 2002).

Em relação às **águas minerais**, para um futuro próximo, encontram-se em situação delicada, através da presença das **águas adicionadas de sais**, pois a cada ano as empresas dessa atividade de comercialização estão se expandindo de forma progressiva, diminuindo com isso a comercialização das águas minerais.

2.2. O ZONEAMENTO DA REGIÃO DO RECIFE E ÁREAS PERIFÉRICAS

Os Estudos mais significativos das águas subterrâneas, zoneamento explotável, foram realizados através dos aquíferos da região compreendida pelos municípios pertencentes à área de estudo, **Recife, Olinda, Camaragibe, Paulista** e áreas periféricas, e do Município do Jaboatão do Guararapes, os qual por não fazer parte da área de abrangência do presente trabalho, não haverá maiores detalhamentos.

Foram efetuados através do Hidrorec I em 1998 e Hidrorec II em 2002, dois princípios básicos em seus estudos (Costa, et. al. 2002), considerando respectivamente:

- A profundidade do nível das águas subterrâneas e;
- As condições de exploração atualmente desenvolvidas nesses municípios.

O zoneamento apresenta **6 (seis) Zonas distintas, nomeadas com as letras A a F**; estas zonas tiveram seus detalhamentos quanto ao comportamento quando da sua utilização e controle de exploração, o que foi de total interesse como apoio para a realização da atual pesquisa, em relação aos aquíferos da área de estudo (**Barreiras e Beberibe**), ficando fora do estudo realizado o aquífero Boa Viagem (Hidrorec II, Costa 2002).

Ainda segundo Costa et. al (2002), considerando que os dois fatores que condicionaram o zoneamento explorável são variáveis com o tempo, torna-se necessário sua revisão a cada período de 5 (cinco) anos. Assim, passados cinco anos da realização do Hidrorec I, foi realizado o Hidrorec II durante o qual foi constatado, que uma das grandes diferenças entre os zoneamentos realizados em 98 (Hidrorec I) e os realizados em 2002 (Hidrorec II), foi o intenso rebaixamento do nível dos aquíferos nesse período.

Na apresentação do Hidrorec II, consta um zoneamento, similar ao Hidrorec I, porem com um número de zonas maior, passando de 4 (quatro), para a 6 (seis) zonas distintas, nomeadas com as letras **A a F**, abrangendo além dos municípios pertencentes a área de estudo, apresentados acima, também o município de Jaboatão dos Guararapes, compreendendo as Bacias Sedimentares Costeiras Paraíba e Pernambuco, através dos aquíferos Barreiras Beberibe, de total importância e interesse para o presente trabalho de pesquisa, e Cabo, ficando esse ultimo fora da área de interesse do atual estudo, (Hidrorec II, Costa 2002).

Além dos trabalhos realizados durante o Hidrorec I e II (Costa, 2002) acima mencionados, vale frisar que foram também imprescindíveis à realização da pesquisa, os trabalhos apresentados no **Relatório do Estudo e Implantação de Sistema de Monitoramento dos Aquíferos e Águas Minerais na Região do Recife e Adjacências (Costa 2003)**, através dos estudos de **Bases Telemétricas** de 10 (dez) poços profundos pré-determinados nas Bacias Sedimentares Costeiras PB e PE, sendo utilizados 3 (três) desses poços em empresas de água Mineral (**Santa Clara, Schincariol e Santa Joana**), os quais foram de grande importância para a interpretação dos estudos dessa dissertação, sendo apresentado informações hidrodinâmicas, perfis litológicos e de completação, e análise de água.

2.3. USO DAS ÁGUAS MINERAIS: CARACTERIZAÇÃO E PERMISSÃO

O tema “**água**”, sua preservação e fontes de contaminação sempre foi assunto de grande complexibilidade em nosso meio seja ela superficial ou subterrânea, principalmente nos tempos presentes. As águas minerais fazem parte do universo das águas subterrâneas, havendo todo um controle na sua exploração e comercialização junto ao **DNPM em todo o Brasil**, como mencionado anteriormente.

Vale ressaltar que, em princípio, toda água que ocorre na natureza é mineral, mas nem todas são potáveis, isto é, próprias para o consumo humano.

Dentro do ciclo da água, composto de evaporação, condensação e precipitação uma parte da água que precipita sob a forma de chuva e se infiltra no solo, retém grande parte dos materiais que entra em contato e carrega os sais da composição do solo. Desse fenômeno resultam diversos tipos de água que podem ser próprias ou impróprias para o consumo humano. Para que uma água seja classificada como água mineral natural e comercializada (envasada) em embalagens próprias, deve preencher alguns critérios:

- Ser potável. Isso significa que a água **não** pode ter qualquer vestígio de poluição orgânica (presença de coliformes) ou mineral;
- Aspecto límpido e sem odor e
- Os elementos da sua composição não podem exceder aos valores máximos determinados em resolução da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Ministério da Saúde - MS e DNPM.

Com relação a sua origem, uma nascente ou fonte origina-se em local que a topografia do terreno atinge o nível freático. Essa água armazenada nos sedimentos do solo ou nas fraturas das rochas, normalmente é superficial e, portanto mais vulnerável a contaminações. Para a utilização da nascente como fonte de água mineral, é necessário construir um sistema de captação com especificações técnicas regulamentadas por lei existentes nos órgãos Federais, Estaduais e Municipais, Gestores, Controladores, Fiscalizadores (DNPM), Secretarias ligadas a Recurso Hídrico e Meio Ambiente e Agências Sanitárias em todo o país, e requer cuidados sanitários constantes para se manter com qualidades minerais.

Quanto à água que sai através de poços tubulares, esta é tão ou mais mineralizada que as águas superficiais, pois, dentro do ciclo da água, passou pelo solo e migrou através de camadas permeáveis ou semipermeáveis de profundidades variadas, atingindo os depósitos sedimentares (**armazenadores porosos**), denominados de aquífero, ou ainda são originadas nas gretas e fraturas de rochas duras (**aquíferos fissurais**).

Salienta-se que a migração e depósito em zonas mais profundas atuam como um tratamento natural preservando a qualidade da água. Portanto, num poço construído dentro das normas específicas para água mineral, a mesma é captada e bombeada das “profundezas” para o sistema de envase em material inoxidável, dificultando a contaminação.

No que se refere à manutenção do poço, esta não requer grandes cuidados, uma vez que, o mesmo é todo vedado e acionado por bomba submersa totalmente higienizada, com peças inoxidáveis.

No que diz respeito à Concessão e o direito do uso das águas subterrâneas para fins de quaisquer segmentos, não só subterrânea como superficiais, por as mesmas serem de propriedade da união, cabe a cada Estado suas concessões.

No caso das Águas Minerais esta concessão é concedida através de **Alvará**, existindo apenas o DNPM como órgão gestor, executando sua liberação e fiscalização em parceria com os órgãos ambientais de cada Estado, juntamente com a ANVISA de cada estado e Município, a fim de serem evitadas contaminações em seus mananciais.

Por outro lado, a Constituição Federal determina que o subsolo pertença a União, através do governo federal mantendo como monopólio as jazidas de petróleo, gás natural e minerais nucleares, permitindo a pesquisa e lavra dos demais recursos minerais, inclusive das Águas Minerais sob a forma de concessão a pessoa ou empresa conforme artigo constitucional.

Já o Art. 176 do Código de Mineração do DNPM, determina que as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais, e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou

aproveitamento, pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. E em seu Parágrafo 1º afirma: A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o capítulo deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.

Assim, havendo interesse de ingresso no mercado de exploração de água mineral o futuro empresário, deverá procurar um técnico capacitado (**geólogo ou engenheiro de minas**), que após consultar ao DNPM para saber se a área em questão não esta requerida por outra pessoa ou empresa dará entrada ao Requerimento de Pesquisa.

Após ter sido protocolado no DNPM, aguarda-se a publicação do Alvará de Pesquisa, que pode ocorrer no prazo de 1 (um) a 3 (três) meses, desde que a área não tenha nenhuma restrição ambiental.

De posse do Alvará de Pesquisa, o requerente terá um prazo máximo de dois anos para realizar a investigação, de acordo com o plano de trabalho especificado no requerimento.

A pesquisa deve ser iniciada com o reconhecimento geológico e identificação das feições hidrogeológicas. A utilização de mapas geológicos, fotos aéreas e imagens de satélite, sempre que for possível é recomendada.

A etapa seguinte será da aplicação de métodos geofísicos em áreas selecionadas pelo estudo anterior, essa técnica permite detectar as diferenças ou anomalias das propriedades físicas internas à crosta terrestre.

Os resultados obtidos por esses métodos deverão indicar os pontos com condições geológicas favoráveis para perfuração de poço tubular com maior probabilidade de acerto.

Após esses estudos deve ser gerado um Relatório, “**Relatório Final de Pesquisa**” a ser entregue ao DNPM o qual procederá à análise e havendo concordância, aprovação do mesmo e expedição do Alvará de Lavra.

A partir daí tem início o processo de implantação e operação do sistema de envase (comercialização), o qual será mostrado em detalhes no decorrer do presente trabalho.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO

Á área de estudo está localizada na Zona Fisiográfica do Litoral-Mata Atlântica do Estado de Pernambuco, ao norte da Capital do Recife, abrangendo parte dos municípios de Recife, Olinda, Camaragibe, Paudalho, Igarassu, Paulista e Abreu e Lima, entre as Coordenadas **UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM** : 272.000 m N a 302.000 m N e 910.800 m E a 913.400m E. Limita-se ao Sul pelos municípios de Igarassú, Recife e Camaragibe a Leste, Pelo Oceano Atlântico e a Oeste por Paudalho, Camaragibe e São Lourenço da Mata, com extensão total aproximada de 676 Km² (**Mapa de Localização – ÁREA I**), identificada como “**Área Base**”, ou seja, área de base planimétrica, escolhida para representação de todos os mapas temáticos apresentados, com Escala 1: 100.000 (Figura 1).

3.2. METODOLOGIA DOS TRABALHOS

A Metodologia aplicada na pesquisa foi dividida em duas Etapas distintas, compreendendo uma fase de classificação das áreas envolvidas, através da divisão da área de estudo em **Área I e Área II**, e posteriormente a subdivisão da **Área II** em **subárea A, subárea B, e subárea C**. A outra Etapa dos trabalhos, refere à proposta que ficou pré-estabelecida no item que cita os objetivos do trabalho a serem executados.

3.2.1. SUBDIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A razão pela qual a Área de Estudo apresentou-se subdivida em Área I e Área II, respectivamente, além de facilitar os trabalhos de campo, a Área I conforme referencia anterior, denominada de Área Base, correspondendo a toda área envolvida nos estudos, servindo de apoio para as informações nos mapas temáticos apresentados.

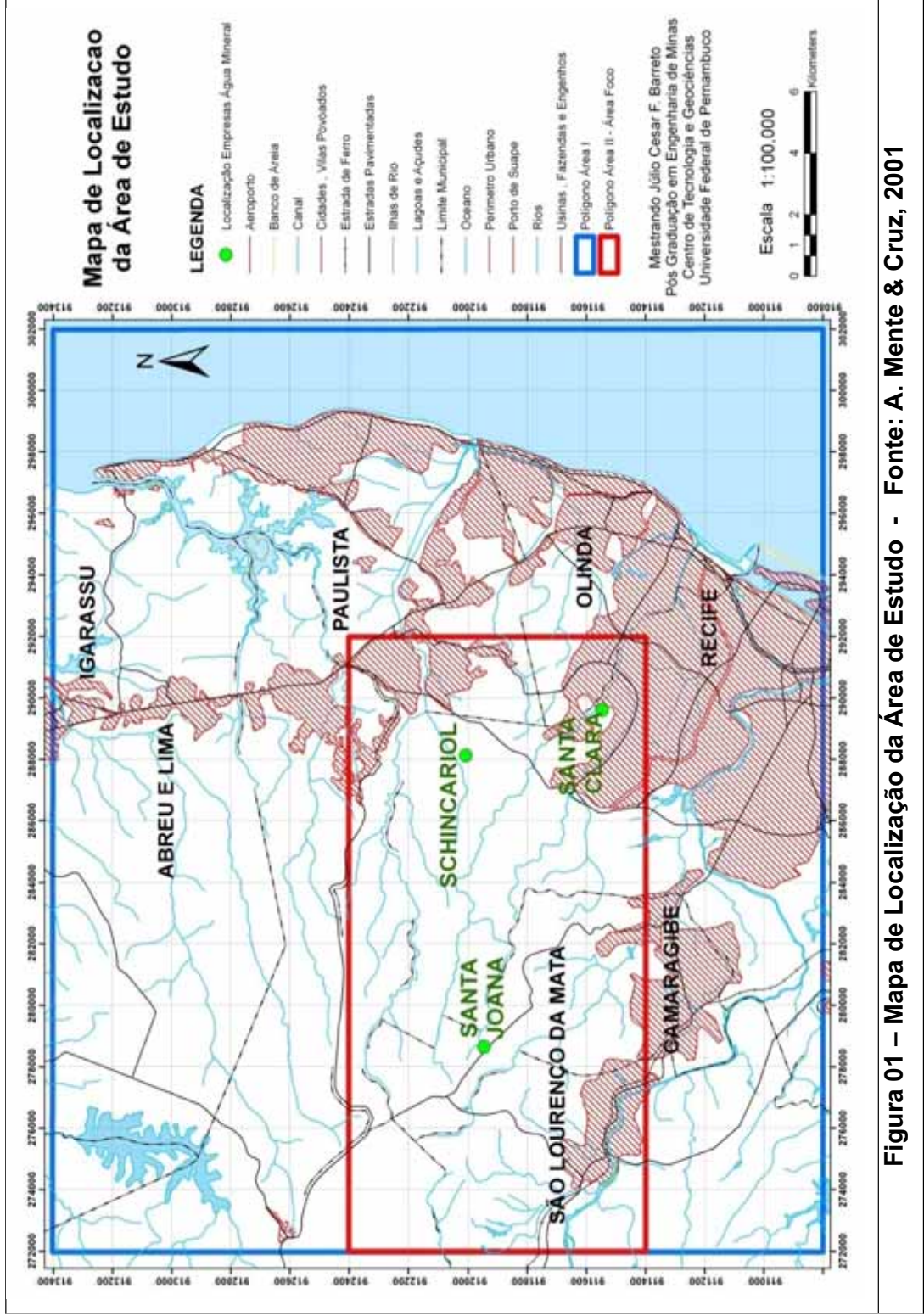


Figura 01 – Mapa de Localização da Área de Estudo - Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

A Área II, inserida totalmente na Área I, nas coordenadas em UTM: 272.000 m N e 292.000 m N e 911.400 m E e 912.400 m E, constitui área de aproximadamente 180.000 Km² identificada nos mapas como “**área foco**” dos estudos, pois inclui maior concentração de poços de água mineral por m, abrangendo um número menor de municípios: Recife, Olinda, Camaragibe, Abreu e Lima e Paulista, facilitando uma melhor compreensão para correlação durante os estudos que foram realizada (figura 1). As empresas de água mineral situadas no Estado de Pernambuco, segundo informações recentes da Superintendência do DNPM (junho/2011), incluindo as empresas em atividades (45 unidades), as iniciadas recentemente (02 unidades, as paralisadas (06 unidades), as interditadas (03 unidades), as suspensas (04 unidades), em processo de caducidade (0 unidade), em processo de renúncia (01 unidade), totalizando 61 unidades, das quais 36 estão na RMR (**Tabela 1**), incluídas nos municípios de Recife, Olinda Paulista, Paudalho, Igarassu, Abreu e Lima e Camaragibe, fazendo parte da área maior abrangência (**Área Base/Área I**). Foram identificadas só no município de Recife mais de **5.000 (cinco mil) poços rasos e profundos** de utilização geral, cadastrados (CPRH/SRHE-APAC), através dos Estudos do Hidrorec II, e mais de **15.000 poços** entre rasos e profundos na Região Metropolitana do Recife - RMR, muitos deles sem licenciamento e outorgas (Costa, 2002). Esses números atualmente foram duplicados, segundo estudos realizados mais recentemente pela SRHE/APAC, devido à forte demanda por água de baixo custo principalmente pela população de baixa renda, através de poços rasos (**poços amazonas**), o que vêm comprometendo a Saúde Pública do Estado, pois são poços em sua quase totalidade com presença de bactérias do tipo coliformes (**totais e fecais**).

Os engarrafamentos de água mineral da RMR encontram-se distribuídos em geral em uma faixa situada ao norte do Recife, entre os municípios de Recife, Paulista e Camaragibe, abrangendo as localidades de Aldeia (município de Camaragibe), envolvendo dos bairros de Dois Unidos e Linha do Tiro (município do Recife), Sítio do Pica-Pau Amarelo, e proximidades, incluindo Paratibe (município de Paulista), ostentando em algumas localidades uma grande área ainda pouco urbanizada, apresentando em muitos locais da área de estudo, **exuberante cobertura vegetal**, ainda com significativa extensão, estando conseqüentemente **menos sujeita a contaminações dos aquíferos** (não necessariamente), envolvendo os municípios de Paulista e Camaragibe.

Com a falta de moradia, a urbanização desordenada já se faz presente em muitos dos bairros onde existem empresas de água mineral, fazendo-se necessários maiores controles através da fiscalização dos órgãos competente sobre as condições dos aquíferos, como é o caso dos bairros de **Dois Unidos, Linha do Tiro, Beberibe, Nova Descoberta, Guabiraba e Aguazinha e tantos outros**, onde com a presença de pontos e cargas contaminantes, como é o caso do **Aterro Sanitário de Aguazinha - Olinda (desarticulado)**, apresentando elevada vulnerabilidade de contaminação dos Aquíferos Barreiras e Beberibe, começando a gerar preocupações da população local mais esclarecida a respeito do assunto, conforme foi observado durante as visitas “in situ”, a ser mostrado no decorrer dessa pesquisa.

3.2.2. SUBÁREAS A, B e C

Na falta de maiores subsídios decorrentes da impossibilidade de obter informações junto às empresas de água mineral, as quais tratam as informações concernentes a construção, operação e qualificação dos seus poços (análises d'água, perfis construtivos dos poços, parâmetros hidrodinâmicos, localizações geográficas, etc.), como de **caráter sigiloso**, não foi possível ter maiores posicionamentos sobre os poços localizados nessas subáreas.

Segundo as empresas visitadas, as quais deram autorização apenas para algumas fotografias de seus poços e sistemas de envase, todos os dados que seria necessário a realização do presente estudo, foram considerados privados e confidenciais, portanto **não** podendo ser apresentados ou veiculados ao público, o que causaram alguns transtornos nos trabalhos realizados durante as visitas “in situ”.

Diante dos fatos apresentados, a solução para o avanço dos trabalhos da pesquisa foi à separação da “**área foco** dos trabalhos (**Área II**), em Subáreas. Como ponto de apoio para o trabalho, tomando-se como base o **Relatório do Estudo e Implantação de um Sistema de Monitoramento dos Aquíferos e Águas Minerais na RMR (Estudos Telemétricos)**, realizado por Costa Consultoria e Serviços Técnicos Ambientais em 2002, solicitados através de convênio firmado entre o DNPM, CPRH, Governo do Estado de Pernambuco, através da SRHE, realizados em 10 poços

tubulares em uma área de maior amplitude que a de interesse do presente estudo. Assim, deste trabalho foram utilizadas informações concernentes a apenas 3 (três) dos poços, ali apresentados, por se tratar de poços de água mineral.

Tabela 01 - RELAÇÃO DAS EMPRESAS DE ÁGUA MINERAL QUE FAZEM PARTE DA ÁREA DE ESTUDO

Concessões de Lavra Água Mineral no Estado de Pernambuco : Empresas de Água Mineral Visitada (“in situ”) ou Relacionadas no Estudos Telemétricos (DNPM - Junho/2011)							
Ordem	Município	Marca de Fantasia	Empresa	DNPM	Responsável	Situação da Lavra	Captação
.1	Abreu e Lima	São Francisco	Águas de São Francisco Ltda.	840.085/98	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.2	Camaragibe/Recife	Aquaklares	Camará Águas Ltda. – ME	840.147/96	-	PARALISADA	Poço
.3	Camaragibe	Da Rocha	Paris Agro Industrial Ltda.	840.094/00	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.4	Camaragibe	Santa Teresinha	Água Mineral Santa Teresinha Ltda.	840.043/98		Em Atividade	Poço
.5	Camaragibe	Frevo	Frevo Brasil Ind. de Bebidas Ltda.	840.172/94	MADRUGA	Em Atividade	Poço
6	Camaragibe	Santa Joana	Incobal Ind. e Com. Bebidas Alimentos Ltda.	840.369/87	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.7	Igarassu		Engarrafadora Igarassu Ltda	840.032/05	-	NÃO INICIADA	Poço

Ordem	Município	Marca de Fantasia	Empresa	DNPM	Responsável	Situação da Lavra	Captação
.8	Olinda	Santa Mônica	Raimundo da Fonte Indústria e Comércio	807.401/77	-	INTERDITADA	Poço
.9	Paudalho	Indaiaí	Indaiaí Brasil Águas Minerais	840.106/80	MADRUGA	Em Atividade	Fonte e Poço
.10	Paudalho	São Severino	Envasadora São Severino do Ramo	840.030/01	-	PARALISADA	Poço
.11	Paulista	Estrela	Água M.Estrela – ME	840.052/00	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.12	Paulista	Prata do Vale	Rio das Pedras Ltda.	840.011/94	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.13	Paulista	Safira Mineral	Safira Mineral indúst. Com. Ltda.	840.039/97	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.14	Paulista	Santa Joana	Torres e Pedrosa Comércio de Águas Minerais Ltda..	840.305/92	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.15	Paulista	Alternativa	Empresa de Min.Alternativa Ltda.	840.893/95	-	INTERDITADA	Poço
.16	Paulista	Diamantina	Diamantina Minera. Ind. e Com. Ltda.	840.141/99	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.17	Paulista	Brasil/Aurora	Rosa Branca H2O Ltda.	840.002/98	ALÍPIO	SUSPENSA	Poço

Ordem	Município	Marca de Fantasia	Empresa	DNPM	Responsável	Situação da Lavra	Captação
.18	Paulista	Villa	ARD Comércio e Indústria Ltda.	840.091/99	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.19	Paulista		Oásis Paulista Indústria e Comércio Ltda.	840.158/99	-	SUSPensa até 12.05.2009.	Poço
.20	Paulista	Schincariol	Schincariol	840.002/99	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.21	Paulista	Brasil/Aurora	Rosa Branca H2O Ltda.	840.012/03	ALÍPIO	SUSPensa	Poço
.22	Recife	Santa Joana	L & R Comércio de Águas Min. Ltda.	840.001/96	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.23	Recife	Schincariol	Schincariol	840.088/94	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.24	Recife	Diamante Azul	Inds. Reunidas de Plástico e Mineração S/A	840.046/99	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.25	Recife	Terra Santa	Pedrosa de Melo e Cia. Ltda.	840.133/96	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.26	Recife	Santa Clara	Águas Min. S. Clara	006.328/45	ALÍPIO	Em Atividade	Poço
.27	Recife	Noana/Vitória Régia	Noana Mineração Indústria e Comércio	801.860/77	MADRUGA	Em Atividade	Fonte e Poço
.28	Recife	Naturale / Aldeia Cristal	Mineradora Canhotinho Ltda.	840.024/94	MADRUGA	Em Atividade	Poço

Ordem	Município	Marca de Fantasia	Empresa	DNPM	Responsável	Situação da Lavra	Captação
.29	Recife	Santa Joana	Fortcreto Comércio Ltda.	840.034/97	-	PARALISADA	Poço
.30	Recife	Crystal Tropical	DP Comércio de Águas Ltda.	840.105/96	ALIPIO	Em Atividade	Poço
.31	Recife	Rosa Branca	Rosa Clementina de Araújo - M.E.	840.131/97	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.32	Recife	Gelisa	Água Mineral Gelisa Ltda.	840.337/92	ALIPIO	Em Atividade	Poço
.33	Recife	Caxangá	Mineração Alto Caxangá	840.528/89	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.34	Recife	Diamante Azul	Inds. Reunidas de Plást. e Minera.S/A	840.003/98	ALIPIO	PARALISADA	Poço
.35	Recife	Lisboa	Água Mineral Lisboa Ltda.	840.035/95	MADRUGA	Em Atividade	Poço
.36	Recife	Vidda	Água Mineral Diamante Ltda.	840.100/99	MADRUGA	Em Atividade	Poço

Fonte: DNPM – Junho/2011

Como isso ficou definidas 3 (três) subáreas, onde após as comparações com as visitas realizadas “in situ”, através de suas análises da água, perfis e informações complementares de cada poço, foi definida as Subárea: **A (Poço 01 - Estação I)**, pertencente a Empresa Santa Clara no bairro de Dois Unidos/Recife; **Subárea B (Poço 02 - Estação II)** , pertencente a Empresa Schincariol / Guabiraba/Recife e **Subárea C (Poço 03 – Estação III)**, pertencente a Empresa Santa Joana - Aldeia / Camaragibe.

3.2.2.1. LOCALIZAÇÃO DAS SUBÁREAS

3.2.2.1.1. SUBÁREA “A”

A **subárea A** definida como **área urbana** – próximo aos limites dos municípios Recife e Olinda, com a presença dos Aqüíferos Barreiras e Beberibe, limitando-se por áreas de elevado índice habitacional, envolvendo os Bairros de Dois Unidos, Passarinho, Caixa D’água, Linha do Tiro, Beberibe e Nova Descoberta (**Fotos 01 e 02**), apresentando área de alto risco de Contaminação das águas subterrâneas, com vulnerabilidade alta de seus aqüíferos, além da presença de fonte de recarga de aqüíferos por toda a região.

Nessa subárea os poços e fontes (surgências) existentes estão envolvidos por áreas pobres em vegetação, tendo como presença marcante **áreas urbanas bastante povoadas**, com baixo saneamento, envolvidas por grandes quantidades de esgotos fossas a céu aberto, com facilidade de penetração das águas superficiais no aqüífero mais próximo a superfície, sendo os poços de águas minerais nesses locais monitorados pelo órgão fiscalizador (**DNPM**), com análises das águas periódicas.

Principais Empresas de Água Mineral no Local:

Empresa Lisboa localizada em Linha do Tiro/Recife/PE - (**Empresa Visitada**), Santa Clara localizada em Dois Unidos/Recife /PE e Aldeia Cristal localizada em Dois Unidos Recife/PE.

	
Foto 01 - Área densamente povoada elevada carga contaminante – Olinda / PE	Foto 02 – 2ª travessa da perimetral Próximo ao Aterro de Aguazinha/Olinda

3.2.2.1.2 SUBÁREA “B”

A **subárea B** está localizada no bairro de Guabiraba, pertencente ao município de Recife, com a presença dos aquíferos Barreiras e Beberibe, esse último apresentado como fonte de água mineral para comercialização através de empresas autorizadas pelo DNPM, com vulnerabilidade dos seus aquíferos Baixa a Moderada, e área de carga contaminante baixa. Os poços tubulares nessa área apresentam-se nos topos dos tabuleiros, encontrando-se, no local, resquícios da **Mata Atlântica** bem conservada (**Fotos 03 e 04**).

Principais Empresas de Água Mineral no Local:

Empresa Santa Joana localizada em Paratibe Paulista/PE (**Empresa Visitada**).

Outras Empresas: Gelisa, Santa Joana Chaparral, Diamante Azul, Cristal Tropical, Diamantina e Schincariol (está última fazendo parte do Estudo Telemétrico)

	
Foto 03 - Área de Paratibe protegida por vegetação da Mata Atlântica.	Foto 04 – área de Paratibe, Clube Pica Pau, próximo a Empresa Schincariol.

3.2.2.1.3. SUBÁREA “C”

A subárea C, definida nos estudos como área formada pelo **Aquífero Barreiras**, com poços de profundidade média (entre 60 a 100 metros). Está localizada no município de Aldeia/Camaragibe/PE, e não obstante o seu aquífero está sendo usada com a finalidade de atendimentos gerais (**indústrias, condomínios, residências, fornecimento de água em carros pipas e empresas em geral**), sua exploração de maior expressão está direcionada ao atendimento de dezenas de poços para empresas de água mineral.

A vegetação da área é formada por resquícios da **Mata Atlântica**, associado a uma vegetação rasteira (**Foto 05 e 06**). A Vulnerabilidade dos aquíferos é baixa a moderada, com baixa presença de cargas contaminantes.

Principais Empresas de Água Mineral no Local:

Empresa Santa Joana localizada em Aldeia/Camaragibe/PE (**Empresa Visitada**)

Outras Empresas: Indaiá localizado em Aldeia/Camaragibe/PE

	
Foto 05 – Resquícios de Mata atlântica próximo a empresa Santa Joana em Aldeia	Foto 06 – Cultivo de milho próximo a empresa Santa Joana em Aldeia

3.3. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS NA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido obedecendo às seguintes etapas:

- Levantamento e análises das informações já existentes, constando de pesquisa nas empresas públicas e privadas sobre águas subterrâneas e em particular as águas minerais e seus possíveis riscos de contaminações tendo por base o **Nitrato (NO₃)**, através de cadastro de poços.
 - Análise Microbiológica e Físico-Química das águas subterrâneas, utilizando m
- Mapas Planimétrico com pontos georeferenciados.
- Consultas bibliográficas de trabalhos anteriores envolvendo a área de estudo associada a índices de **Nitrato (NO₃)**, existente nos poços inspecionados com o objetivo de se obter: **(1)** Vulnerabilidade dos Aqüíferos; **(2)** Riscos de Contaminação dos Aqüíferos; **(3)** Geologia e Litoestratigrafia, **(4)** Hidrogeologia dos Aqüíferos, **(5)** Geomorfologia - Vegetação e Solos, e **(6)** Controle Estrutural **(7)** e Áreas de cargas contaminantes.

Com a efetuação destas 3 primeiras fases foi possível a aquisição de informações que proporcionaram a execução das etapas abaixo:

- a) Elaboração de um plano de trabalho para visitas “in situ” das principais empresas de água mineral, a partir das informações existentes em outros cadastros provenientes de levantamento bibliográfico realizado, sendo este plano de suma importância para as etapas que se sucederam nos trabalhos de campo (comparações e geocronológicas da análise obtidas).
- b) Levantamento dos poços de Água Mineral no estado e em particular na área de estudo, localizada ao norte da RMR, envolvendo os Municípios de Recife, Olinda, Paulista, Abreu e Lima, Camaragibe, Abreu Lima e Igarassu.
- c) Consulta aos principais órgãos gestores e empresas particulares de perfuração de poços de água mineral e Meio Ambiente **(DNPM e CPRH)**, e mais diretamente ao **SGB Serviço Geológico Brasileiro – CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Naturais através do Sistema de Informações Geoambientais - SIGA**, utilizando o estudo hidrogeológicos na RMR, bem como com a presença de informações do **Departamento de Hidrogeologia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Secretaria do Estado, através da SRHE/APAC e a Agencia Pernambucana de Vigilância Sanitária - APEVISA**, através do licenciamento de poços georeferenciados, a fim de possíveis correlacionamento quando comparado a outros seguimentos envolvidos.
- d) Análise das observações e Interpretação da situação encontrada nas consultas de todo um conjunto coletado, envolvendo riscos de contaminações dos aquíferos em pontos já identificados em bibliografias anteriores, em particular informações obtidas através das análises de **Nitrato (NO3)** pela Superintendência do 4º Distrito do DNPM, sediada no bairro de Casa Amarela-Recife.
- e) Identificação das Áreas de Estudo mais representativas sobre aspectos de riscos dos aquíferos, através de pontos de cargas contaminantes para visitas

dos poços ou fontes (surgências), com o apoio logístico do DNPM (técnico, viatura, consultas, etc.)

- f) Identificação, quando do registro da ocorrência, de foco de áreas de riscos de maiores evidências de poluição com prováveis chances de contaminações.
- g) Elaboração de Mapas Temáticos segundo observação de campo e informações bibliográficas.
- h) Elaboração da Dissertação, ilustrada com mapas, gráficos, tabelas, fotografias, etc.

Observação:

Vale salientar que, algumas informações apresentadas não foram possíveis obter conteúdos mais atualizados, em decorrências de fatos já mencionados anteriormente.

4. CONTAMINANTES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - “ÁGUAS MINERAIS”

4.1. COMENTÁRIOS

As atividades antrópicas representam riscos aos aquíferos e a qualidade das águas subterrâneas, em particular as águas minerais, a seguir será destacada alguns fatores dentre as principais fontes de contaminações dos mananciais subterrâneos, a saber: construção mal planejada dos poços tubulares (ou ainda: rompimentos, colapso, oxidações do revestimento/filtro do poço), falta de saneamentos básicos próximos as poços, resíduos sólidos, agricultura, indústrias, postos de combustíveis, mineração e cemitérios, sobre as quais teceremos breves considerações no decorrer deste trabalho.

4.2. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DE POÇOS MAL CONSTRUÍDOS

Os poços construídos para fins de água mineral em todo o Brasil estão envolvidos por sucessivas etapas construtivas perfuração, completação, encascalhamento, cimentação/isolamento, desenvolvimento e Limpeza, testes de bombeamento e instalação do sistema de captação, acompanhadas por técnicos da Superintendência do DNPM. do 4º Distrito - Recife-PE

Para os poços já existentes, ou seja, os que se desejam reutilizá-los, para fins de água mineral, se fazem necessários estudos mais detalhados (obedecendo a critérios do DNPM), além da aplicação de estudos ópticos em seu interior para se ter informações do estado físico do mesmo, bem como, a utilização de equipamentos (bomba submersa, tubulações, conexões, etc.), livres de qualquer tipo de contaminação, e por fim, análises de água realizadas por órgão de total idoneidade, reconhecido em todo o Brasil (**Laboratório de Análises Minerais – LAMIN / CPRM**), atendendo a todos os pré-requisitos exigidos pelo DNPM, e órgão ambiental estadual, com apresentação de **relatório construtivo do poço e área de proteção ambiental da fonte de captação**, devendo a área solicitada (poligonal fechada) está totalmente

livre de qualquer outra solicitação do mesmo interesse de todas as medidas e precauções seguidas, pelo órgão gestor das águas minerais.

A falta de fiscalização por órgãos governamentais (estaduais e municipais), em muitas das áreas próximas aos poços de extração de água mineral, tem favorecido além da construção indiscriminada de poços, muitos deles sem obedecer a qualquer norma técnica construtiva (**Associação Brasileiras de Normas Técnicas - ABNT / Normas Brasileiras - NBR 12.212 de 1990 e 1992**), a operação irregular para diversos fins, tais como: atendimentos as indústrias, empresas, residências, venda e comercialização de águas adicionadas de sais, fornecimento de água através de carros pipas, etc., o que vem contaminando os aquíferos principalmente por isolamento/cimentação mal realizada, podendo está associado a uma drenança vertical.

Assim, vale ressaltar que ademais da falta de fiscalização “in situ”, entre os principais fatores construtivos dos poços tubulares, que podem representar riscos de contaminação das águas subterrâneas pode-se citar:

- Não isolamento das camadas superiores, consideradas como indesejáveis durante a perfuração (rochas alteradas mais vulneráveis localizadas próximos a superfície.
- Ausência de laje de proteção sanitária e alturas inadequadas da boca do poço.
- Proximidades de pontos potencialmente contaminantes de água como fossas e esgotos a céu aberto.
- Cimentação inexistente ou imperfeita no espaço anelar entre furo e o poço, o que facilita a entrada de águas superiores em fluxo vertical, ou ainda por rupturas ou colapso no revestimento/filtro do poço.

No que diz respeito aos poços rasos, também conhecidos como poços amazonas (“**cacimbas**”) ou surgências (**fontes**), geralmente com 1 a 2 metros de diâmetro, e profundidade máxima em torno de 20 metros, nestes devem ser utilizadas “**tampa isolante**”, tendo a função de vedar o poço contra insetos, pequenos animais,

roedores, e sujeiras em geral, protegendo o aquífero, propiciando segurança ao usuário contra riscos de contaminação em geral.

Já no caso das surgências (fontes), a área deverá ser totalmente azulejada, formando um “tanque de captação” seguindo-se até o envase por tubulações totalmente higienizadas (pvc ou inox).

Com relação aos poços abandonados e desativados, a Resolução 15 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH afirma que devem ser adequadamente lacrados ou cimentados, a fim de que não se tornem possíveis fontes de contaminação para o aquífero, sob pena de sanções para os infratores.

4.3. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DA FALTA DE SANEAMENTO

No Brasil, o índice médio de domicílios com esgotamento sanitário é de 50,6% (Agencia Nacional de águas - ANA, 2005), em relação ao tratamento dos esgotos, os resultados são ainda mais preocupantes, pois o índice nacional médio de tratamento dos esgotos gerados na área urbana é de apenas 28,2%. Esse quadro deficitário gera impacto não apenas sobre os rios, mas influi diretamente sobre a qualidade da água subterrânea, especialmente nas áreas urbanas. A falta de saneamento representa um risco às águas subterrâneas como um todo, através de infiltrações por fossas de escoamento superficial, que acabam infiltrando no solo e pelo vazamento de redes de esgoto. Esse quadro é especialmente crítico nas cidades onde existe elevada densidade populacional, portanto alta taxa de produção de esgoto.

De forma geral o impacto do lançamento de esgoto sobre a qualidade das águas subterrâneas pode ser detectado através de elevadas concentrações de Nitrato (NO₃) e do surgimento de bactérias patogênicas e vírus, sendo sua qualidade microbiológica detectada através de análise do **grupo coliforme total e fecal, e estreptococos**. Os coliformes totais são utilizados apenas como indícios de contaminação.

Atualmente a espécie ***Escherichia coli*** é considerada o melhor indicador de contaminação fecal, visto que algumas espécies de bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes fecais podem ser encontradas em outras fontes que não fezes. Cabe

ressaltar que a Portaria nº 518 do MS (ANA, 2005), considera que em poços, fontes e nascentes, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de ***Escherichia coli***, **e ou coliformes** termo tolerantes, desde que seja investigada a procedência da ocorrência e tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo, sendo realizadas novas análises de coliformes posteriores.

Vale ressaltar que de uma forma geral os poços tubulares de aquíferos profundos são menos susceptíveis à contaminação, principalmente por fossas e vazamentos de redes de esgotos, funcionando os sedimentos superiores como filtros.

4.4. CONTAMINAÇÕES ATRAVÉS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE ATERROS SANITÁRIOS E LIXÕES.

Um dos grandes problemas resultantes do crescimento populacional e do desenvolvimento tecnológico e industrial é a disposição e tratamento dos resíduos sólidos, sendo esse problema mais crítico nas áreas urbanas (ANA, 2005).

Sob o aspecto ambiental e preservação das águas subterrâneas o mais importante é a questão do chorume, líquido produzido a partir do lixo. A decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos produz gases e chorume. Os gases gerados são o **sulfídrico, metano, e mercaptano**, que possuem odores desagradáveis, sendo o metano inflamável com risco de provocar explosões. O chorume é um líquido negro formado por compostos orgânicos e inorgânicos, apresentando altas concentrações de material orgânico e metais pesados. A infiltração do chorume contamina o solo, podendo atingir as águas mais profundas (mananciais subterrâneos), contaminando os aquíferos.

O destino do lixo é uma questão séria sob o ponto de vista do meio ambiente e da saúde humana. Os aterros sanitários exigem a impermeabilização do terreno através de perfeitos sistemas de drenagem, cobertura do material depositado, tratamento do chorume e captação dos gases produzidos pela decomposição do lixo (ANA, 2005).

Na área de estudo pode-se registrar um exemplo de deposição irregular de resíduos sólido em áreas habitacionais, prejudicando os mananciais subterrâneos. Trata-se do Aterro Sanitário de Aguazinha, localizado na segunda perimetral, no bairro de Aguazinha (**Foto 07 e 08**) na cidade de Olinda-PE, o qual se encontra desativado durante a vista segundo informações dos supervisores, onde tomamos conhecimento que, até a presente data, não foi realizado qualquer tipo de remediação da contaminação dos aquíferos existentes, localizado abaixo do aterro sanitário.



Foto 07 - Aterro desativado de Aguazinha/Olinda PE.



Foto 08 - Aterro de Aguazinha localizado na 2ª perimetral em Olinda - PE

Apesar do Aterro Sanitário de Aguazinha está desativado, desde dezembro de 2010, o aquífero **não** está livre de prováveis contaminações Bacteriológicas e aumento de índice de Nitrato, associado à presença do chorume.

Próximo ao aterro (parte baixa), conforme observações “in situ” existe a presença de esgotos a céu aberto, apresentando enorme quantidade de detritos e sujeiras (**foto 08 e 09**), o que poderá estar comprometendo a qualidade do Aquífero Beberibe, localizados a poucos metros de profundidade do aterro,

Recomenda-se as autoridades competentes que o Aterro Sanitário de Aguazinha venha ser melhor monitorado e fiscalizado, pois o Aquífero Beberibe, após os devidos tratamentos, tem importância fundamental para o consumo de praticamente toda a área norte de Recife, através da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.



Foto 09 – Área lateral ao Aterro de Aguazinha, mostrando esgoto e sujeiras



Foto 10 - Esgoto a céu aberto localizado no bairro de Aguazinha/Olinda-PE.

Considerando-se o exposto acima, é necessário enfatizar que o “lixão” é uma forma inadequada de disposição final de resíduo sólido, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou a saúde pública. Os resíduos lançados nos lixões acarretam problemas à saúde humana, como a proliferação de vetores de doenças, geração de odores e, principalmente poluição do solo e águas subterrâneas superficiais e subterrâneas, afetando diretamente o lençol freático através dos poços rasos, cacimbas (**poços amazonas**), ou mesmo as surgências, não devendo jamais ser consumidas ou terem quaisquer outros tipos de consumo humano, ou de higienização diretamente de suas fontes, sem que haja os devidos tratamentos.

A escolha de locais para depósitos dos resíduos sólidos têm que obedecer a critérios e sistemas deposicionais dos aterros sanitários, devendo ser observado o grau de vulnerabilidade da área, a fim de não possibilitar contaminações verticais de poços de pouca profundidade (ANA, 2005), a migração de contaminantes superficiais, favorecida quase sempre por elevadas permeabilidades do material existente no local.

4.5. CONTAMINAÇÃO DO SOLO – NPK

O desenvolvimento da Agricultura no país, nas duas últimas décadas, está diretamente relacionado ao aumento da área cultivada e da produtividade.

A este último fator está associado diretamente o uso de fertilizantes e agrotóxicos (ANA, 2005).

O aumento da produtividade da agropecuária fez com que no início da década de 90 (1992) até início do novo milênio (2002), a quantidade de fertilizantes utilizados em terras brasileiras tenha crescido duas vezes e meia a mais em um período de dez anos, principalmente nos estados da região sul (ANA, 2005)

Os três principais nutrientes exigidos pelas culturas são o **Nitrogênio (N)**, **Potássio (K₂O)** e o **Fósforo (P₂O₅)**, onde a maior utilização desses compostos nas culturas favorece o aparecimento desses compostos nas águas subterrâneas, levando a contaminação dos mananciais subterrâneos. O Nitrogênio é quem oferece um maior impacto sobre as águas subterrâneas, ocorrendo principalmente na forma de Nitratos, apresentando alta mobilidade na água subterrânea por ser muito pouco absorvido e por isso, podendo contaminar extensas áreas (ANA, 2005).

Em relação aos agrotóxicos, o Brasil está entre os maiores consumidores do mundo, embora o consumo de agrotóxicos revele tendência de aumento com o tempo, à toxicidade dos produtos vem diminuindo. Entre os mais consumidos estão os **herbicidas**, associados ao modelo de plantio direto (sem remover a terra), e em menor escala os **inseticidas e fungicidas**, causando menores danos às águas subterrâneas em relação aos compostos **Nitrogênio – Fósforo e Potássio - NPK** utilizados diretamente no solo. No Brasil são ainda escassos os trabalhos que avaliam a presença de fertilizantes e agrotóxicos em áreas de agriculturas e, em especial, nas áreas de recargas, onde os aquíferos tendem a se mais vulneráveis não se tendo a clara dimensão do problema (ANA, 2005).

4.6. CONTAMINAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS INDÚSTRIAIS

O manuseio de produtos tóxicos contaminantes sem a adoção de normas adequadas provoca acidentes através de **vazamentos durante os transportes ou o armazenamento de matérias primas e produtos das indústrias** representam sério risco ao meio ambiente e a saúde humana. A existência de uma área contaminada

pode causar restrições ao uso do solo e trazer danos aos patrimônios públicos e particulares, com desvalorização das propriedades (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, 20004b, ANA 2005).

Os contaminantes produzidos pelas indústrias, normalmente atingem os solos e rios e posteriormente, dependendo das condições de vulnerabilidade do aquífero (tipo de solo, profundidade do nível de água, entre outros), podem atingir as águas subterrâneas. Vale salientar que em área de alta vulnerabilidade os órgãos gestores e fiscalizadores não permitem que sejam instaladas pontos de águas minerais (poços ou surgências / fontes).

4.7. CONTAMINAÇÕES EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Os hidrocarbonetos que compõe o petróleo são amplamente utilizados na indústria e no transporte. A produção, manuseio e transporte de combustíveis envolvem o uso de tanques de armazenamentos que são suscetíveis a vazamentos e acidentes que representam sério risco ambiental e à saúde humana (ANA, 2005).

Os hidrocarbonetos de petróleo apresentam entre seus componentes, compostos depressores do **sistema nervoso central e carcinogênico humano**, como é o caso **do benzeno**, apresentados nos postos de combustíveis espalhados em toda área (**Figura 02**).

A principal forma de contaminação do subsolo por derivados do petróleo é representada pelo vazamento dos tanques localizados no subsolo (entre 5 a 10 metros). Tais vazamentos em postos de combustíveis estão associados a problemas de instalação e, principalmente, **à corrosão dos tanques**, normalmente construídos em aço, apresentando uma vida útil que varia entre 10 a 30 anos, sendo considerado um problema bastante grave e crescente, especialmente nos grandes centros urbanos, onde a quantidade de poços de combustíveis é elevada.

O reconhecimento do potencial poluidor dos tanques de armazenamentos subterrâneos levou a criação da Resolução nº 273 do Conselho Nacional do Meio

Ambiente - CONAMA, de novembro de 2000, a qual estabelece que a instalação e operação de postos revendedores de combustível dependerão de licenciamento prévio do órgão ambiental, **com análises físico-químicas e elaboração de passivo ambiental**, realizado por empresa capacitada, na presença da fiscalização do órgão gestor (ANA, 2005).

4.8. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS MINERAÇÃO

A atividade mineradora é amplamente distribuída no território nacional e explora os mais diversos minérios. Os seus impactos sobre o meio ambiente de forma geral são bem conhecidos e incluem contaminações dos solos, ar, sedimentos, desmatamentos e poluição sonora. A questão da contaminação das águas subterrâneas em decorrência da atividade de mineração, é ainda muito pouco estudada no Brasil, segundo os técnicos da Agência Nacional de Águas, **ficando muitas das áreas expostas após a remoção do bem mineral**, afetando diretamente aos aquíferos presentes, seja ele intersticial/granulares ou mesmos os fissurais (áreas de rochas fraturadas)

4.9. CONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DOS CEMITÉRIOS

Os Cemitérios constituem um risco em potencial para as águas subterrâneas devido à presença de microorganismos liberados pelos processos de **decomposição dos corpos**. Boa parte dos cemitérios existentes na RMR está localizada em áreas densamente habilitadas.

Quando não há fornecimento de água tratada para suprir as necessidades de abastecimento, é comum nessas áreas, como alternativa, a população de baixa renda fazer uso de poços rasos (**poços amazonas/cacimbas**).

Por não existir perímetro de proteção sanitária nos cemitérios da RMR as águas dos aquíferos livres correm o risco de contaminação pela propagação do líquido cadavérico

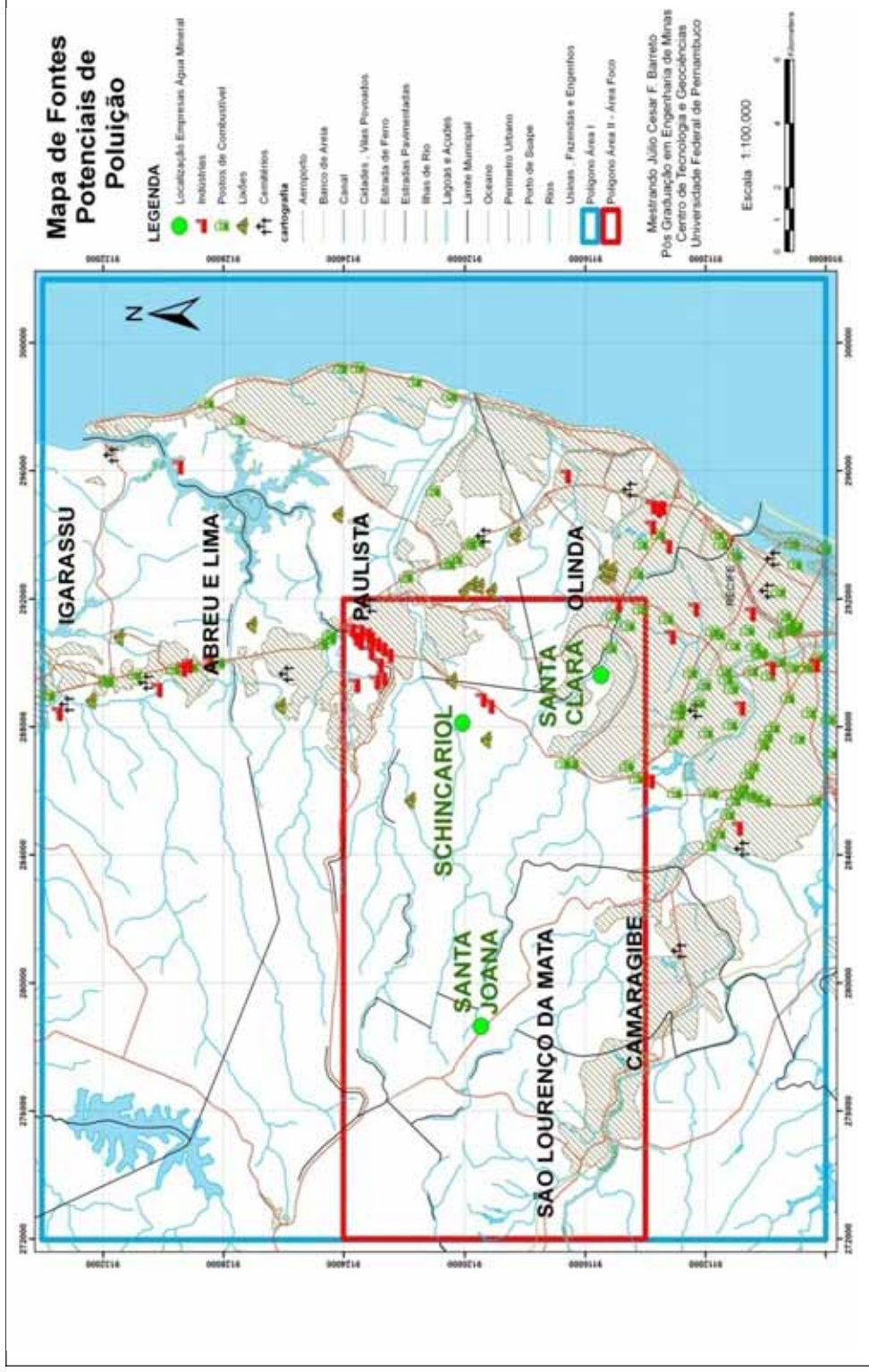


Figura 02 – Mapa de Fontes Potenciais de Poluição da Área de Estudo.

Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

5. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

5.1. HIDROGRAFIA

Um levantamento mais detalhado sobre a hidrologia da área, através dos estudos granulométricos e faciológicos da sedimentação dos rios, diz respeito a possíveis **exutórios através das perdas de águas presentes nos aquíferos** mais superiores para os rios relacionados à área, próximos aos aquíferos, ou mesmo utilizando da operação inversa (saída d'água procedentes dos rios para os aquíferos inferiores), bem como, formas de possíveis contaminações através da transmissividade das áreas saturadas.

A área de estudo é cortada pôr uma rede hidrográfica compreendendo os Rios **Capibaribe** (área central sul), seu o principal rio, responsável por grande parte da sedimentação recente, através da Planície de Inundação, ao longo de todo o seu percurso e áreas proximais (**Figura 03**). O **Rio Beberibe** (norte e noroeste da cidade do Recife), presente na planície do Recife e sua foz em Olinda, e os rios, **Jordão, Jiquiá e Tejió** (sul e sudeste da área de estudo), os quais estão localizados em áreas próximas a área de estudo, sendo o ultimo destes, o de maior extensão. São rios de pouca expressão em relação a sua sedimentologia de fundo e não trazem sedimentação grosseiras na área de interesse, exibindo grande quantidade de finos (silte e argilas) próximo a área de inundação, apresentando transporte e energia de baixa capacidade, de acordo com consultas realizadas através de estudos batimétricos feito em dezenas das bacias hidrográficas da região ao longo de várias décadas

A Bacia do **Rio Goiana** tem como principais cursos d'água os rios Capibaribe - **Mirim, Siriji, tracunhaém e Goiana**, localizados na parte norte da área de estudo, apresentando uma área de 2.847,53 Km².

O **Rio Goiana** é formado a partir da confluência dos **Rios Tracunháem e Capibaribe - Mirim**, e apresenta uma extensão de aproximadamente 18 km até a sua foz, no oceano atlântico (Levantamento Hidrográfico no Estado de Pernambuco, 2007).

5.1.1. BACIA DO RIO CAPIBARIBE

Entre todos os rios da região, o **Rio Capibaribe** será o melhor apresentado, pois foi seu estudo atual, que possibilitou maiores significados no desenrolar das observações aqui apresentadas, principalmente no que diz respeito à presença da formação de grandes pacotes arenosos geralmente superficiais existentes na área de estudos (**bordas das bacias sedimentares PE e PB**) onde, em muitos locais seus sedimentos constituem um excelente aquífero, descartando a princípio a possibilidade de serem confundidos com decomposição de rochas do embasamento cristalino, conforme acreditam alguns estudiosos. Fato esse totalmente improvável, constatado através do material encontrado em vários poços tubulares perfurados no presente na área Industrial do bairro do Curado, que contradizem o apresentado em trechos do **Mapa Geológico da Cidade do Recife**, como decomposição de rochas do embasamento cristalino (Alheiros, 1995).

Por ter como o seu principal Rio o Capibaribe, a área de concentração do presente estudo, pode ser considerada inserida completamente na Bacia do Capibaribe, a qual apresenta grande extensão e presença de vários rios menores, e pequenos riachos que deságuam ao longo do seu percurso. A Bacia do Capibaribe, com aproximadamente 7.716 Km², (7,85 % da área total das Bacias Hidrográficas do estado de Pernambuco), desde a sua nascente até sua foz, no oceano atlântico, percorre cerca de 253,5 Km, dividindo-se em 3 (três) segmentos ao longo do seu percurso (Estudos das Bacias Hidrográficas do Estado – Secretaria de Ciência e tecnologia e Meio Ambiente - SECTMA, 2006), a saber:

- Alto Capibaribe: compreendendo desde sua nascente até o município de Toritama-PE.
- Médio Capibaribe, compreendendo os Municípios de Toritama até Limoeiro (agreste do estado), e por fim o

- Baixo Capibaribe, iniciando a partir de Limoeiro até sua foz, considerada área da Planície do Recife, com descarga de 2,71 m³/s (fonte: HIDROREC I).

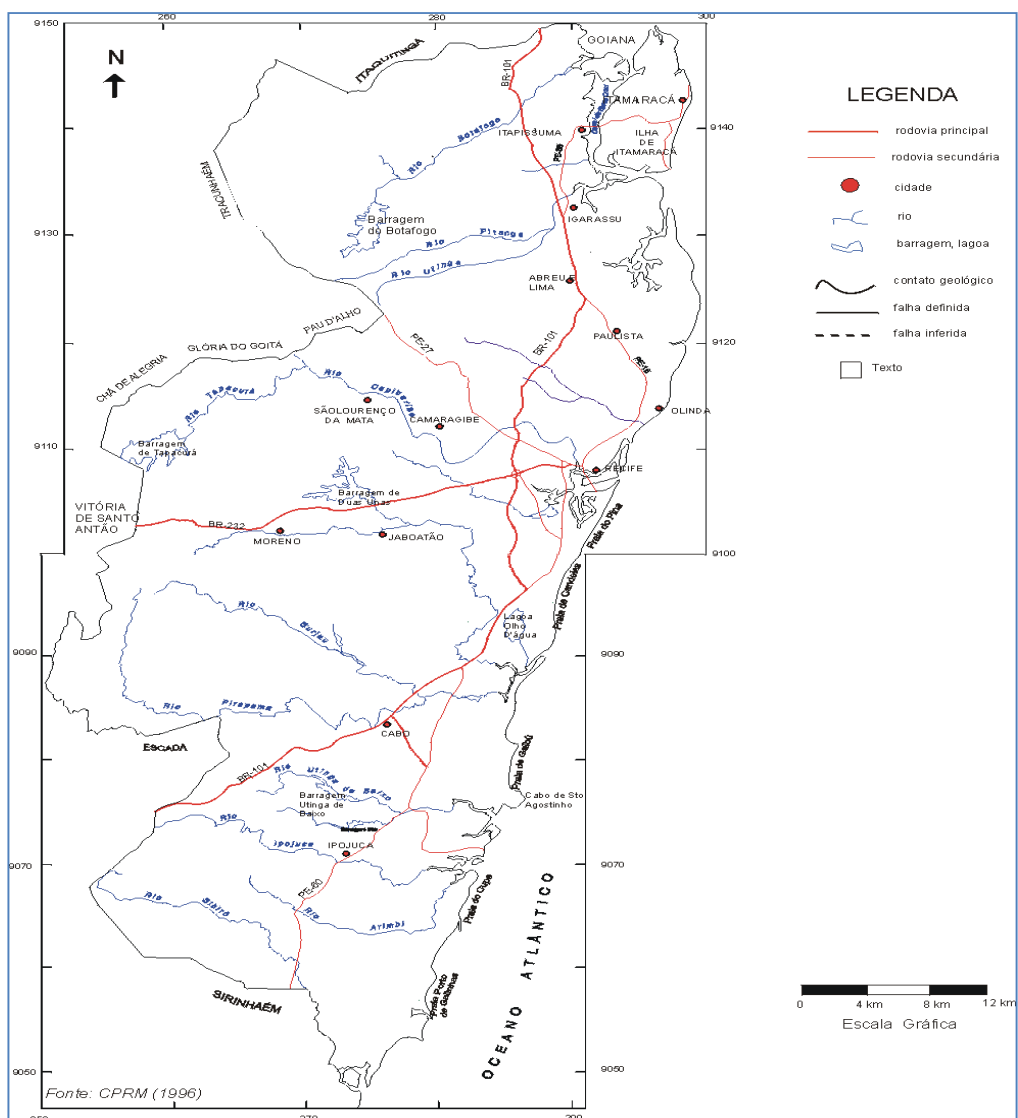


Figura 03 – Mapa Hidrográfico da Região Metropolitana do Recife.

Fonte SGB – CPRM / SIGA (2003)

Assim, vale ressaltar que em relação aos rios existentes na área de estudo, o Rio Capibaribe é o que merece maior atenção, como fonte de transporte e sedimentação para a formação de aquíferos superiores, principalmente os aquíferos freáticos (**Aquífero Boa Viagem**). Este fato pode ser confirmado através do transporte e sedimentação, provocado por sua alta energia, ao longo do seu curso (nascente/foz),

o que pode haver concorrido à formação da área de inundação, onde grande número de sedimentos argilosos e arenosos (**aluviões**) foram transportados ao longo do seu curso para a Planície do Recife, formando nos tempos atuais áreas ricas em Águas Subterrâneas, sobretudo no lençol freático com altas taxas de explorações, utilizado geralmente nas construções de poços amazonas.

Os estudos realizados ao longo do **Rio Capibaribe** (principalmente nos últimos 10 km), apresentados neste capítulo, ainda são incipientes para obtenção de respostas conclusivas, quanto à origem dos sedimentos arenosos (areia grossa) encontrados nos poços tubulares próximo ao Rio Capibaribe (Distrito Industrial do Curado).

5.2. GEOMORFOLOGIA

A Geomorfologia é o resultado final do processo da degradação e decomposição dos sedimentos, podendo está ou não associada ao transporte e deposição. A área de estudo, em termos morfológicos, apresenta sua porção centro oeste com feições características predominante de áreas baixas, com cotas inferiores a 10 metros, mostrando relevos planos, constituídos por depósitos recentes de sedimentos quaternários, que coincidem com as planícies de inundações dos vales de antigos rios e riachos (Figura 04).

5.2.1. MORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

A morfologia da área de estudo como está relacionadas às três áreas sob o ponto de vista geomorfológico, **(1) Tabuleiros e (2) Morros, e uma terceira de menor proporção (3) Planície Aluviais**, interpretada por alguns geomorfólogos como pertencentes à área de tabuleiros, devido à baixa altitude, existente a Noroeste da Planície do Recife, **(Empresas de Água Mineral Santa Clara e Lisboa)**, no bairro de Dois Unidos e linha do tiro no município de Recife (Figura 04).

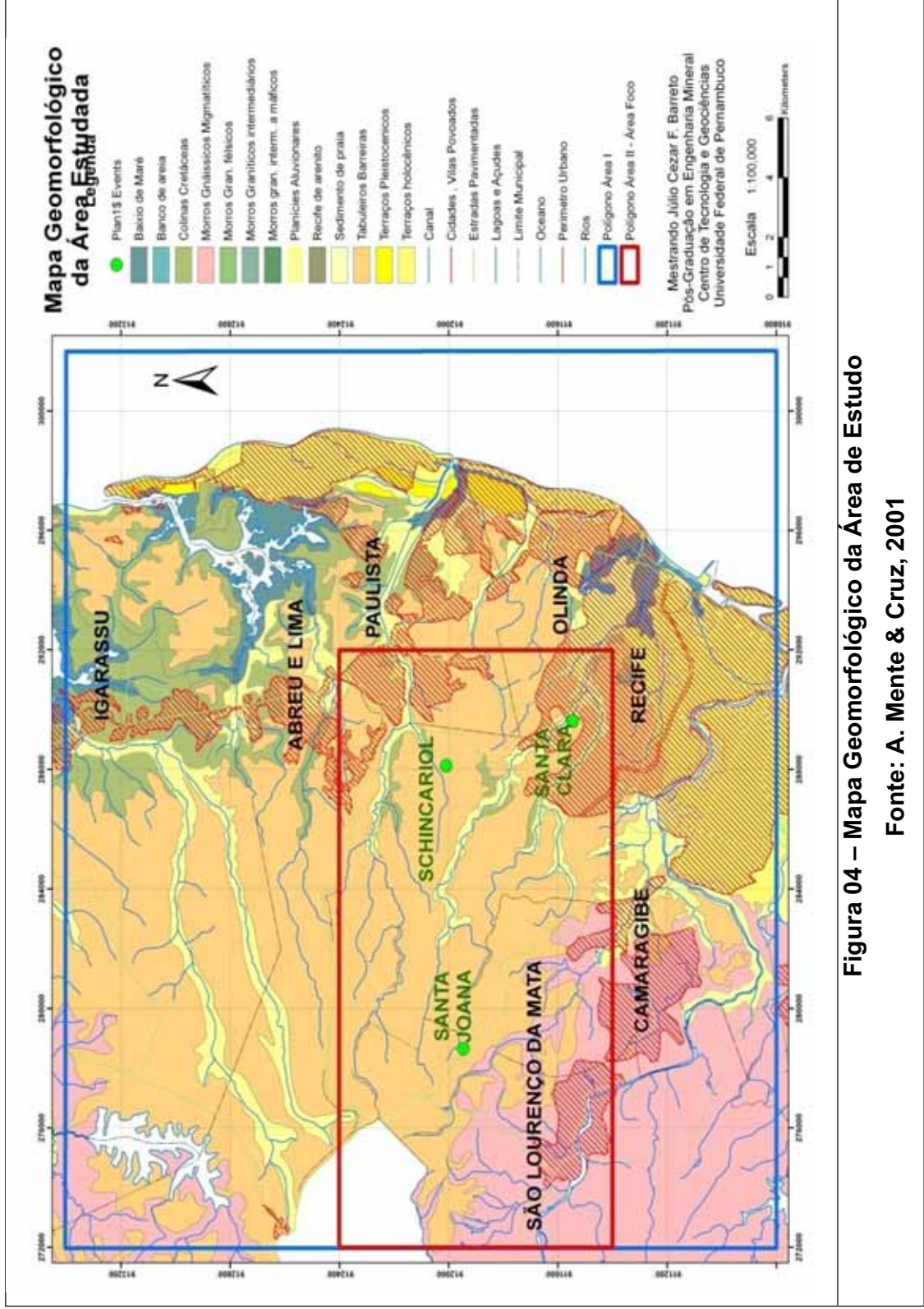


Figura 04 – Mapa Geomorfológico da Área de Estudo
Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

5.2.1.1. TABULEIROS

É a principal unidade geomorfológica da área de estudo, sendo delimitados com base nas superfícies planas ou quase planas dos interflúvios. Suas limitações acham-se entre as vertentes que estão localizadas entre os tabuleiros e as planícies aluviais (parte mais baixa). Sua forma é alongada com **direção geral SW-NE**, obedecendo à direção da rede de drenagem, formando um paredão subparalelo, consequência do controle estrutural (CPRM/SGB-SIGA, 2003). Os vales resultantes dessa drenagem apresentam-se bem encaixados com vertentes abruptas, com altitudes em torno de 140 metros principalmente ao Norte e Sul da Planície do Recife geralmente fora das limitações da área de estudo.

Os **Tabuleiros** geologicamente estão representados pelo Grupo Barreiras, encontrando-se bastante dissecados na área de estudo, com manto de regolito com espessura entre 2 a 6 metros, onde estão desenvolvidos os **solos podzólicos** com boa drenagem. Nos topos tabulares mais planos, a vegetação nativa foi substituída pelo cultivo predominantemente da cana de açúcar e cultura de subsistência (milho, feijão e mandioca), o que vem provocando processos de erosão laminar (periferia norte e sul da área de estudo), com tipos de vegetação que ainda guardam resquícios da reserva Mata Atlântica que serve de área de proteção de mananciais (CPRM/SGB-SIGA, 2003).

5.2.1.2. MORROS

Esta unidade morfológica apresenta-se de forma mais arredondada nos topos das colinas individualizadas, presente predominantemente no limite oeste e sul da área de estudo, apresentando-se com declividades suaves em forma de meia-laranja (feições típicas de relevo cristalino), exibindo quase sempre processos de intemperismo químico predominante. São formas que indicam ter sido retrabalhadas pôr ação de intensa drenagem, provocando o recuo das vertentes e pelo escoamento superficial, devido á ação do clima quente e úmido fortemente atuante na região ((Hidrorec II, Costa, et. al., 2002).

Os **Morros** estão localizados na região mais extrema da área estudada, seus solos são predominantemente argilosos nos topos das colinas, denominados de **argisolos e latossolos** nas encostas, sendo os processos de coluviamento bastante atuantes, formando rampas de colúvio com extensões que atingem dezenas de metros. Nesses morros a vegetação é formada predominantemente pela cana de açúcar, com áreas degradadas pôr processos provocado pelo uso intenso do solo através da ação antrópica, utilizando-se de sistemas semi-mecanizados (Hidrorc II, Costa et.al, 2002)

5.2.1.3. SOLO E VEGETAÇÃO

Os tipos de Solos e Vegetação de uma região são condicionados pelo **binômio Geologia e Clima**. Nas áreas da planície flúvio-marinha em questão, ocorre um tipo de solo geralmente arenoso, com vegetação nativa rala e herbácea, como um todo, enquanto que, nas partes mais baixas e alagadas, sob influência das águas das marés, desenvolve-se uma vegetação típica de solos orgânicos, vadosos e limoso, denominado de mangues (Costa et al., 2002)

5.2.1.4. INFILTRAÇÃO

Este item é um fator preponderante para a formação dos aquíferos, sendo melhor referenciado no capítulo relacionado com águas subterrâneas, pois a quantidade de água infiltrada que chega efetivamente a esses reservatórios é o principal parâmetro de recarga dos aquíferos, seja ela de lençol freático ou mesmos de aquíferos livres com grandes profundidades, encontrados muitas vezes aflorando em alguns pontos da bacia (Formação Beberibe, Bacia Paraíba). Segundo Batista (1984), esta infiltração poderá ser estuda em duas situações distintas:

- Região coberta principalmente pelos sedimentos da Formação Barreiras, formados por tabuleiros e colinas em áreas urbanizadas, com presença de áreas vegetais ainda não destruídas pelo homem. Nesta situação considera-se que quase a totalidade das águas que não foram conduzidas para os rios e riachos,

são infiltrados, devido à presença da camada arenosa (geralmente área de periferia, sem maiores edificações).

- Região composta por sedimentos quaternários, geralmente planos (Planície de Inundação), bastante urbanizados, predominando sedimentos arenosos, considerada como área de risco de contaminação, geralmente apresentando elevada vulnerabilidade. Nesta situação, poderá acontecer que apenas uma percentagem da água será infiltrada, levando-se em conta a impermeabilidade do solo (áreas edificadas com construções e pavimentação de ruas), para o cálculo percentual de infiltração (Batista, 1984).

5.3. CLIMATOLOGIA

A área de estudo encontra-se inserida totalmente na zona fisiográfica Norte da RMR, sendo, o seu clima considerado tipicamente litorâneo, com chuvas de monções durante quase todo o ano, classificado segundo Köppen do tipo Ams' quente e úmido. Foram utilizadas como base as informações climáticas da estação meteorológica do Recife N. 82.900, mostrando seus dados variando entre 1961 a 1990 (DNPM, 1992), sendo apresentados os valores da tabela de (Hidrorec II, costa 2002), com os principais agentes responsáveis pelo Clima, dentre eles: **(1) Precipitação, (2) Evaporação, (3) Temperatura, (4) Umidade Relativa do Ar e (5) Insolação**, não havendo alterações acentuadas ao longo das últimas duas décadas (1990-2010).

Vale salientar que as informações atuais encontram-se um tanto defasadas em relação aos agentes climáticos, tendo sido apresentado a tabela anterior **(Tabela 02)**, por não carência de informações concretas dos parâmetros atuais, o que para o desenvolvimento do presente trabalho, não interferiu nos resultados e conclusão obtidos, sendo apresentada a evolução gráfica durante esse período **(Gráfico 1)**.

5.3.1. PRECIPITAÇÃO

Os valores anuais médios de precipitação nos municípios da RMR, onde a área de estudo encontra-se inserida, atingem valores acima de 2.450 mm, apresentando-se bastante irregular ao longo do tempo, com períodos bastante distintos, segundo Costa,

2002. O **primeiro** deles, (a) compreende uma estação chuvosa, correspondendo ao inverno, atingindo os meses entre março a agosto, com a máxima pluviometria ocorrendo no mês de junho, excedendo a evaporação. O **segundo** (b), compreende à estação seca ou de estiagem, correspondendo ao verão, ocorrendo entre setembro e fevereiro, com a mínima precipitação em novembro (Hidrorec II), durante o período entre de 1961 a 1990, com mínimas variações nas últimas duas décadas (**Gráfico 01**).

5.3.2. EVAPORAÇÃO

A principal perda do balanço hidrológico está representada pela evaporação das superfícies livres. A intensidade da evaporação cresce com a quantidade de calor, a temperatura do ar e a velocidade dos ventos, diminuindo com o aumento da umidade relativa. A **Tabela 02** nos mostra as médias mensais e totais anuais de evaporação medidas em evaporômetro de Piche e também as observadas em tanque evaporímetro classe A, apresentando as variações de comportamento mensais de evaporação entre os anos 1960 a 1990 (Hidrorec II).

5.3.3. TEMPERATURA

A temperatura média mensal varia pouco atingindo a máxima média mensal de 26,6 ° C nos meses de janeiro e fevereiro, e mínima média mensal de 23,9° C nos meses de agosto, com uma média anual de 25,5° C. Verificando-se o trimestre mais frio, o que se inicia no mês mais chuvoso (junho), sendo, portanto; os meses de junho, julho e agosto, atingindo o seu auge no mês de agosto (**Tabela 02**). A partir do mês de setembro a temperatura começa a se elevar atingindo o pico em janeiro a fevereiro.

5.3.4. UMIDADE RELATIVA DO AR

A Umidade relativa do ar é utilizada para definir o teor de umidade do ar através do vapor d água contido na atmosfera. As médias mensais da umidade relativa do ar no Recife estão oscilando ente 73% a 85 %, com média anual de 79,8 %. Para o mesmo período (**Tabela 02**), verifica-se que os menores índices de umidade relativa de

ar coincidem com a estação mais seca (verão), e os maiores índices correspondem às estações chuvosas (inverno).

5.3.5. INSOLAÇÃO

A insolação média anual é em torno 2.463,3 h, com máxima no mês de novembro e mínima durante o mês de agosto. Analisando os valores fornecidos na **Tabela 02**. Observa-se a coincidência do semestre de menores taxas de insolação com a estação chuvosa (inverno), bem como, o semestre de maior insolação com o período seco (verão). A elevada Taxa de Insolação média anual é consequência do posicionamento geográfico da área, a qual se encontra relativamente próxima à faixa equatorial. A insolação é diretamente proporcional a temperatura na região estudada, mostrando valores baixos nos meses chuvosos (inverno), quando ocorrem valores menores de temperatura, enquanto nos meses de estiagem (estação seca), os valores de insolação e temperatura são elevados.

Tabela 02 - Médias Mensais Climatológicas de 1961 a 1990, na Estação Meteorológica de Recife/PE (DNMET, 1992).

MESES	DADOS CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS					
	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)		Temperatura (°C)	Umidade (%)	Insolação (h)
		Potencial	Real			
JAN	103,4	131,9	103,4	26,6	73,0	246,3
FEV	144,2	114,2	114,2	26,6	77,0	210,8
MAR	264,9	97,8	97,8	26,5	80,0	203,9
ABR	326,4	155,2	155,2	25,9	84,0	185,2
MAI	328,9	70,2	70,2	25,2	85,0	186,6
JUN	389,6	76,4	76,4	24,5	85,0	168,3
JUL	385,6	90,9	90,9	24,0	85,0	169,8
AGO	213,5	113,9	113,9	23,9	85,0	108,1
SET	122,5	113,3	113,3	24,6	78,0	216,6
OUT	66,1	138,4	66,1	25,5	76,0	247,3
NOV	47,8	144,1	47,8	25,9	74,0	265,8
DEZ	65,0	143,4	65,0	26,3	75,0	255,2
ANUAL	2.457,9	1.389,7	1.000,3	25,5	79,8	

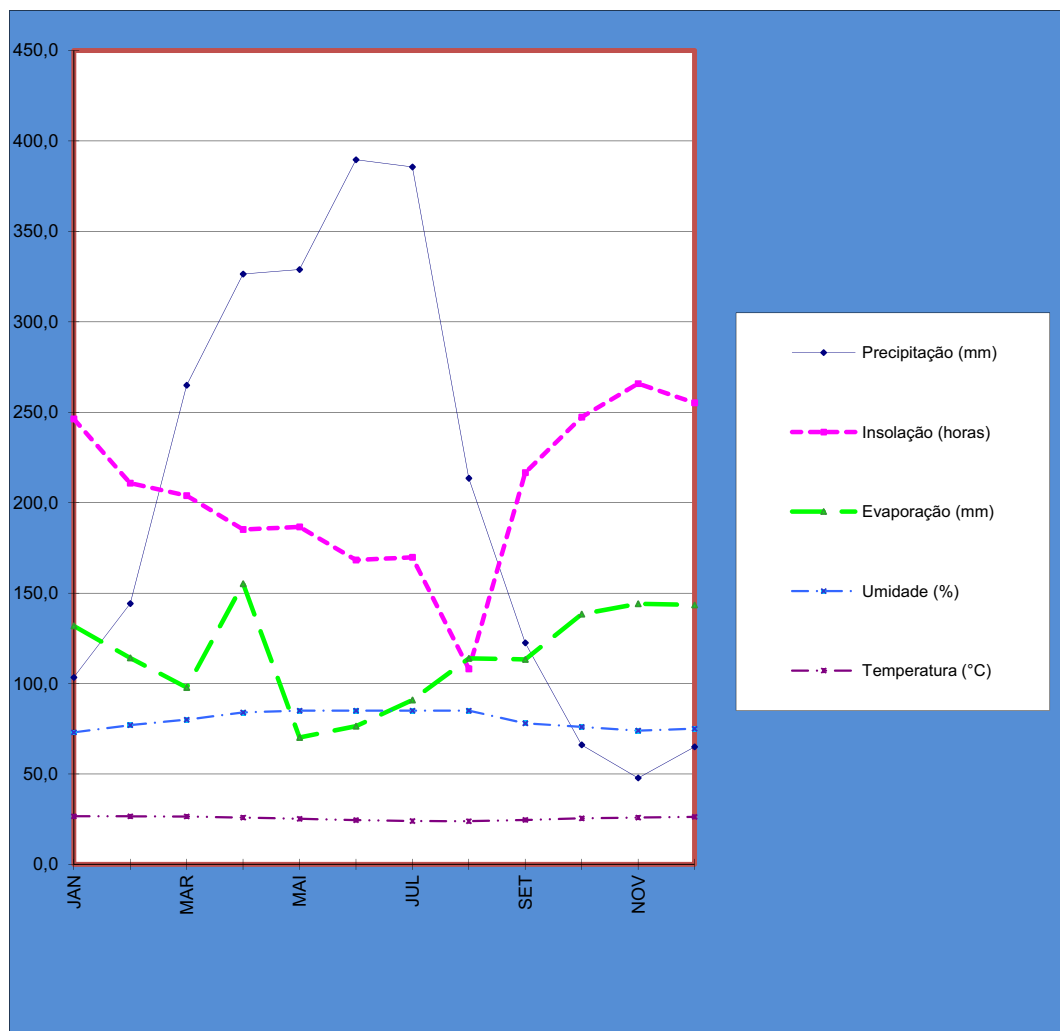


Gráfico 01 – Dados de climatologia do período de 1961 a 1990. Dados de Precipitação, Insolação, Evaporação, Umidade e Temperatura provenientes da Estação Metrológica de Recife/PE. Fonte: Hidrororec II.

6. GEOLOGIA

6.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Para que venhamos a entender melhor o estudo das Águas Minerais se faz necessário ter um entendimento preliminar da **geologia da área de pesquisa**, bem como de sua **evolução histórica** no que concerne ao seu caráter geológico e hidrogeológico em função do tempo geológico, através da formação dos aquíferos definidas a seguir.

6.2. FAIXA SEDIMENTAR COSTEIRA AO NORTE E AO SUL DO LINEAMENTO PERNAMBUCO

Para se falar sobre água subterrânea se faz necessário saber onde elas estão localizadas, ou seja, quanto à geologia da área, sua Hidrogeologia e comportamento de armazenamento de suas águas, identificando seus posicionamentos geológicos e estruturais, sua distribuição espacial dentro da área de estudo.

A Faixa Sedimentar Costeira presente ao sul do **Lineamento Pernambuco** denominada de **Bacia Pernambuco**, terminologia atual, (Mario Filho, 1998), possui características não compartilhadas pela seqüência sedimentar presente ao norte do Lineamento Pernambuco (falhamento leste-Oeste), correspondente a **Bacia Paraíba** (Lima Filho et al., 1998), abrangendo parte da Faixa Costeira dos Estados de Pernambuco e da Paraíba.

6.3. DESCONTINUIDADE DA FAIXA SEDIMENTAR COSTEIRA

A Faixa Sedimentar localizada ao sul do Lineamento Pernambuco, pertencente à Bacia Pernambuco (**Figura 05**), se diferencia em estrutura e estratigrafia da Bacia

Paraíba considerada de **aspecto homoclinal**, conforme foi mencionado anteriormente (**Figura 06**), bem como as demais bacias localizadas ao norte do Lineamento, (truncada por um grabem) alongado, de direção NNE (Grabem de Cupe), observado, possuindo unidades lito-estratigráfica fanerozoicas mais antigas de toda a Faixa Costeira Pernambuco-Paraíba (Lima Filho, 1998).

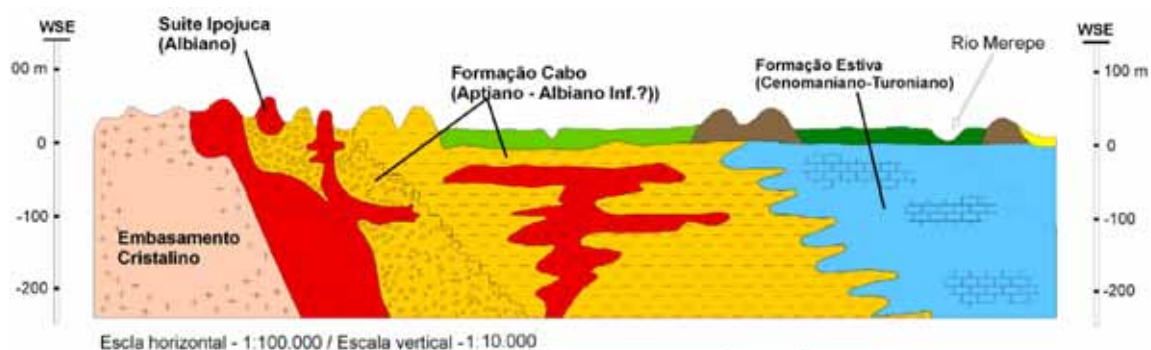


Figura 05 – Corte geológico em área continental da Bacia Pernambuco.

Fonte: Barbosa, J. A. 2004.

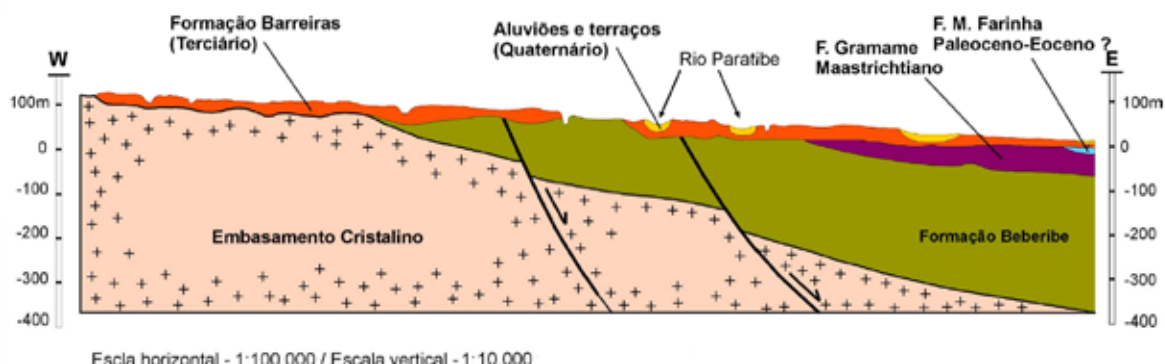


Figura 06 – Corte geológico E-W em área continental Bacia Paraíba.

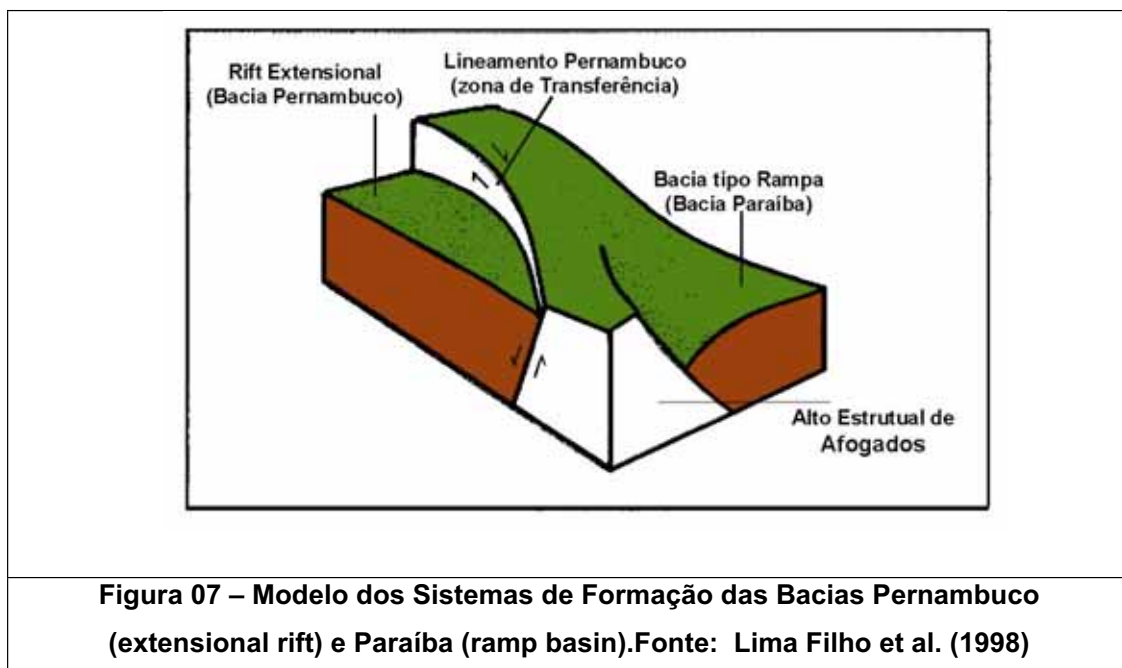
Fonte: Barbosa, J. A. 2004.

Com os crescentes avanços dos conhecimentos sobre a Faixa Sedimentar Pernambuco e Paraíba ficaram evidentes a existência de duas bacias, **separadas pelo Lineamento Pernambuco** (Rand, 1976; Rand, 1978, Lima Filho, 1996, 1998^a, 1998b. 1998), conforme definiu A. Barbosa, 2004. As evidências ocorrem ao sul de Recife até o Alto de Maragogi, através de características estratigráficas e estruturais marcantes e particulares das rochas sedimentares e vulcânicas, as quais Lima Filho (1998), definiu como bacia de comportamento estratigráfico e estrutural diferenciado, abolindo o termo

Sub Bacia Cabo, adotando a terminologia de Bacia Sedimentar Pernambuco, ou simplesmente Bacia Pernambuco, enquanto que a área Norte do Lineamento faria parte de outra bacia denominada de Paraíba.

Quando as colunas lito-estratigráficas são analisadas separadamente, é totalmente possível notar-se a grande disparidade de suas características estratigráficas (idade dos extratos, características deposicionais, litologia, paleofauna, etc.), o que comumente não é observado quando estas bacias estão apresentadas em uma única coluna estratigráfica, onde se sobrepõem as rochas que afloram ao norte de Recife às rochas que aparecem apenas ao sul do Lineamento Pernambuco (Asmus & Carvalho, 1977; Feijó, 1994; Mabesoone, 1996; Ojeda y Ojeda, 1981, apud Lima Filho 1998 , conforme observa-se em suas Colunas Estratigráficas (Mabesoone & Alheiros 1988), e blocos esquematizados representando as Bacias Pernambuco e Paraíba (Tabela 03).

A ilustração da **Figura 07** abaixo mostra o **Rift da Bacia Pernambuco**, enquanto na **Bacia Paraíba aparece como uma rampa** de blocos falhados de gradiente muito suave (Rand, 1976,1978), que só viria a receber sedimentação marinha, na área hoje denominada como sua porção continental, a partir do Campaniano-Mastrichtiano (Barbosa, 2004).



IDADES		Bacia Cabo	Bacia PE/PB	Litologia	
		Unidade Estratigráfica			
Quaternário	Holoceno	Recifes		Arenitos com cimentação carbonática	
		Mangues		Areias finas, siltes e argilas orgânicas	
		Depósitos flúvio-lagunares		Areias, siltes e argilas orgânicas	
		Terraços marinhos holocênicos		Areias de praia com conchas	
		Terraços marinhos pleistocênicos-modificados		Areias de praia com intercalações de argilas orgânicas	
	Terraços marinhos pleistocênicos		Areias de praia com cimentação por ácido húmico e Fe ₂ O ₃		
Terciário	Pleistoceno	Fm. Barreiras		Areias quartzosas a subarcosianas de coloração creme	
				Areias quartzosas a subarcosianas, com cores vivas variando entre o alaranjado, vermelho e roxo em função dos diferentes estágios de oxidação do ferro.	
				Argilas maciças e siltes, de cores variadas.	
				Diamictitos, com densidade de cascalho/seixos, onde a matriz é geralmente constituída por material argilo-arenoso avermelhado	
		Plioceno			
		Mioceno		???	
Terciário	Oligoceno				
	Eoceno	???	Fm. Maria Farinha	Seção inferior com calcários detríticos, relativamente puros, e uma seção superior com calcários margosos e argilas. Toda a sequência é bastante fossilífera de macrofósseis e microfósseis	
	Paleoceno				
	Cretáceo	Maestrichtiano		Fm. Gramame	Calcários margosos a argilosos de cor cinza. Conteúdo de fósseis variado porém com poucos macrofósseis
		Campaniano		Fm. Beberibe	Arenitos médios a finos com cimentação carbonática. Calcarenitos quartzosos. Siltitos e argilitos
Santoniano			Arenitos continentais quartzosos, médios a finos, com intercalações de siltitos e folhelhos		
Coniaciano		Fm. Algodóais	???	Arenitos friáveis, maciços, compostos de fragmentos de quartzo e feldspato em matriz argilosa, cor avermelhada	
Turoniano		Fm. Estivas		Suite Ipojuca	Suite Ipojuca - Rochas vulcânicas de composição variável, desde básica - basaltos, andesitos e traquitos, até ácidas - riolitos, apresentando-se como derrames, sills e diques
Cenomaniano					Fm. Estivas - Arcóseos carbonáticos na base, crescendo verticalmente a participação até caracterizar, no topo, margas e calcários dolomíticos fossilíferos.
Albiano					
Aptiano		Fm. Cabo			
Pré-Cambriano		Embasamento Cristalino		Granitos, granodiorito, gnaisses e migmatitos	

TABELA 03 – Coluna Lito-Estratigráfica das Bacias Pernambuco e Paraíba.

Fonte: Monteiro. 2000.

TABELA 03 – Coluna Lito-Estratigráfica das Bacias Pernambuco e Paraíba.

Fonte: Monteiro. 2000.

6.4. GEOLOGIA REGIONAL

Regionalmente a área de estudo encontra-se inserida na província da Borborema, definida pôr Almeida (1977, op. cit, Lima Filho, 1998), como porção nordeste da Plataforma Sul-Americana, ocupando a região nordeste oriental do Brasil. Está constituída na área periférica da planície aluvionar nos tabuleiros e morros (áreas circundantes), pôr rochas do embasamento cristalino, e pôr rochas sedimentares sobrepostas, pertencentes às bacias costeiras Pernambuco e Paraíba,

individualizadas, distintas e diferenciadas em suas estruturas e estratigrafia (exceto sedimentos recentes), presentes em ambas as bacias, separadas pelo Lineamento Pernambuco com direção Leste-Oeste.

6.4.1. CARACTERIZAÇÃO: EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

Para uma melhor compreensão dos trabalhos a serem desenvolvidos, sobre a Geologia da área de estudo, esta foi subdividida em **3 (três) "Domínios Geológicos Regionais"**, apresentando características distintas, os quais se apresentam abaixo:

- Embasamento Cristalino - Presente a Oeste - Sul e Sudoeste da área estudada.
- Bacia Pernambuco - Presente abaixo do Lineamento Pernambuco, servindo como área de correlacionamento entre as bacias.
- Bacia Paraíba - Presente acima do Lineamento Paraíba.

6.4.2. EMBASAMENTO CRISTALINO

Segundo Lima Filho (1998), o Embasamento Cristalino, compreende rochas de origem pré-cambrianas, formando um mosaico de terrenos gnáissico migmatítico-granítico, definidos de "**maciços**", presente e aflorante a oeste da área de estudo, em alguns pontos com características de rocha sã, e em outros locais já com certo grau de alteração. Em se tratando de uma área um pouco maior, este embasamento, começa a ser observado, não só pela afirmação acima, pois abrangerão limites de maiores amplitudes, representado por litotipos dos complexos Gnáissico-Migmatito, Belém de São Francisco e Vertentes, mostrando conforme o Relatório da CPRM / SGB-SIGA, 2003; além de granitóides diversos, aflorantes ou recobertos por sedimentos meso-cenozóicos das bacias costeiras Pernambuco e Paraíba, apresentando afloramentos geralmente nas bordas dessas bacias sedimentares, aumentando sua profundidade em relação ao oceano atlântico (W-E), conforme mostra mapa de contorno estrutural do cristalino (**Figura 08**).

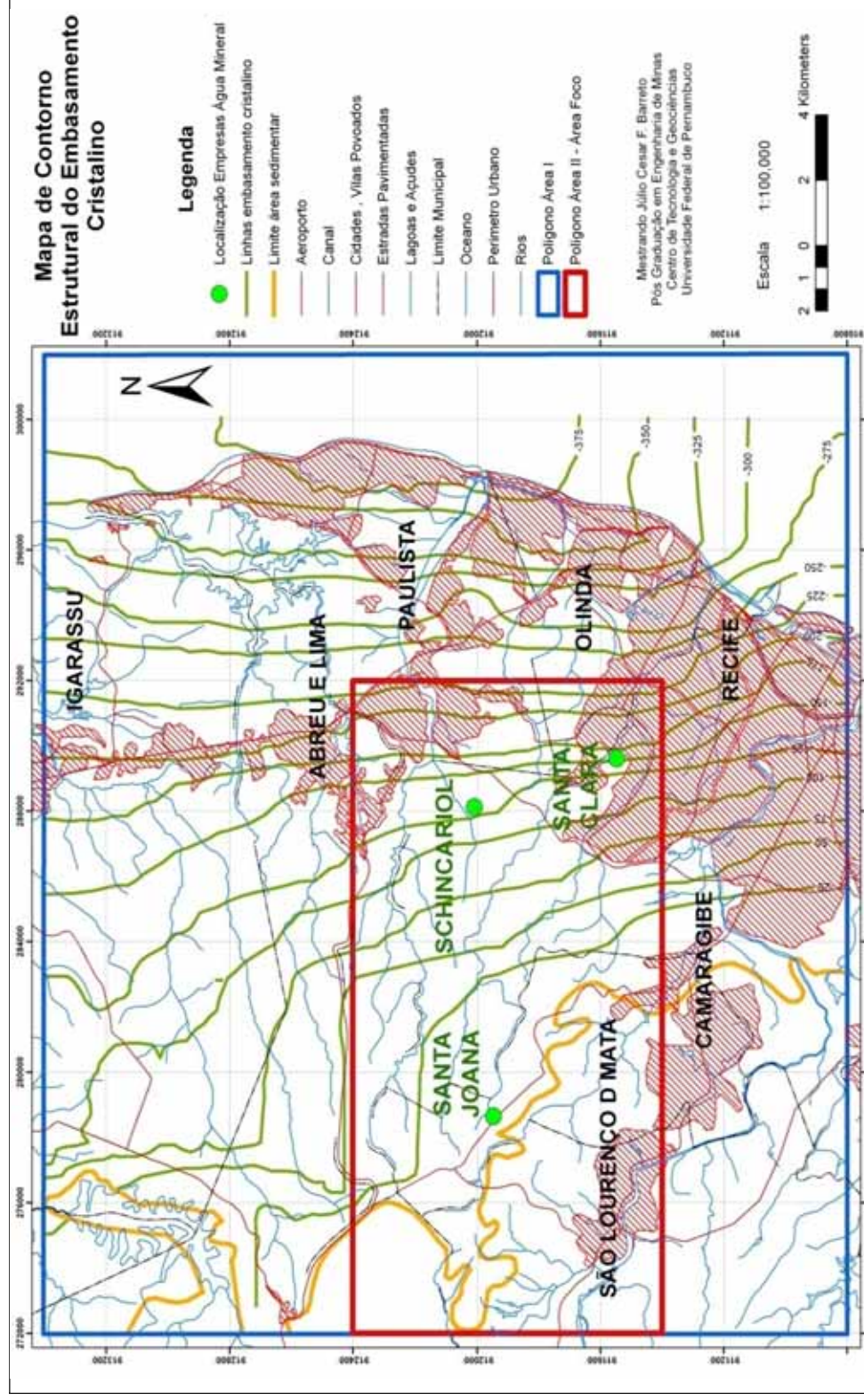


Figura 08 – Mapa de Contorno Estrutural do Embasamento Cristalino.

Fonte: A. Mente & Cruz. 2011

Segundo Santos (2000), o Lineamento Pernambuco, é a principal feição estrutural presente ao sul da área de estudo, constitui o elemento balizador entre os terrenos geológicos Rio Capibaribe e Pernambuco/Alagoas a sul, também utilizado por Lima Filho (1998) para individualizar as citadas bacias acima.

O Embasamento Cristalino está representado por dois grandes complexos. (1) O primeiro mais antigo, é o Complexo Gnáissico Migmatítico do Paleoproterozoico, situado ao norte do Lineamento Pernambuco, constituído por ortogneisses de composição granítica e tonalítica, por vezes monzoníticos e dioríticos, migmatizados, não individualizados. (2) O segundo, á sul do Lineamento, composto pelo Complexo Belém de São Francisco, com idade mesoproterozóica (bem mais jovem), definido por Santos (1995), está constituído por ortogneisses e migmatitos com relíquias de supracrustais..

Santos (op. cit), ainda faz menção a presença de uma pequena porção no extremo NW da RMR, a sul do município de Araçoiaba-PE, onde aflora uma seqüência metavulcano-sedimentar do Complexo Vertente, de idade mesoproterozóica, que compreende quartzitos, metapelitos e metavulcânicas diversas.

Enquanto na região sul do Lineamento Pernambuco, no domínio do Terreno Pernambuco-Alagoas, ocorrem batólitos granitóides, como também quartzodioritos individualizados por Rocha (1990), mostrados pela CPRM / SGB – SIGA, 2003.

6.4.3. BACIA SEDIMENTAR PERNAMBUCO

A Bacia Pernambuco (Lima Filho, 1998), datada do **período Cretáceo é do tipo Rift**, ocupa toda a faixa costeira sul do Estado de Pernambuco, possuindo uma forma alongada na direção N40E com espesso pacote sedimentar atingindo mais de 3.000 metros. Abrange as seguintes unidades lito-estratigráficas: **Formação Cabo** do Aptiano, **Formação Estivas** do Cenomaniano/Turoniano, a **Suíte Ipojuca**, formada por vulcanismo que ocorreu do Aptiano até o final do Turoniano, a **Formação Algodoads**, do Cenomaniano.

A Formação Barreiras do Pleistoceno/Terciário e **Sedimentos Quaternários recentes**, fazem parte das duas bacias sedimentares (Pernambuco e Paraíba), portando será melhor definida durante a exposição da Bacia Paraíba, na descrição da geologia local, no decorrer do presente estudo.

6.4.4. BACIA SEDIMENTAR PARAÍBA

Classificada como do tipo flexural (Mabesoone, 1995), esta bacia congrega um pacote de rochas sedimentares meso-cenozóicas, que ocupa uma faixa de aproximadamente 30 km de largura (norte-sul).

Barbosa (2004), durante sua apresentação de dissertação de mestrado, já utilizou a denominação mais atual para a Bacia Pernambuco-Praíba, reconhecida como Bacia Paraíba (Lima Filho, 1998), ratificando sua característica estrutural diferenciada (**sistema homoclinal**), de todas as bacias costeiras brasileiras, apresentando limite sul com o Lineamento Pernambuco, o qual serve como referencia de limite divisor entre as duas bacias aqui referenciadas. Estratigraficamente está representada pelos sedimentos do Grupo Paraíba (Oliveira & Leonardo, 1943), que compreende uma seqüência terrígena basal (Formação Beberibe) e uma seqüência carbonática (Formações Gramame e Maria Farinha), que juntas formam uma pilha sedimentar que pode atingir cerca de 400 metros de espessura, na sua porção emersa mais profunda (Souza, 1999), apresentado durante a Dissertação de Barbosa (2004).

6.5. GEOLOGIA LOCAL

6.5.1. EMBASAMENTO CRISTALINO NA ÁREA DE ESTUDO

Na área de estudo a presença do embasamento cristalino se faz representada, através de rochas quase sempre intemperizadas localizado em geral nos morros, com forma bastante peculiar (“meia laranja”) ou encobertos pelo espesso pacote de rochas sedimentares da Bacia Paraíba presente, conforme poderá ser observado no Mapa Geológico da área (**Figura 09.**), ou ainda nas áreas periféricas que a bordeja.

6.5.2. FORMAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DA BACIA PARAÍBA

A Bacia Paraíba conforme visto anteriormente está localizada na parte acima do lineamento Pernambuco, formada por rochas correspondendo as Formações Geológicas **Beberibe, Gramame, Maria Farinha, Barreiras e Sedimentos recentes quaternários**, mostradas a seguir (Figura 09).

6.5.2.1. FORMAÇÃO BEBERIBE

A seqüência clástica Inferior da Bacia Paraíba, conhecida como Formação Beberibe, está representada por um pacote sedimentar assentado discordantemente sobre o embasamento cristalino. Esta formação apresenta idade Neocretácea mais precisamente Santoniana-Campaniana de caráter predominantemente terrígeno e continental, representada por um depósito fluvial com espessura máxima de 450 metros, com média entre 200 a 300 metros, dominada por fácies de canais entrelaçados ("braided"), de alta energia. Esta unidade litologicamente esta constituída de sedimentos clásticos grossos a conglomeráticos, intercalados a depósitos arenitos mais finos, de Planície Aluvial (Nóbrega & Alheiros, 1991).

Esta seqüência localmente pode encontrar-se litificada gradando lateralmente para um arenito duro, com cimentação calcítico, refletindo domínio de fácies flúvio-lagunar a flúvio-deltaica. Mais para o litoral, o sistema deposicional desta formação se torna Plataforma Rasas a Costeira, com leitos conglomeráticos basais presentes nos baixios da superfície Formação Beberibe, podendo corresponder a depósitos de leques aluviais associados (Mabesoone & Alheiros, 1988). Na parte superior da seqüência desta unidade ocorre um arenito creme calcítico, duro, mal estratificado, com granulação variando entre média a grossa, com presença de moluscos marinhos, conchas de lamelibrânquios e o teor em carbonatos indicando umas deposições marinhas, próximas à costa, as quais foram no passado, identificadas como fácies com Formação Itamaracá.

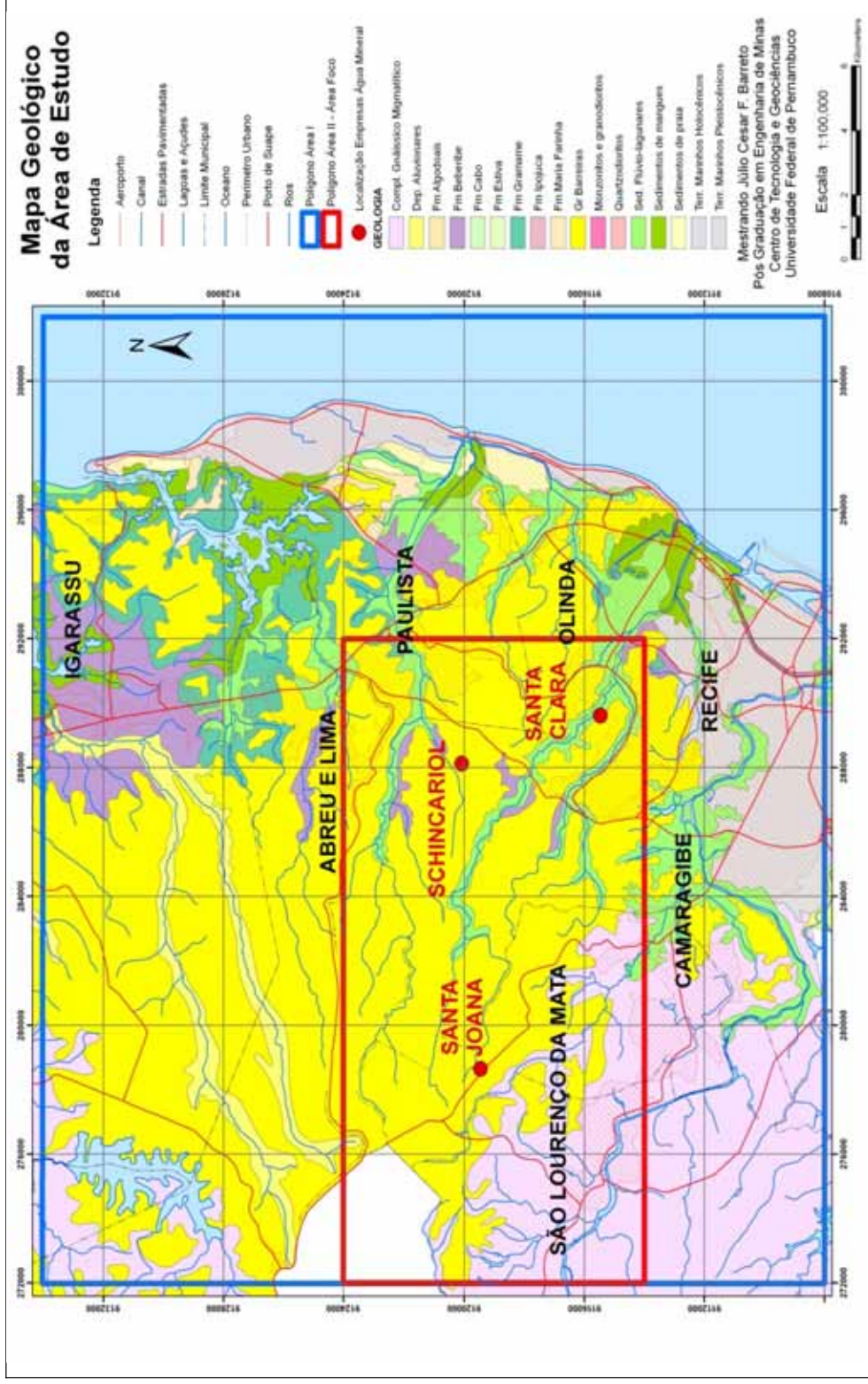


Figura 09 – Mapa geológico da Área de Estudo.

Fonte: A. Mente & Cruz. 2001

Trabalhos mais recentes reconheceram que as fácies consideradas como Formação Itamaracá, tratam-se apenas de uma interdigitação no topo da própria formação Beberibe superior, fazendo parte da transição continental para marinha, ocasionando em seguida a deposição de níveis fosfóricos e o calcarenito da Formação Gramame que lhe é sotoposta (Souza, 1999, apud Barbosa, 2004).

6.5.2.2. FORMAÇÃO GRAMAME

A Formação Gramame recebeu esta denominação de Oliveira (1940; Dantas 1980, apud Barbosa), para melhor definir a ocorrência de calcários margosos no vale do Rio Gramame. Constituída essencialmente de calcários argilosos com coloração cinza ou creme, margas e argilas, onde na base da formação ocorre arenitos calcífero e horizontes fosfóricos que em algumas vezes apresentam-se interdigitado, repousando concordantemente sobre os clásticos da Formação Beberibe. A idade da Formação Gramame é Mastrichitiana, de acordo com o conteúdo fossilífero (Beurlen, 1967; Tinoco, 1967 apud Barbosa), atingindo uma espessura de 55 metros com mergulho suave para leste. Esta formação está dividida em três fácies, todas marinhas: (a) - Supramesolitoral; (b) - Fosfática; (c) - Calcária.

A Formação Gramame é uma unidade definida totalmente no regime transgressivo durante o cretáceo (Menor et. al. 1977), apresentando-se bastante fossilífera com fauna marinha abundante e variada, constituída de gastrópadas, lamelibrânquios e cefalópadas, além de equinodermos, restos de crustáceos, dentes e escamas de peixes e tubos de vermes geralmente piritizados (Beurlen, 1967b, Menor et. al. 1977, apud Barbosa, 2004), condicionando esta associação a ser marinha de águas quentes, de mar calmo e pouco profundo, inferior a 200 metros.

6.5.2.3. FORMAÇÃO MARIA FARINHA

A denominação da Formação Maria Farinha, segundo Dantas & Maciel (1980), foi utilizada inicialmente pôr Euzébio de Oliveira (1940; apud Barbosa), caracterizando o calcário fossilífero que ocorre no norte de Recife, repousando diretamente sobre a

Formação Gramame, sem a presença de discordância ou hiato, mergulhando cerca de 5° para leste e mostrando uma suave ondulação no sentido Norte-Sul (Oliveira & Andrade Ramos, 1956). Apresenta-se com idade paleoceno ou do terciário inferior, fazendo parte da unidade mais superior do Grupo Paraíba, representando a fase regressiva no preenchimento lítico da Bacia (Souza, 1999), com espessura máxima conhecida de 35 metros, encontrando-se logo abaixo a Formação Gramame, mostrando-se em interface. (apud, Babosa, 2004).

A Formação Maria Farinha está constituída pôr uma fina seqüência de calcários detríticos cinzentos, bem puros, em alguns pontos recristalizados em sua parte inferior, encontrando-se em alternância calcários detríticos puros, calcários margosos e níveis argiloso, aonde os calcários gradativamente vão se tornando mais arenosos e dolomitizados, à medida que se caminha para o topo da seqüência (Menor et. al. 1977, in apud, Barbosa 2004), caracterizando uma fácies predominantemente litorânea (Beurlen, 1967, in apud, Babosa 2004).

6.5.2.4. FORMAÇÃO BAREIRAS

A existência de superfície de erosão descontínua e local prova que a seqüência litoestratigráfica desta unidade é considerada como única unidade, com importantes diferenças faciológicas. A Formação Barreiras no trecho entre Recife e Itamaracá, apresenta-se com fácies de origem continental determinando um sistema fluvial entrelaçado e de sistema transacionais para **leques aluviais** a oeste, e para Planície Litorânea a leste, onde se destacam três domínios faciológicos: (a) Leques Aluviais; (b) Fluvial entrelaçados; (c) Flúvio Lagunar. (Alheiros 1995).

6.5.2.5. DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS

Este tipo de depósitos está subdividido em cinco depósitos bem definidos a saber: (I) - Terraço Marinho Pleistocênico; (II) Terraços Marinhos Modificados; (III) - Terraço Marinho Holocênico; (IV) Depósitos fluvio-lagunares e (V) Depósitos de Manguezais (Alheiros et. al., 1995).

7. VULNERABILIDADE NATURAL DOS AQUÍFEROS

7.1. COMENTÁRIOS

A Vulnerabilidade é a sensibilidade na qualidade da água subterrânea ante uma carga contaminante imposta, determinada por características intrínsecas do aquífero. A partir das informações inerentes a cada aquífero e unidades estratigráficas associadas, foi possível a elaboração do **Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos** freáticos da Região Metropolitana do Recife (RMR), pelo método GOD (Foste, 1988, in SIGA, 2003), sendo considerado:

- Tipo de ocorrência do aquífero, variando dos extremos, livres ou confinados;
- Tipos litológicos existentes acima da zona saturada, enfatizando seu grau de permeabilidade;
- Profundidade do nível da água ou do teto do aquífero confinado.

Cada um destes fatores ao ser avaliado recebe um índice que é multiplicado um pelo outro, se obtém um quarto índice que representa a vulnerabilidade natural do aquífero, identificando-se as seguintes classes de vulnerabilidade em toda RMR.

7.2. VULNERABILIDADE ALTA

Corresponde às áreas onde ocorre água subterrânea explotável em um aquífero livre, a profundidade inferior a 10 metros, subjacente a material altamente permeável sem nenhum atenuante de conteúdo argiloso que retarde ou impeça a infiltração de elementos poluentes dispostos na superfície ou sub-superfície do terreno. Essa região

além de apresentar o nível estático bem próximo a superfície compõe-se de sedimentos arenosos fácil de deslocamento (Foster, 1988)

São áreas de ocorrência dos Aqüíferos Beberibe e Boa Viagem e na condição do aqüífero fissural nas zonas intensamente fraturadas, onde deve ser vedada a implantação de qualquer fonte produtora de carga contaminante.

7.3. VULNERABILIDADE MODERADA

Corresponde àquelas áreas onde ocorre água subterrânea explotável a profundidade inferior a 20 metros, subjacentes a material pouco permeável, ou superior a 30 metros, subjacente a material com alta permeabilidade. São áreas do Aqüífero Barreiras na condição de freático, onde também podem ocorrer fatores determinantes de vulnerabilidades altas. Conseqüentemente, fazem-se necessários estudos hidrogeológicos detalhados quando da ocupação do solo por atividades poluentes.

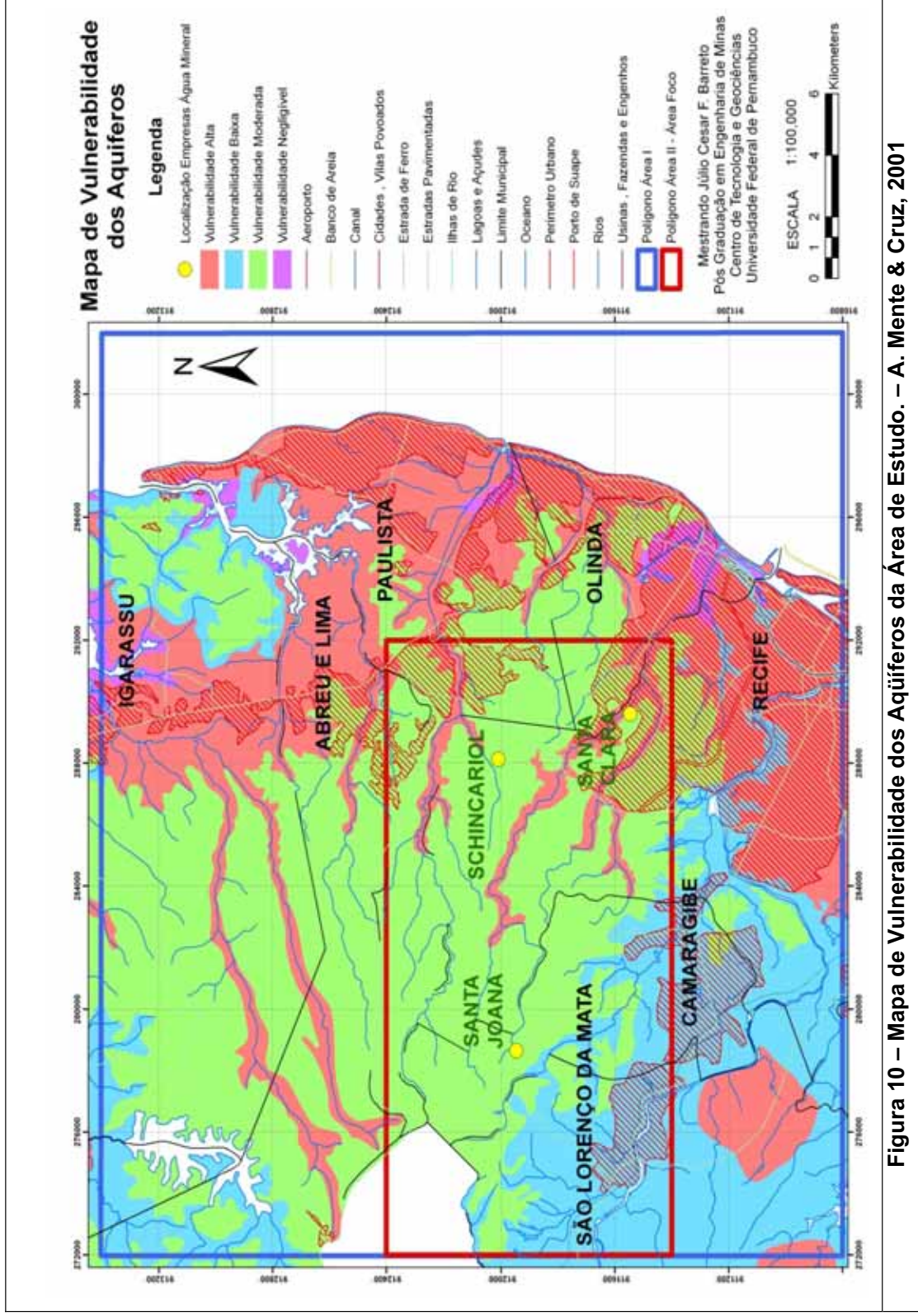
7.4. VULNERABILIDADE BAIXA

Corresponde àquelas áreas onde ocorre águas subterrâneas a mais de 40 metros de profundidade em aqüíferos confinados por material pouco permeável ocorrendo próximo a superfície ou em profundidade: ou onde ocorre o mínimo ou nenhuma água subterrânea explotável. São as áreas de afloramentos dos calcários, onde o aqüífero Beberibe ocorre confinado, dos depósitos fluvio-lagunares, das rochas vulcânicas e das rochas do embasamento cristalinos pouco ou nada fraturados. Na ocupação do solo com atividades produtora de carga contaminante duradoura faz-se necessários estudos hidrogeológicos detalhados (figura 10).

7.5. VULNERABILIDADE DESPRESÍVEL

Corresponde às áreas desprovidas de condições viáveis em água subterrânea explotável em virtude da sua ausência e qualidade química. São as áreas ocupadas pelos mangues.

Outros Autores consideram mais um tipo de vulnerabilidade, definida como **Vulnerabilidade Extrema**, não definida em nosso mapa (**Figura 10**) corresponde àquelas áreas onde ocorre água subterrânea explotável a uma profundidade inferior a 5 metros, subjacente ao material do depósito fluvial, com alta permeabilidade, sem nenhuma barreira argilosa que retarde ou impeça a infiltração de elementos poluentes na superfície ou sub-superfície do terreno. Essa classe situa-se na região noroeste e sudoeste do aquífero Boa Viagem no município de Recife, representando cerca de 5% da área total.



8. CARGA CONTAMINANTE NA ÁREA DE ESTUDO

8.1. RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O risco de contaminação das águas subterrâneas está relacionado à ocorrência de: (1) contaminante, (2) poder de contaminação, (3) mobilidade no meio aquífero, (4) solubilidade, (5) persistência nas águas subterrâneas e (6) tempo de permanência da carga contaminante sobre o aquífero.

Os agentes contaminantes e a liberação dos seus contaminantes físico-químicos no meio do aquífero são: Esgotos sanitários inadequados liberam nutrientes e sais, sob forma de Nitratos e Cloro, além de bactérias patogênicas e compostos orgânicos solúveis.

O município de Recife tem uma baixa taxa de saneamento básico, algo em torno de 30% da sua área municipal SIGA-CPRM, 2003

Os demais municípios que compõe a área da Região Metropolitana do Recife possuem taxas menores de saneamento básico, que causam problemas de saúde as suas populações. Resulta, portanto, que o esgotamento domiciliar é realizado através de fossas negras, ou lançado diretamente na drenagem, comprometendo a qualidade das águas explotadas dos aquíferos livres. Além dos esgotos conforme já descrito anteriormente, existem outras formas de riscos de contaminação, através de: poços tubulares maus construídos, postos de combustíveis, atividades agrícolas, indústrias, mineração, cemitérios, lixões, aterros sanitários, etc.

O mapa abaixo apresenta as cargas contaminantes da área de estudo (**Figura 11**), com variações de riscos, ou seja de carga contaminante, onde a **Subárea "A"** é encontrada com maiores riscos de contaminação (risco alto), por motivos já justificados anteriormente (aterro sanitário, residências pouco saneamento, esgotos a céu aberto, etc).

Em seguida temos a **Subárea “B”**, apresentando risco de contaminação (baixo a moderado), e por fim a **Subárea “C”**, onde segundo as chances de contaminação é a menor entre as subáreas, com riscos baixo de contaminação (**Figura 11**).

8.2. CLASSIFICAÇÕES DA CARGA CONTAMINANTE

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.

A Classificação da Carga Contaminante em função das Zonas Urbanizadas foi definida como alta, moderada, baixa e ausente (CPRM /SGB 2003):

- **ALTA:** Zona Urbana com saneamento inadequado e/ou ocorrência de lixões, hospitais, que produzem lixo hospitalar sem tratamento adequado e cemitérios.
- **MODERADA:** Zonas Urbanas com saneamento adequado, parque industrial com insuficiente tratamento dos efluentes industriais, postos de combustíveis e oficinas de autos.
- **BAIXA:** Pequenas concentrações habitacionais.
- **AUSENTE:** Áreas sem qualquer produção de carga contaminante.

Observação: O Risco da Contaminação das Águas Subterrâneas da RMR foi classificado em função da Vulnerabilidade Natural dos aquíferos e o da Carga Contaminante (**Tabela 04**), sendo elaborado o Mapa de Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas (**Figura 11**).

Tabela 04 - Vulnerabilidade do Aquífero Versus Carga Contaminante. Fonte: CPRM/SGB (2003).				
Vulnerabilidade do Aquífero	Carga Contaminante			
	Ausente ou Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta
Alta	Risco Mínimo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Máximo
Moderada	Risco Mínimo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
Baixa	Risco Mínimo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado
Desprezível	Risco Mínimo	Risco Mínimo	Risco Mínimo	Risco Mínimo

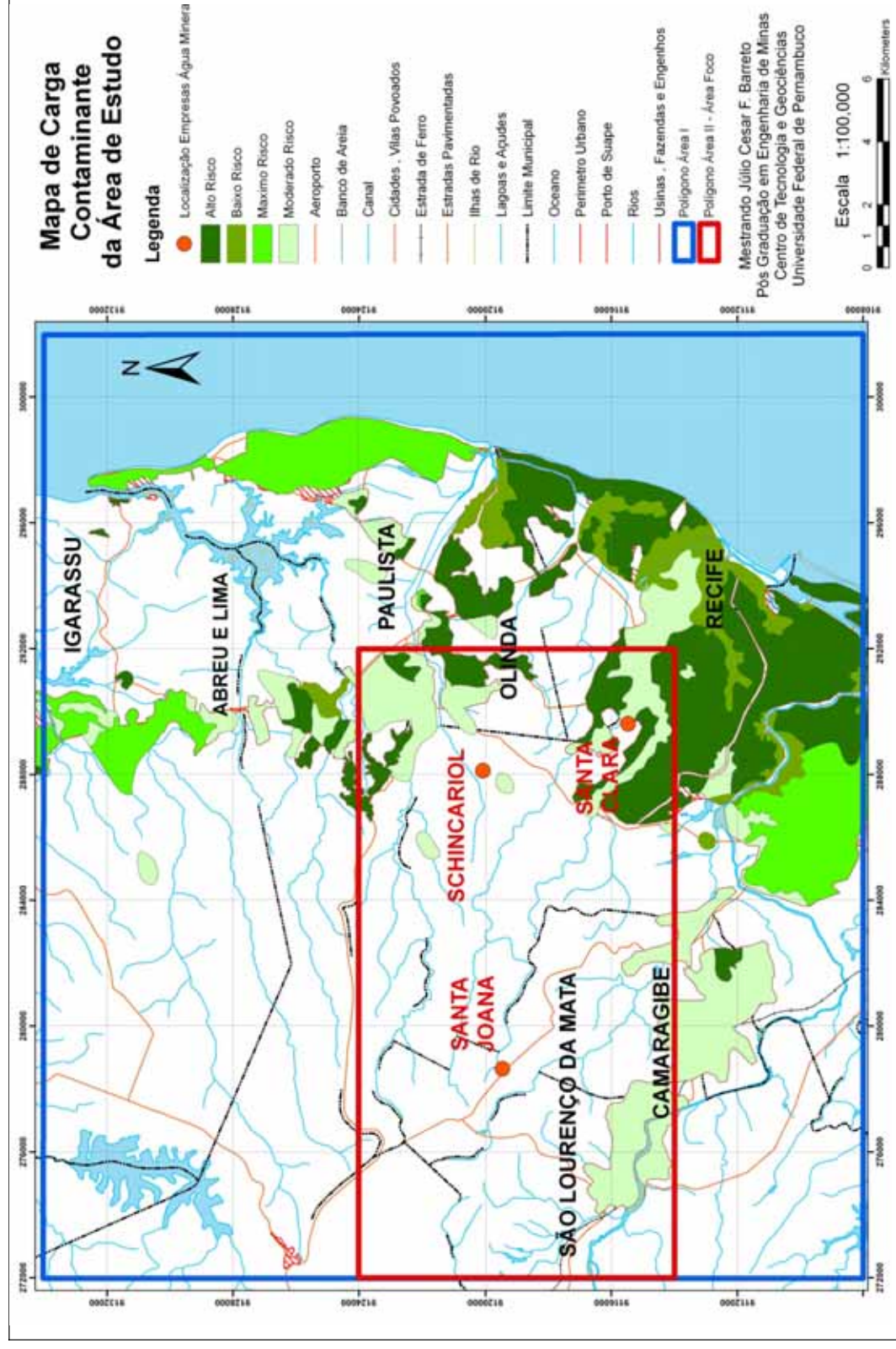


Figura 11 – Mapa de Localização das Cargas Contaminantes da Área de Estudo. Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

9.HIDROGEOLOGIA

9.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para um melhor entendimento da evolução histórica da exploração dos recursos hídricos subterrâneos da RMR e dos problemas e conflitos gerados por essa exploração, foram consultados diversos trabalhos realizados durante quase meio século sobre as águas subterrâneas no Estado de Pernambuco, em particular aqueles trabalhos que se focaram na área norte das bacias costeiras Sedimentares Pernambuco e Paraíba e seus aquíferos. Uma sinopse da revisão realizada contendo, em ordem cronológica, os mais relevantes trabalhos estão apresentados nos sub-capítulos abaixo.

9.2. SINOPSE DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES

Os estudos sobre a hidrogeologia da RMR foram iniciados, em 1966, pelos concluintes do Curso de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco Mont'alverne e Silva, através dos seus relatórios de graduação, bem como, pelo trabalho de Rebouças (1966), intitulado "Faixa Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba - Rio Grande do Norte. Aspectos Hidrogeológicos", publicado no II Simpósio de Geologia do Nordeste.

Em 1968 Costa et al, por ocasião da elaboração do estudo "Reconhecimento Geológico e Hidrogeológico do Recife e Municípios Adjacentes" como parte integrante do Planejamento do Sistema de Abastecimento d'Água da Área Metropolitana do Recife, realizada pelo antigo DSE-SUDENE, elaboraram uma primeira avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos e das disponibilidades das reservas do aquífero Beberibe, com base num cadastro pioneiro de 192 poços tubulares, tornando-se um marco na hidrogeologia local.

No final da década de 60, o DSE, através do convênio com o DNPM, realizou uma nova avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas, visando às características hidrodinâmicas do aquífero Beberibe e suas reservas explotáveis, bem como as melhores áreas para captação de águas subterrâneas. Os resultados desse trabalho foram resumidos e divulgados por Bezerra & Almeida (1970).

No ano de 1970, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, executou o Inventário Hidrogeológico do Nordeste - folha nº 16 – Paraíba, NE-Recife; abrangendo uma pequena parte da RMR.

Em dezembro de 1970, a Consultoria Técnica de Geologia e Engenharia - CONTEGE LTDA, elaborou o estudo hidrogeológico do arenito Beberibe na área de Dois Unidos (Recife), com a finalidade de definir uma bateria de poços para captação de 21.600 m³/dia para a Companhia de saneamento do Recife - SANER..

Em 1972, a COMPESA elaborou a elaboração de uma bateria de poços tubulares profundos e o projeto de captação de água subterrânea para o abastecimento do município de Olinda. Foram construídos poços experimentais e piezômetros para monitoramento.

A intensa exploração de água subterrânea no Aquífero Beberibe, a partir da década de 70, gerou um processo de rebaixamento generalizado dos níveis potenciométricos na RMR norte (área de Olinda e Igarassu) que se mostrou muito superior às previsões iniciais estabelecidas pelos estudos da COMPESA, desencadeando vários trabalhos, na área, sobre as causas e conseqüências da evolução do cone de rebaixamento, realizados pela SUDENE- Companhia Nordestina de Sondagem e Perfuração - CONESP, através da Organização e engenharia S.A - OESA, entre os quais podemos citar: Custódio et. al. (1977), Custódio et. al. (1978), e Cruz et. al. (1978).

Na seqüência, foi realizado pela CPRM e COMPESA um diagnóstico preliminar das condições de exploração de água subterrânea no Aquífero Beberibe, na área de Olinda-Paulista-Itamaracá (França & Capucci, 1978); nessa pesquisa foram aprofundados os conhecimentos sobre o aquífero Beberibe na RMR norte, apontando

restrições à continuidade da exploração a nível de atendimento da demanda global da região metropolitana norte, mostrando a necessidade de captação suplementar de água superficial, o que motivou a construção da Barragem do rio Botafogo.

No período 1980-1982, foram implantados, a partir da exploração de água subterrânea, os sistemas de abastecimento dos conjuntos habitacionais de Caetés, Arthur Lundgren, Maranguape I e Maranguape II, tendo a COMPESA contratado a CPRM para elaboração dos estudos e dimensionamento das baterias de poços produtores. Como recomendação básica, a CPRM evidenciou a necessidade de implantação de um sistema de monitoramento operacional dos poços, de modo a se obter informações sistemáticas.

Batista (1984) elaborou sua dissertação de mestrado na Universidade Federal de Pernambuco, intitulada “Estudo Hidrogeológico da Planície do Recife-PE”, concluindo que o aquífero Beberibe na área entre o bairro de Brasília Teimosa e o limite do município de Olinda encontra-se em regime de super-exploração, com riscos de salinização do manancial hídrico subterrâneo, recomendando que se procedesse um estudo específico da situação da interface marinha.

Em 1985, são retomados os estudos hidrogeológicos do aquífero Beberibe pela COMPESA, dando início ao processo de medições sistemáticas de vazão e potenciométrica em pontos de observação na Região Metropolitana Norte (poços desativados), para permitir a aplicação de modelos matemáticos ao aquífero Beberibe.

Também em 1985, o Grupo de Recursos Hídrico - GRH/UFPE, elaborou dois modelos de simulação numérica do aquífero Beberibe, tendo como objetivo a avaliação do comportamento hidrodinâmico do aquífero na área continental, a análise da posição original da cunha salina e do seu avanço. Os resultados desses estudos foram publicados nos Anais do Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, no Recife-PE, por França et al (1988).

Ainda em 1988, Teixeira, contribuiu para o estudo da interface marinha, com uma tese de doutorado na Universidade de São Paulo-USP sob o título “Modelo conceitual

para uso e proteção dos recursos hídricos da faixa costeira Recife-João Pessoa” em que aborda com muita atenção os aspectos preventivos da intrusão de água do mar, bem como a preservação da qualidade da água.

No ano de 1989, Costa & Santos, realizaram o “Estudo Hidrogeológico da Planície do Recife” dentro do projeto “Carta Geotécnica da Cidade do Recife”, executado pelo Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE. Como fruto dessa pesquisa foi apresentado os trabalhos de Costa & Santos (1990), Costa, Santos e Costa Filho (1991) e Costa, Santos e Costa Filho (1994).

Em julho de 1990, a COMPESA, envolvendo o GRH/UFPE, para implantação de um novo modelo computacional para análise da intrusão marinha, bem como para realização de novas simulações hidrodinâmicas na porção norte do Aquífero Beberibe.

Em 1993 o governador do Estado de Pernambuco, através do Decreto nº 17.204 de 22/12/1993, criou uma comissão especial de assessoramento técnico coordenada pelo Prof. Waldir D.Costa, para elaborar um Projeto de Lei objetivando a normatização da perfuração de poços tubulares, com vistas à conservação e proteção dos recursos hídricos subterrâneos, dando assim o primeiro passo para a criação de uma legislação e leis específicas para as águas subterrâneas a nível estadual.

Na última década, vários trabalhos foram realizados pela CPRM, destacando-se os seguintes trabalhos: “Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos e Riscos de Contaminação das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife” no ano de 1994 por O.Leal, do qual resultaram os mapas de vulnerabilidade das águas subterrâneas, de carga contaminante e de risco de contaminação das águas subterrâneas e “Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas”, também no ano de 1994 por A. Mente, O. Leal e J. L. F. Miranda, onde foram definidas as áreas de maior ou menor favorabilidade para instalação de aterros sanitários.

Em janeiro/95 foi iniciado o mais completo estudo hidrogeológico já realizado na Região Metropolitana do Recife, intitulado de “Estudo Hidrogeológico da RMR”, que

recebeu a sigla de HIDROREC; esse estudo que foi realizado através de um convênio entre a Universidade Federal de Pernambuco e o International Development Research Center - IDRC do Canadá foi coordenado por Waldir D. Costa, contando com uma equipe de 8 técnicos e somente foi encerrado em dezembro de 1997. Dentre os trabalhos que se desenvolveram, podem ser destacados, o cadastramento de 2.060 poços; o monitoramento sistemático de nível d'água em 28 poços abandonados durante 12 meses contínuos; a coleta e análise físico-química de 150 amostras de água; a coleta e análise de isótopos ambientais em águas de poços; a realização de perfilagem elétrica em vários poços; a avaliação do balanço hidrogeológico e, por fim, a elaboração pela primeira vez na América Latina, do mapa de Zoneamento Explorável dos Aquíferos na Planície do Recife”.

Em março de 1997 foi apresentada no Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE a primeira dissertação de mestrado relacionada ao programa elaborado através do convênio (UFPE/IDRC), intitulada “Estudo Hidroquímico da Planície Sedimentar do Recife”, defendida por Waldir D. Costa Filho.

Em 1997 foi elaborado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA), o Plano de Qualidade de Água, da Região Metropolitana do Recife, do qual constou o capítulo da Qualidade das Águas Subterrâneas, elaborado por Waldir D.Costa.

Em 1997 foram elaboradas as leis 11.426 – sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco e 11.427 que trata da Conservação e Proteção das Águas Subterrâneas; tendo no ano seguinte sido regulamentadas as duas leis através dos Decretos 20.269 e 20.423, respectivamente. A comissão encarregada da criação da lei das águas subterrâneas e sua respectiva regulamentação foi coordenada por Waldir D. Costa.

Em 1998, foi elaborado o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco (HIDROREC I), versando um dos seus volumes sobre as águas subterrâneas, elaborado por Waldir D.Costa.

Em 2000, foram defendidas uma tese de doutorado na USP de São Paulo e uma dissertação de mestrado na UFPE, a primeira pelo geólogo Almany Costa Santos e a segunda pelo geólogo Adson Brito Monteiro. Ambos os trabalhos se basearam no estudo do HIDROREC, versando, respectivamente sobre Estratégias de Uso e Proteção das Águas Subterrâneas na RMR e Modelagem do Fluxo Subterrâneo nos Aquíferos da Planície do Recife e seus Encaixes.

Ainda em 2000 Costa et al. contribuíram para o melhor conhecimento do Aquífero Boa Viagem com a apresentação de trabalho sobre o tema e publicação em anais do I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas realizado em Fortaleza.

Em 2001 Monteiro et al e Costa et al, apresentaram trabalhos versando, respectivamente, sobre os problemas de super-exploração e exaustão do aquífero Cabo e sobre a necessidade de implantação de uma recarga artificial nos aquíferos Cabo e Beberibe, no XII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e IV Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, realizado em Recife/Olinda.

Ainda em 2001, os autores Mente, A & Cruz W.B *.apresentam a pedido do DNPM o “Estudo da Área de Proteção de Fontes de Águas Minerais da Região Norte do Recife” (Relatório Final), com o objetivo específico de efetuar estudos hidrogeológico, visando o conhecimento das condições de ocorrência, escoamento e descarga das águas subterrâneas associadas às fontes de águas minerais da região norte de Recife-pe. Estabelecendo os procedimentos metodológicos básicos à definição de áreas de proteção de fontes de águas minerais.

Em 2002 Monteiro et al. e Costa et al, também apresentaram trabalhos no Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas de Florianópolis e no Congresso Sul-Americano de Águas Subterrâneas em Mar Del Plata, Argentina, respectivamente, versando sobre os problemas de sobre-exploração desses aquíferos.

Ainda em 2002 foi elaborado um novo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco (HIDROREC II), versando um dos seus volumes sobre as águas subterrâneas, elaborado por Waldir D.Costa.

Em 2003, foi elaborado um Estudo e Implantação de um Sistema de Monitoramento dos aquíferos e Águas Subterrâneas na Região do Recife e Adjacência (Estudos Telemétricos), solicitado pelo DNPM, Governo do Estado e CPRH, versando um dos seus volumes sobre as águas subterrâneas, elaborado por Waldir D.Costa, com um cadastro de poços e análises da água, de suma importância ,utilizando mais de 1000 poços com as respectivas análises.

Anda em 2003, foi elaborado o Estudo da Região Metropolitana do Recife Intitulado Sistema de Informações Geoambientais da RMR, através do SGB-CPRM, com apóio da CPRH, apresentando todos os poços contidos no trabalho anterior de Costa, 2002 (HIDROREC II), todos os poços georeferenciados **(Figura 12 - Mapa dos Poços Tubulares do Estado)**.

Em 2004, João Manoel Filho, através de convenio com a Secretaria de Minas e Metalurgia do Ministério da Minas e Energia (Secretaria de Minas e Secretaria Ministério das Minas - SMM / MME), e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ, apresenta o Relatório sobre a Exploração de Águas Minerais em Zonas Urbanas.

Ainda em 2004 o Professor José Geilson A. Demétrio e Laniz Teixeira oliveira, apresentam através do Laboratório de Hidrogeologia e Meio Ambiente - LABHID/UFPE, o estudo da Vulnerabilidade e Proposta de Proteção de Aquíferos da Faixa Costeira Norte de Pernambuco, através do Sub-Projeto 2 – Estudo Hidrogeológico da Porção Norte da RMR (Relatório Parcial).

A partir de 2005, os trabalhos direcionados a Hidrogeologia da RMR estão apresentados em sua grande maioria em Dissertações e Teses do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências - CTG/UFPE, envolvendo, sobretudo problemas de salinização dos aquíferos.

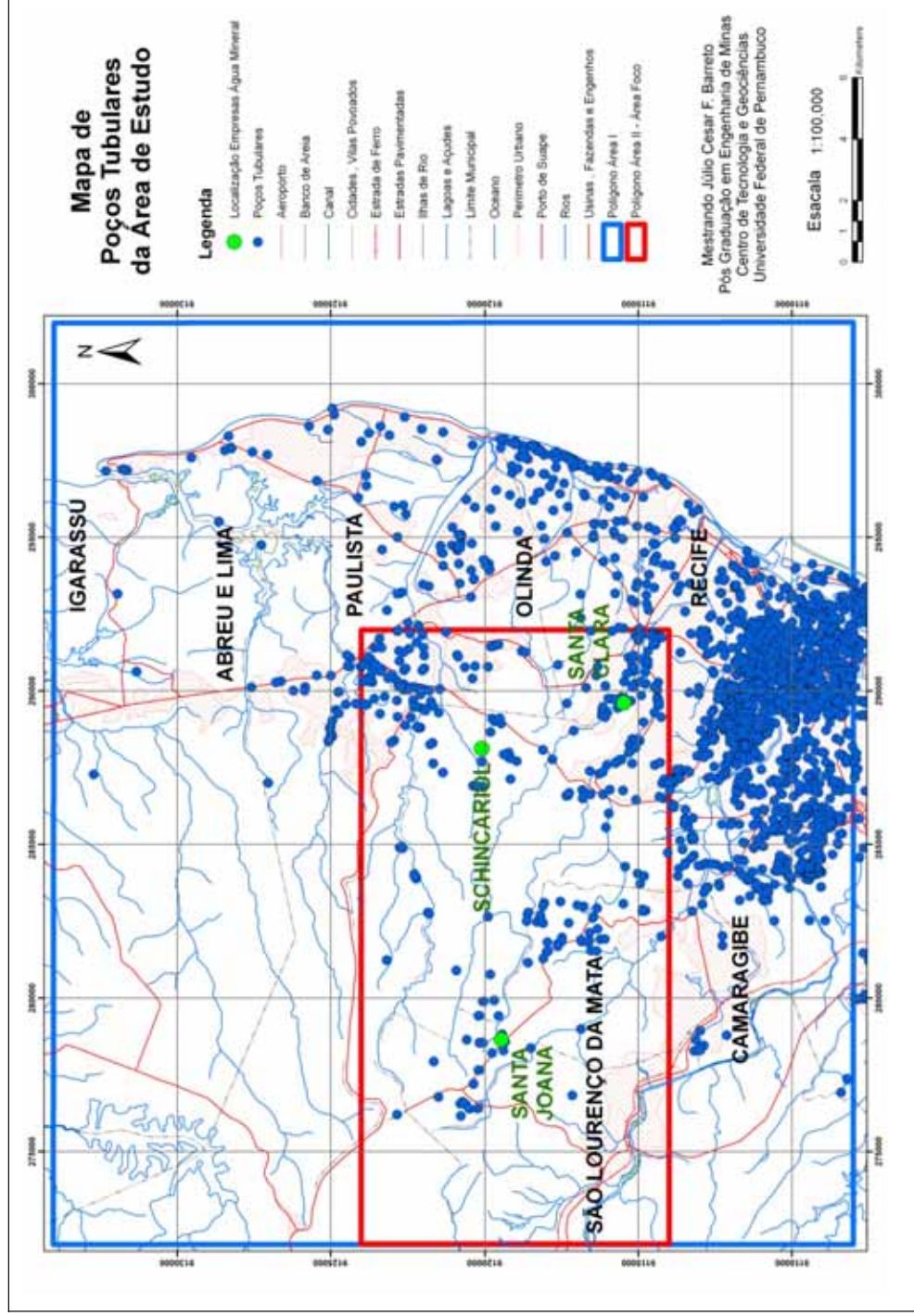


Figura 12 – Mapa de Poços Tubulares da Área de Estudo

Fonte Costa 2002 SGB/CPRM (SIGA,2003) – A. Mente & Cruz 2001

9.3. AQUÍFEROS ESTUDADOS

9.3.1. ÁQUÍFERO BOA VIAGEM - SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS

Esse aquífero foi caracterizado por Costa et. al. (1994), como um conjunto de depósitos recente, incluindo aluviões, coluviões, terraços fluviais, terraços marinhos, areia de praia, paleo-mangues e dunas antigas, todos localizados na região deltaica, do conjunto dos Rios Capibaribe, Beberibe, Tejipió, formando a Planície do Recife.

Segundo Costa et al. (op.cit.), a granulometria desse aquífero é bastante variada, sendo considerado um depósito poligênico, variando desde a fração argila até a fração areia grossa, com níveis de cascalho, sobre tudo nos terraços fluvial, não apresentando qualquer tipo de estratificação, com camadas irregulares lenticulares, interdigitadas ou em forma de bolsões.

O Aquífero Boa Viagem apresenta-se geralmente encobrindo outros aquíferos mais antigos (Beberibe), ou ainda diretamente sobre o Embasamento Cristalino na região mais ocidental do Recife, principalmente presente nos bairros da Cidade Universitária, Caxangá e Várzea. Sua espessura chega ao máximo 80 metros. Na área de Boa Viagem, com média de 50 metros, sendo também bastante utilizado, através de poços de pouca profundidade (poços rasos), ou ainda em poços amazonas denominadas de cacimbas (Costa et. al. 1994)

Litologicamente, este aquífero é muito heterogêneo, constituído de areias siltes, e argilas alternadas com baixa a elevada permeabilidade, e porosidade eficaz, com área estimada de 112,5 Km², situado nos limites geográficos de ocorrência das Bacias Sedimentares Pernambuco, ao sul, e Paraíba, ao norte (**Figura 13**).

Os sedimentos recentes que constituem esse aquífero, apresenta-se com alternância de camadas arenosas e argilosas, proporcionando níveis semi-confinados (Costa, 2002.).

O **Aqüífero Boa Viagem** é considerado como um aquífero intersticial, muito heterogêneo, apresentando natural vulnerabilidade, com sua potencialidade de risco de contaminação elevada. O estudo de 4.340 poços cadastrados pelo Projeto HIDROREC II, constatou que do total dos poços estudados 37,97 % captam água do Aqüífero Boa Viagem e 32,97 % do Aqüífero Beberibe (fonte Costa et. al.2002).

9.3.2. AQUÍFERO BARREIRAS

Regionalmente o **Aqüífero Barreiras** possui uma grande extensão abrangendo vários estados, indo desde o Estado do Pará até o Estado do Espírito Santo, ao longo da Costa Litorânea. Na sua morfologia, apresenta-se em forma de tabuleiros contínuos de grande extensão. Na área da RMR, este aquífero aparece na Zona Norte nos municípios de Olinda, Abreu e Lima, Paulista, Camaragibe e Igarassu, atendendo a indústrias, condomínios e principalmente a comercialização de carro pipas e empresas de água mineral (Figura 13).

Outras áreas de ocorrência desta unidade hidrogeológica, conforme vimos no capítulo referente a geomorfologia além dos tabuleiros é nas chãs e nos morros, de amplitude reduzida e descontínua, como se observa na região de Guararapes, Jordão e nas UR's (bairros do Recife), além da região de Aldeia, no município de Camaragibe, ocupando uma área em torno de 320 Km², apresentando espessura vertical em média de 50 metros, repousando sobre as rochas do embasamento cristalino e sedimentos das Bacias PE e PB , sendo explorado pelo comércio de revenda d'água, através de carros pipas e poços amazonas residencial, com pequenas profundidades (até 20 metro).

Os poços tubulares neste aquífero apresentam-se com profundidade máxima de 50 metros, com nível estático médio de 20 metros, vazão média de 3 m³/h (Santos, 2000). Litologicamente é constituído pôr sedimentos areno-argilosos (cascalho, areia, siltes e argilas), pouco consolidado, friável de coloração variegadas, com níveis laterizados e caulínicos.

9.3.3. AQUÍFERO BEBERIBE SUPERIOR

O **Aquífero Beberibe** é o principal armazenador de água subterrânea da Região Metropolitana do Recife, explorado para atender a demanda do abastecimento d'água da região, seja de caráter particular (água mineral, condomínios, indústrias, hospitais, empresas em geral, etc.), ou órgão público COMPESA. Segundo os estudos mais recentes, este aquífero ocorre exclusivamente na Bacia Sedimentar Paraíba, ocupando uma área de cerca de 520 Km², com espessura média de 180 metros, atingindo até 320 metros na faixa costeira dos municípios de Olinda e Paulista – PE (**Figura 14**).

A sua litologia é composta de arenitos grosseiros e conglomeráticos, localmente finos de coloração cinza claro a cinza amarelado mal selecionado, de fraca diagênese, sobretudo quartzoso, com algumas intercalações de níveis conglomeráticos e siltitos argilosos. Na parte superior predomina arenitos de coloração creme maciço de forte diagêneses localmente, com granulometria média a grosseira, com cimento calcífero e restos de conchas (Costal., Hidrorec II, 2002), abaixo do Aquífero Boa Viagem. Costa (1968, op. cit., Siga Recife - 2003), dividiu o Aquífero Beberibe em duas partes (**inferior e superior**), com uma camada argilosa de aproximadamente 10 metros de espessura, separando os dois horizontes.

Segundo Costa, 2002, esta camada não está presente de forma contínua em todo o aquífero, apresentando-se como sistema único semi confinado drenante, com forte anisotropia, permeabilidade vertical maior do que a horizontal, limitada na base pelo substrato impermeável do Embasamento Cristalino, e no topo pelos calcários da Formação Gramame e Maria Farinha, ou ainda pelos sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras.

9.3.4. AQUÍFERO CARSTICOS – CARBONATADOS

Os Aquíferos Carsticos (Gramame e Maria Farinha) existente nesta bacia, por apresentarem elevada presença de carbonatos de baixa utilização, não sendo abordados em maiores detalhes nesse estudo, sendo considerados ricos em fósseis, constitui-se em forte empecilho aos perfuradores de poços, tendo que ser cimentado

todo o trecho longo de toda sua passagem até alcançar o Aquífero Beberibe Superior (figura 13).

9.3.5. AQUÍFERO BEBERIBE INFERIOR

O Aquífero Beberibe Inferior (**Figura 14**) está sendo apresentado isoladamente por ser considerado de qualidade química excelente, bem como suas condições hidráulicas, produzindo até 180 m³/h, a depender das características construtivas e da unidade de bombeamento instalada, sendo as maiores vazões exploradas pela COMPESA.

Como o Aquífero Beberibe é o principal aquífero de exploração da região, é melhor apresentado, ou seja: sua ocorrência, captação de armazenamento e confinamento dentro da formação geológica (Formação Beberibe).

9.3.6. AQUÍFERO FISSURAL

Embasamento Cristalino (maciço rochoso), pode ser considerado como fonte de águas subterrâneas, se nele existir fraturas ou fissuras que possibilitem um acúmulo de água na sub-superfície, neste caso, tem-se um Aquífero Fissural, (figura 13) em contraposição ao aquífero intersticial no meio poroso.

Na área de estudo, o aquífero fissural está sendo empregado de forma incorreta, conforme já foi mencionado anteriormente (principalmente entre o Parque Industrial do Curado até a Ceasa/BR 101, por si pensar que as rochas encontradas nas partes superiores (profundidade em média até 60,00 metros), fossem originadas do Embasamento Cristalino Alterado.

O que na realidade existe, (Áreas Periféricas Oeste, Sudeste e Noroeste), em locais delimitados pelas áreas geográficas pertencentes aos Municípios de Jaboatão dos Guararapes e Camaragibe, São Lourenço da Mata, Paudalho e proximidades.

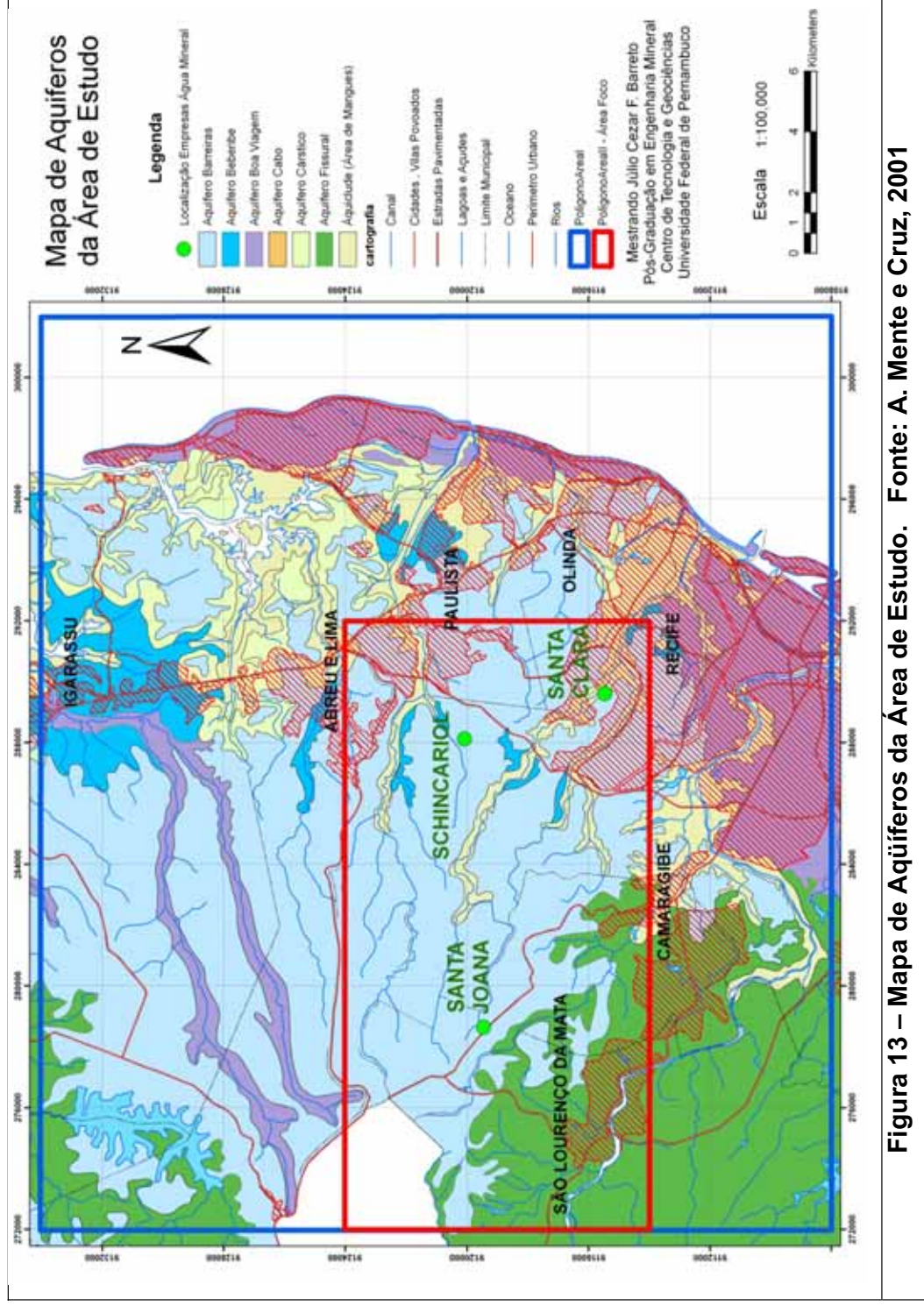


Figura 13 – Mapa de Aquíferos da Área de Estudo. Fonte: A. Mente e Cruz, 2001

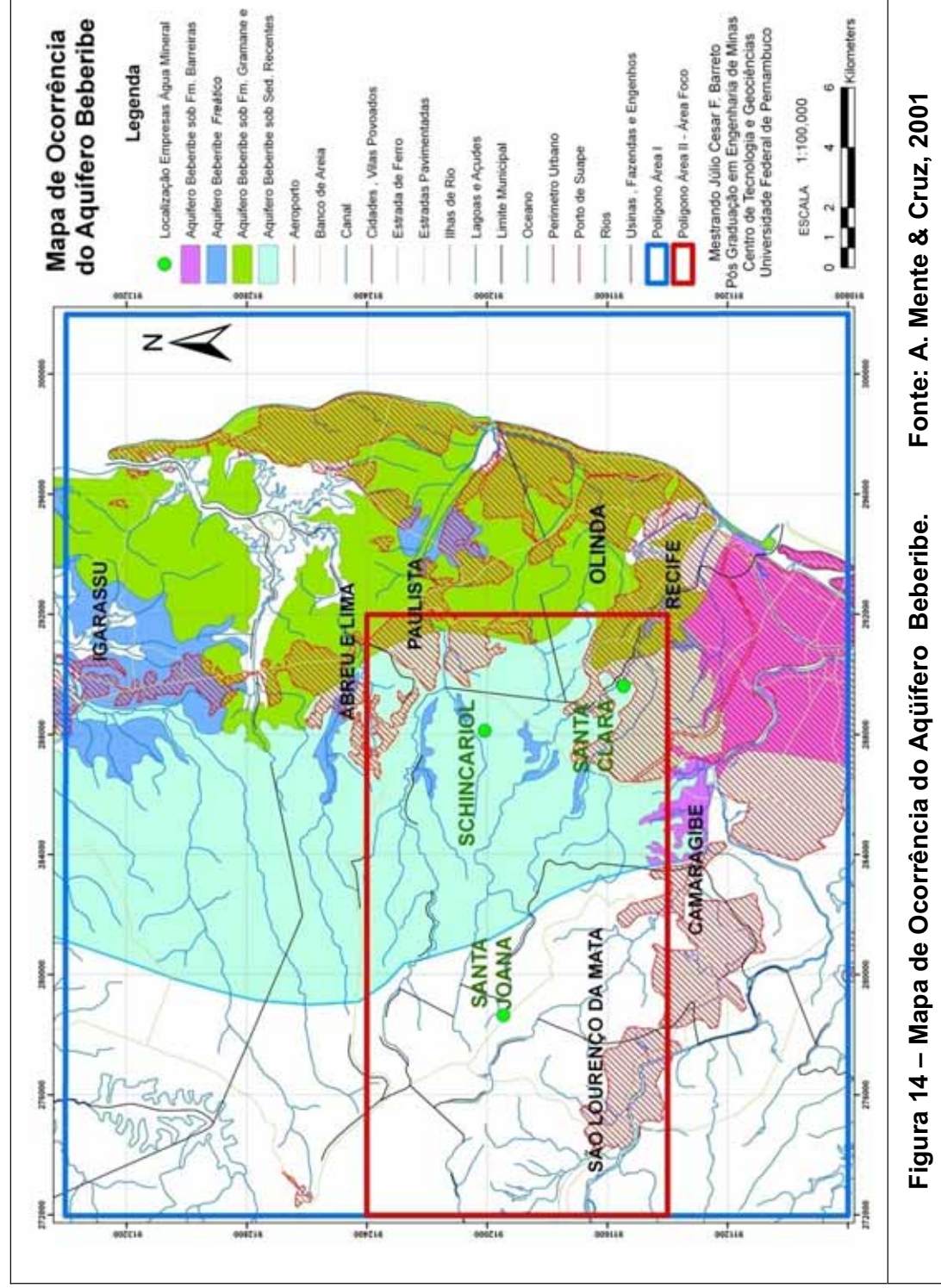


Figura 14 – Mapa de Ocorrência do Aquífero Beberibe. Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

É importante reconhecer que os poços tubulares indicados erroneamente, durante décadas, como Poços Fissurais, no Pólo Industrial do Curado, têm um caráter sedimentar poroso e não fissurais como pode ser confirmado “in locu” através da perfuração de poços tubulares realizados na área pelas **Empresas de Perfuração Serviço Geológico do Nordeste - SGN, Babosa Feitas Poços Tubulares – B & F e COPERSON**. Assim, devem ser reconsideradas suas características petrográficas originais, apesar de suas descrições litológicas estarem muitas vezes corretas.

9.4. COMPORTAMENTO DOS AQUÍFEROS

Os aquíferos podem ser classificados de acordo com a pressão das águas nas suas superfícies limítrofes (**superior, chamada de topo, e a inferior, chamada base**), e também em função da capacidade de transmissão de água dessas respectivas camadas limítrofes (**do topo, camada confinante superior, e da base, camada confinante inferior**). Em relação à pressão nas limítrofes, os aquíferos podem ser classificados (livro Hidrogeologia- Conceitos e Aplicações 3ª edição / CPRM - F A.C. Feitosa e J. Manoel Filho, 2009), indicado em todas as definições a seguir

9.4.1. AQUÍFERO FREÁTICO (LIVRE)

Os Aquíferos Livres, também chamados de aquíferos freáticos, ou não confinados, são aqueles cujo limite é a superfície de saturação ou freática na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica. As áreas de recarga dos aquíferos não confinados correspondem a aquíferos livres através dos quais os excessos de água da chuva conseguem penetrar por infiltração. O exemplo dos aquíferos confinados, os aquíferos livres se classificam em drenantes (ou de base semipermeável) e não drenantes (ou de base impermeável).

Esse Aquífero oferece um alto risco de poluição através das indústrias, cemitérios, lixões, zonas urbanas desprovidas de esgotos, etc., com bastante vulnerabilidade de contaminações.

Por se tratar de uma área de recarga natural do aquífero, é recomendado um maior controle e seu monitoramento, a fim de evitar infiltrações (**fácil percolação**) de substâncias poluentes líquido. Segundo estudos realizados pôr Costa et. al. (op. cit.), este aquífero é o mais importante em demanda e volume de exploração.

9.4.2. AQUÍFERO CONFINADO

Os aquíferos confinados, também chamados de **aquífero sob pressão**, são aqueles onde a pressão da água em seu topo é maior do que a pressão atmosférica. Em função das características das camadas limítrofes, os aquíferos confinados como os aquíferos livres podem ser definidos como **não drenantes e drenantes**.

Os aquíferos confinantes não drenantes são aquíferos cujas camadas limítrofes, superior e inferior, são impermeáveis. Em um poço que penetra num aquífero desse tipo, o nível da água subterrânea fica acima da base da camada confinante superior.

Os aquíferos confinantes drenantes são aqueles onde, pelos menos, uma camada limítrofe é semipermeável, emitindo a entrada ou saída de fluxo pelo topo e/ou pela base, através de **drenança**. As formações semipermeáveis oferecem uma resistência hidráulica relativamente alta à passagem do fluxo de água através delas. Mesmo assim, quantidades consideráveis de água podem ser perdidas ou ganhas pelos aquíferos drenantes de grande extensão regional.

Os sedimentos do Grupo Barreiras que cobrem o aquífero Beberibe são de constituição litológica bastante variada de areia a argilas, com presença de bolsões arenosos de elevada permeabilidade, com passagem gradacional para arenitos que compõem o aquífero sotoposto, constituído de pontos mais vulneráveis à contaminação de suas águas (vulnerabilidade moderada), provocadas pelo acentuados rebaixamentos de poços tubulares da COMPESA e poços de comercialização de água mineral existente neste aquífero.

9.5. MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS E QUALIDADE DAS ÁGUAS MINERAIS DA RMR – ESTAÇÕES TELEMÉTRICA

Em 2003, Costa Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda., através de estudos patrocinados pelo Estado de Pernambuco, em parceria com a **CPRH**, **DNPM**, realizaram um estudo de Monitoramento dos Aquíferos e Águas Minerais da Região do Recife, através de satélites (South American Datum - SAD 69), sendo captadas as informações dos poços por meio de sensores internos, apresentando-se um diagnóstico detalhado de 10 (dez) poço (mapa de localização, perfis litológicos, aquíferos, análises de água, da região foco dos trabalhos), através **de Estações telemétricas**. Dos 10 poços então diagnosticados, para a obtenção de informações concretas a respeito da área de estudo contemplada no presente trabalho, foram selecionados os 3 (três) referentes a água mineral, servindo como fonte de informações concretas da área de estudo, já que foram impedidos pelas empresas de águas minerais maiores informações dos seus poços e da sua qualidade de água, sendo muitas das informações adquiridas (**Figura 15**), através de correlações com outros aquíferos da área de estudo

9.6. VISITA AS EMPRESA DE ÁGUA MINERAL

Como já explicitado no Capítulo anterior a Metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas 5 (cinco) visitas as empresas de água mineral existentes na área de estudo, sempre acompanhado do técnico do DNPM. Durante tais visitas, foram coletadas, por restrições de acesso como já explicado anteriormente, poucas informações sobre os poços e o processo de envase havendo-se obtido permissão apenas para alguns registros fotográficos e mesmo assim, sem identificação quer da empresa, quer dos poços, quer da área do processo de envase. Sendo assim, para não inviabilizar o presente estudo, foram utilizados as publicações oficiais do órgão gestor de domínio público, ou através dos trabalhos publicados por convênios com o DNPM (Estudos Telemétricos, Costa, 2003).

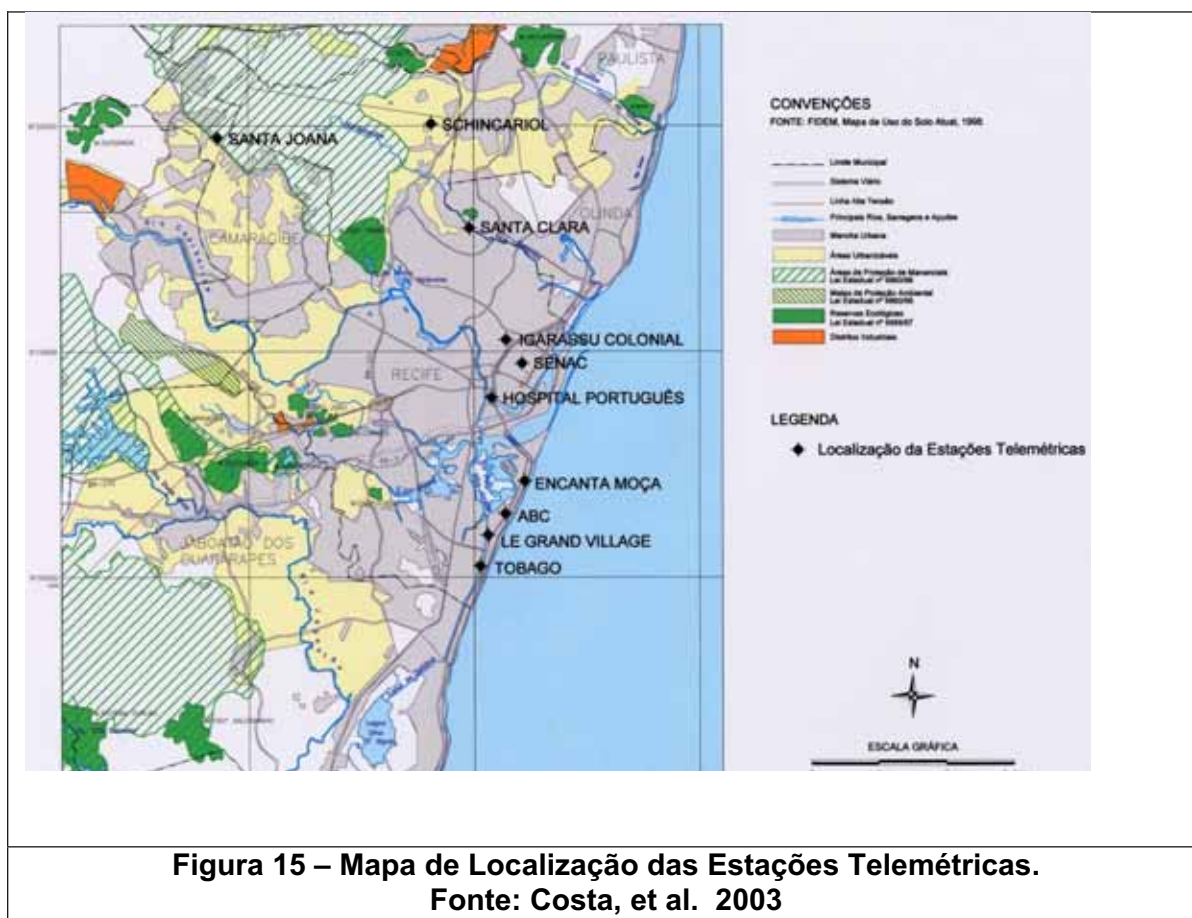


Figura 15 – Mapa de Localização das Estações Telemétricas.
 Fonte: Costa, et al. 2003

9.7. ESTUDOS COMPARATIVOS - ESTAÇÕES TELEMÉTRICAS VERSUS (X) POÇOS VISITADOS

Como oficialmente não foi possível obter maiores informações sobre os poços tubulares visitados (conforme mencionado acima) foram associadas em nível de comparações as 3 (três) Estações Telemétricas (**Empresas de Água Mineral Santa Clara, Schincariol e Santa Joana**), a fim de correlacioná-las com as visitas realizadas “in situ”, definindo assim as 3 (três) Subáreas “A”, “B e “C”, conforme indicado no capítulo 3.2.2. dessa dissertação (Figura 16)”

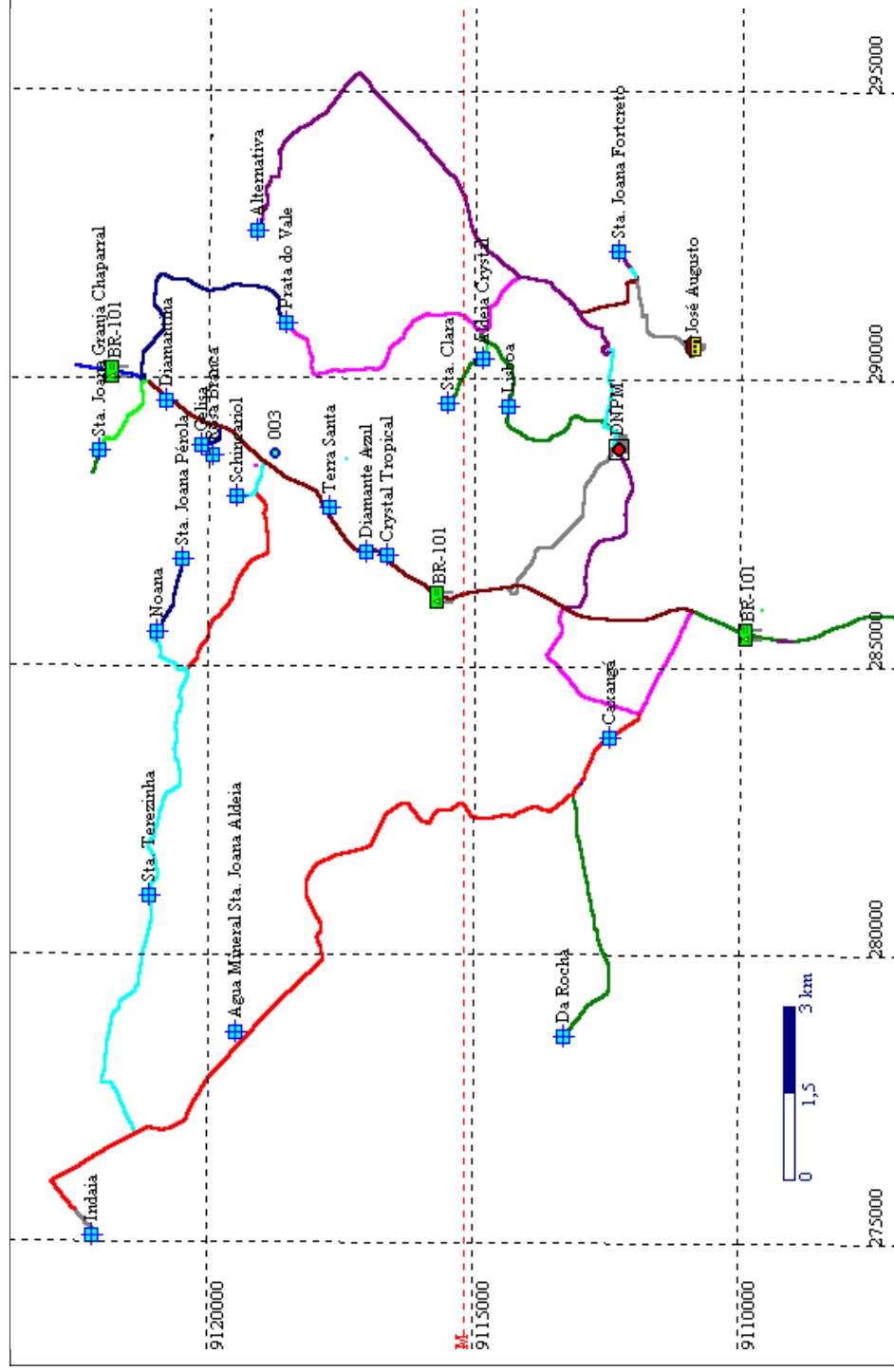


Figura 16 - Mapa de Localização da Empresas de Água Mineral da Região Metropolitana do Recife.

Fonte: Departamento da Produção Mineral – 2005

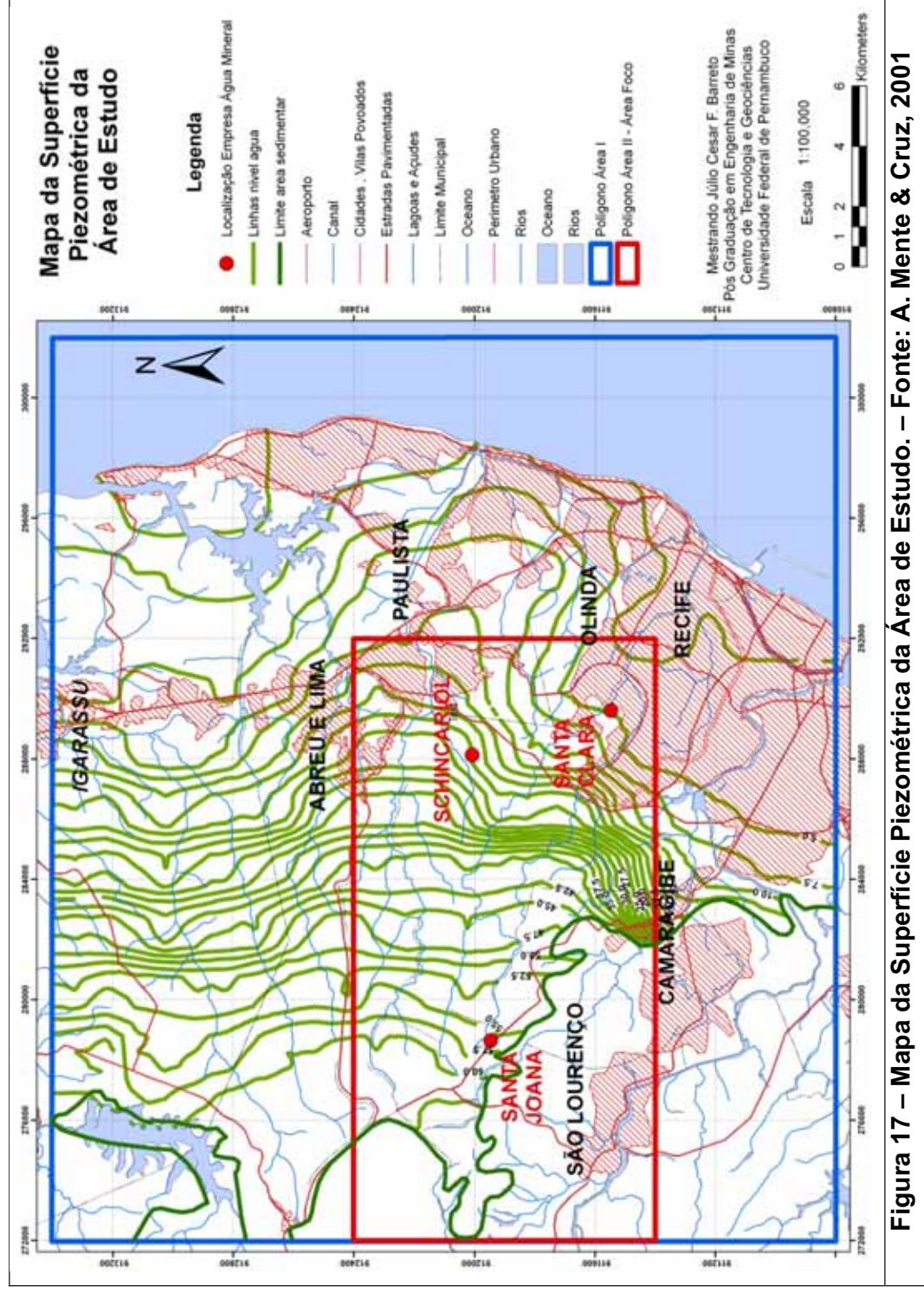


Figura 17 – Mapa da Superfície Piezométrica da Área de Estudo. – Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

9.8. EMPRESAS DE ÁGUAS MINERAIS EXISTENTES NA ÁREA DE ESTUDOS

A seguir será apresentado um resumo das **etapas sucessórias** das águas subterrâneas envolvendo desde sua captação pela fonte de captação (poço tubular ou surgência), até a saída da água para o consumo, em função das informações observadas “in situ”, durante as visitas realizadas nas empresas de água mineral, das quais serão apresentada ao final ilustração fotográfica, através de cada item exposto.

9.8.1. ETAPAS: CAPTAÇÃO / ENVASE

Depois de cumprida todas as exigências dos órgãos **gestores (DNPM/CPRH e ANVISA)**, serão emitidas o **ALVARÁ** para funcionamento da empresa de água mineral. A água é trazida a superfície através de sistema de moto-bomba submersa compatível com o dimensionamento do poço tubular ou surgência, definida por teste de bombeamento escalonado e contínuo de **24 horas** através de tubulações e conexões compatíveis (**placa de orifício circular**), segundo dimensionamento do poço, livre de qualquer tipo de contaminação.

O poço deverá estar acoplado a um sistema de retro-lavagem, totalmente isolado da presença do homem, ficando em local completamente higienizado, em área azulejada (**casa do poço**), devendo está sempre fechado, com indicação de luminária em seu exterior (próximo a porta), ou outro tipo de indicador acusando o funcionamento do poço. No caso da luminária deve estar sempre acessa na hora do seu funcionamento, conforme mostra as fotografias a seguir (**fotos: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18**).

Passado todas as etapas, a água irá através de tubulações apropriadas, passar pelo hidrômetro (exigência do órgão fiscalizador e gestor), seguindo para os tanques de armazenamento, conduzida inicialmente para área de limpeza e esterilização dos garrafões, prosseguindo até a área de **envase**, através de máquinas e equipamentos esterilizados por meio de esteiras **rolantes (fotos: 19,20,21,22, 23,24,25,26,27,28,29 e 30)**.

Durante as visitas foram observadas nas empresas de água mineral todas as etapas, registrando-se que em algumas das empresas o processo de **envase** é bem melhor apresentado. De cada local visitado foi escolhida uma única empresa para melhor representar todo o processo durante a pesquisa. Ainda durante as visitas de campo, observou-se também toda a seqüência apresentada, ou seja, da tubulação e edutora (**captação**), até a estocagem (**armazenamento**), bem como seu laboratório para análises imediatas (**fotos: 31,32,33 e 34**), bem como parte da área verde que cerca os poços tubulares (**fotos: 35,36, 37 e 38**).

As fotografias a seguir têm como objetivo mostrar todas as atividades envolvidas na **exploração da água mineral**, desde a sua captação através de poços tubulares até o seu transporte para o consumo.

	
Foto 11- Casa do poço dentro das normas do DNPM totalmente higienizadas	Foto 12 - Quadro elétrico da bomba com sinal luminoso de operação do poço
	
Foto 13 - Poço Tubular totalmente livre de contaminação, higienizado em operação	Foto 14 - Sala do Poço com torneiras para sistema de Retro lavagem-Ambiente fechado



Foto 15 - Ambiente totalmente fechado azulejado com janela de observação



Foto 16 - Tubulações adutoras com presenças de hidrômetros para inspeção



Foto 17 - Área de chegada dos vasilhames para lavagem e higienização



Foto 18 - Galpão de Estocagem dos vasilhames depois da higienização



Foto 19 - Limpeza dos garrafões sendo retiradas possíveis sujeiras existentes



Foto 20 - Preparação para a limpeza utilizando vários garrafões de uma só vez



Foto 21 – Galpão de limpeza rotulagem e armazenamento e expedição



Foto 22 – Entrada dos garrafões na máquina mecanizada para limpeza



Foto 23 - Garrafões de 20 litros aguardando para serem envasados



Foto 24 – Máquina de envase enchendo os vários garrafões ao mesmo tempo



Foto 25 – Operador fiscalizando a operação de envase na máquina



Foto 26 – Saída dos Garrafões do envase por esteira para a rotulagem



Foto 27- Saída dos Garrafões através de esteiras - Sistema automatizados



Foto 28 – Pátio dos Caminhões para carregamento e transporte



Foto 29 - Área interna de filtração livrando a água de qualquer impureza



Foto 30 - Armazenamento da Água em tanques especiais para o envase.



Foto 31 – Tubulação adutora de condução da água vinda da fonte



Foto 32 - Laboratório interno da empresa para análise da água procedente da fonte



Foto 33 - Produtos químicos utilizados durante a limpeza e higienização



Foto34 - Fiscalização do DNPM inspecionando o laboratório da empresa



Foto 35 – Área Verde Interna



Foto 35 – Área Verde Interna



Foto 37- Área Verde/Hidrômetro



Foto 38- Área Verde/Hidrômetro

9.9. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SANTA CLARA – SUBÁREA “A”

O Poço Tubular onde foi realizada os Estudos Telemétricos pela equipe de Costa et al. em 2003, define a primeira Subárea de Estudos (**Subárea “A”**), localizado no Bairro de Dois Unidos, pertencente a Empresa de **Água Mineral Santa Clara**, próximo a outra empresa de **água mineral (Água Lisboa)**, localizada no bairro de Linha do Tiro, presente nesta área. O (1) **Aqüífero Barreiras** (parte superior), explorado por empresas de **Comercialização de Carros Pipas, Indústrias, Condomínios, Residências Particulares**, e empresas em geral, onde índices elevados da presença de contaminação de **Nitrato** já se faz presentes em alguns poços desse aqüífero. O segundo **aqüífero** é (2) o **Beberibe** explotado para fins de **Água Mineral**, está localizado logo a baixo do **Aqüífero (1) Barreiras**, podendo ser afetado em um curto espaço de tempo suas águas pelo aqüífero superior.

9.9.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES

Diante os fatos apresentados no presente, ou seja, pela desativação de poços explorando aqüífero superior (**Barreiras**), informado pelo órgão gestor, esta contaminação poderá atingir em um curto espaço de tempo (**drenança vertical ou outra circunstancia**) o aqüífero abaixo (**Beberibe**), utilizado para fins de água mineral, onde através do **perfil construtivo exposto (Poço N° 01)** da empresa Santa Clara já nos mostram a **falta de camadas impermeabilizantes** entre os dois aqüíferos, podendo a vir interferir na sua comercialização muito em breve, mostrados através das espessuras de suas camadas (**Figura 17**)

Nossa recomendamos é que monitoramentos mais freqüentes sejam realizados nesses aqüíferos em períodos de tempo mais curtos, bem como, análises, bacteriológicas e físico-químicas periódicas sejam realizadas na área periféricas, através dos órgãos competentes e fiscalizadores (**DNPM, APEVISA, APAC,**), uma vez que índices de **0,23 mg/l em Nitratos (Análise 01)**, observados em 2003, tendo sido encontrados ao longo dos anos índices superiores conforme veremos a seguir, haja vista se tratar de uma área bastante habitada (**Bairros: Dois**

Unidos, Linha do Tiro, Caixa D água, Beberibe, Aguazinha, Nova Descoberta, Guabiraba, e muitos outros), com grandes riscos de contaminação do aquífero inferior, através de contaminação vertical, o que vem sendo diagnosticado ao longo desse estudo, afetado principalmente pela falta de saneamento básico e Poços mal construídos em toda área periférica circundantes aos poços existentes, e em algumas vezes por falta de camadas impermeabilizantes entre os aquíferos.

Poço Perfurado em Fevereiro de 1997 pela HIDROCONSULT

Estação Telemétrica SANTA CLARA

INFORMAÇÕES GERAIS				
Área de Pesquisa: F. 1	Nome poço: Poço Frei Damião		Nº Poço no Cadastro: 5373	
Interessado:	Águas Minerais Santa Clara S. A CNPJ n° 10.776.417/0001-02			
Endereço:	Av. Hildebrando de Vasconcelos, 1319 - Dois Unidos, Recife. CEP 52.160-000 Fone: 3449.9335 / Fax.: 3443.4003			
Nº Unid. de Consumo:	260 m3 em 10 h / dia, como demanda média atual.			
Responsável:	João Vicente de Albuquerque Nascimento (Joca), CPF nº 021.179.404-04, RG nº 637.881 SSP/PE; Brasileiro, Casado, Industrial; Daniel Carlos Leimig de A. Nascimento, CPF nº 027.100.834-26, RG nº 4.764.327 SSP/PE; Brasileiro, Casado, Engº de Pesca; Alexandre Carlos Leimig de A. Nascimento, CPF nº 023.266.494-35, RG nº 4.009.734 SSP/PE; Brasileiro, Casado, Industrial.			
Endereço:	A sede da empresa é no próprio engarrafamento em Dois Unidos.			
Contatos:	Márcio Nascimento ou João Nascimento (Joca).			
Consultor:	Geólogo João Raimundo F.(081) 9601.7940			
Documentos Fornecidos:	ta das Assembléias Geral e Extraordinária de Água Minerais Santa Clara S.A., de 14.03.03, que elege a nova Diretoria e toma outras providências.			
INFORMAÇÕES DO POÇO				
Início Operação:	Fev. / 97	Aquífero Explotado:	Beberibe	Executor: Hidroconsult
Coordenadas:	UTM - E: 289,605	UTM - N: 9115470	Cota (m): 17	
Cota da boca do poço (m)		Cota de Segurança (m):		
Boca do poço a cima do nível do piso do abrigo do poço (m)				0.74
Boca do poço a cima do nível do solo (m)				
Manutenção: Periodicid.:			Executor:	A própria empresa
Manutenção:	Mês:	Última Manutenção:		
Regime Bombeamento:	Varia em função da demanda			
Profundidade (m):	102.0	Seção filtrante:	64 - 91.4	
Topo Horizonte Arenoso Explotado (m):		49		
Revestimento:	Em 4 1/2 ", com boca de poço de 0,50 m.			
Acesso ao Poço:	Protegido por abrigo			
DADOS TÉCNICOS VARIÁVEIS				
Do poço				
Data da Medição:	05/02/1997	2002	17/10/2003	
Serviço	Construção		Inst. Estação	
Nível Estático (m):	34.0	73.0	66.80	
Nível Dinâmico (m):	56.0			
Vazão (m³/h):	9.0			
Vazão Específica (m³/h/m):	0.409			
Coluna edutora (m)	63.0			
Extensão da bomba (m)				
Profundidade útil do poço (m)	102.0		91.40	
Da qualidade da água				
Data coleta amostra:	26/06/1997		11/12/2003	
Serviço :	Construção		Inst. Estação	
Cloretos (mg/L)	10.7		12.3	
Ferro Total (mg/L)	0.23		0.3	
Manganês (mg/L)	0.017			
Dureza Total CaCO ₃ (mg/L)	9.7		4.34	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	102.2		68.0	
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L):	103.4		80.6	

Figura 18 – Ficha de Informações da Estação Telemétrica Santa Clara

DADOS COMPLEMENTARES**OBSERVAÇÕES DA VISITA (Mário e Alípio (DNPM), em 10.06.03)**

A indústria dispõe de três poços, sendo dois em operação; Seu Zeca - 149m e Bento Milagroso - 136m e o Frei Damião - 102m, quase desativado. Este último foi desativado devido a seção filtrante ter ficado parcialmente descoberta devido ao rebaixamento - estimado em 28m - provocado pela entrada em operação, em março de 2001, de uma bateria linear de dez poços da COMPESA ao longo do rio Beberibe, a 200m (vazão média = 53m³/h). Depois do impacto do rebaixamento inicial os empresários tem a impressão de ter ocorrido estabilização. A bateria da COMPESA opera em regime de 24/24h e os poços da indústria de modo descontínuo para atender a demanda. O poço Seu Zeca é o mais próximo do poço Frei Damião, que foi eleito para instalação da estação telemétrica.

JUSTIFICATIVA DA ÁREA DE PESQUISA

A área localizada ao norte do Recife, no vale do Rio Beberibe, se caracteriza por uma intensa exploração de água do aquífero Beberibe pela COMPESA, com a finalidade de abastecimento público. Essa exploração vem acarretando uma forte depressão na superfície potenciométrica do aquífero Beberibe, de vez que os poços (cerca de 20), bombeiam vazões superiores a 50 m³/h. A bateria de poços da COMPESA tem provocado interferências em poços da vizinhança, inclusive aqueles que vêm explotando água mineral, com alvarás de lavra expedidos pelo DNPM. Assim, foi escolhida a área de pesquisa denominada **ÁREA F**, na qual foram distinguidas duas sub-áreas denominadas de **ÁREA F.1** e **ÁREA F.2**. Na primeira dessas sub-áreas foi escolhido um poço numa indústria de exploração de água mineral, localizada nas margens do Rio Beberibe, onde a interferência dos poços da COMPESA se fez com maior intensidade. O objetivo primordial do monitoramento, será pois, de acompanhar o rebaixamento dos níveis d'água do aquífero Beberibe, nessa área de conflito de uso.

SUMÁRIO DAS CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS DA ÁREA

A correlação entre os perfis de quatro poços (Bento Milagroso-136m e Seu Zeca-149m, descritos pela SGN, Frei Damião-102m pela Hidroconsult e Bebe 01 COMPESA -158m, pela Hidrogesp, respectivamente com cotas aproximadas de 19, 14, 17 e 12 m), permitem a seguinte compreensão sobre a estratigrafia da área: o Grupo Barreiras tem espessura da ordem de 20m, com colorações creme, amarelada, avermelhada e caulínica e, localmente, escura na base. Nas proximidades do rio Beberibe, a parte superior desse pacote sedimentar é ocupado por 6m de sedimentos aluviais. A Formação Beberibe tem indicação de variar de espessura entre 118 a 134 m. No topo predomina a presença de um horizonte, provavelmente guia, com predomínio da fração argilosa, de cor escura e plástica, localmente calcifera, com espessura que varia de 2 a 8 m. A base da sequência assenta-se sobre uma argila avermelhada muito plástica, provavelmente, cristalino alterado. O horizonte inferior de arenitos, com 101 a 104 m de espessura, que constitui a parte mais importante do sistema aquífero da área

e é o essencialmente explotado, apresenta hoje um nível piezométrico tão profundo que o torna localmente como livre diante da camada semiconfinante de argila plástica cinza amarelada a avermelhada que se situa entre 34 e 49 m. O pacote arenoso superior, com descrição insatisfatória, mostra espessura bem inferior (6 a 8 m nos perfis dos poços Seu Zeca e Bento Milagroso), está compreendido entre os dois horizontes semiconfinantes já citados e é, em geral, calcífero.

DADOS TÉCNICOS DA ESTAÇÃO TELEMÉTRICA

Área de Pesquisa: F.1	Monitorar a evolução da superfície piezométrica do aquífero Beberibe inferior para subsidiar a gestão dos conflitos de uso da água entre interesses particulares e público.
-----------------------	---

Gabinete

Número Identificador: 1	Telefone	33021877	Velocidade de Transmissão (bps)	1200
Nº de Série da THECMES		3894	Modelo (Registrador)	TS2002DL
Localização:	Na parede do abrigo do poço	Nº de Série do Poço		5373

Sensor de Condutividade

Nº de Série da THECMES	3902	Modelo		TS282
Localização:	Dentro do poço	Faixa de Operação (µS/cm)		0-5000
Extensão de cabo do sensor até o gabinete (m):	95.0	Profundidade (m):	81.0	

Sensor de Nível

Nº de Série da THECMES	3904	Modelo		TS312P
Constante de Profundidade (m):		76.0		
Localização:	No interior do poço, livre e perdurado no próprio cabo			
Reserva de cabo (m):		17.0		
Extensão de cabo do sensor até o gabinete (m):		2.0		
Faixa de Operação com margem de erro de 0,1%:	30 ()	20 (x)		

Dados da bomba

Prof. Eletrodos (m):	Superior:	--	Inferior:	--	Aterramento:	--
Vazão de Operação:	m ³ /h		--			

Datas

Implantação da Estação:		16 a 17/10/03	
Início do registro de dados no datalogger:		17/11/03	
Inst. de sist. de aterramento e filtros p/controle e interferências		17/11/03	
Conclusão da conexão da estação telemétrica à central:		25/11/03	
Instalação do estabilizador de tensão e cadeado no gabinete:		4/12/03	Início: 12:00

Hidrômetro

Leituras	m ³	Dia:		Hora:	
----------	----------------	------	--	-------	--

Figura 18 – Continuação da ficha de Informações da Estação Telemétrica Santa Clara

Laboratório Prof. Adauto da Silva Teixeira



SECRETARIA DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

Certificado de Ensaios Físico-Químicos

Data: 24/12/2003 Certificado Nº 006156

Atendimento Nº 09.024436 Página: 1/1

Dados do Cliente

Nome

CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS

Endereço

RECIFE, PE

Telefone

Solicitante

CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS

Local de coleta

Estação Santa Clara

AV. Hildebrando de Vasconcelos, 1319

Dois Unidos, Recife, PE

Ponto de coleta

Saída do Poço Seu Zeca

Data da coleta	Hora da coleta	Data de entrada	Material	Responsável coleta
11/12/2003	09:45:00	11/12/2003	Água de Poço	CPRH

Observação

Resultados

Portaria Nº 1469 VMP (1)

pH (potenciométrico)	4.7	6 a 9.5 (2)
Turbidez (UNT)	0.30	1(3)
Cor (und na escala Pt/Co)	2.5	15
Condutividade Elétrica a 20°C (µS/cm)	68.0	
Amônia (mg/L em NH ₃)	ND	1.5
Nitrito (mg/L em N)	ND	1
Nitrato (mg/L em N)	0.23	10
Dióxido de Carbono Livre (mg/L em CO ₂)	65.7	
Alcalinidade de Hidróxido (mg/L em CaCO ₃)	0.00	
Alcalinidade de Carbonato (mg/L em CaCO ₃)	0.00	
Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L em CaCO ₃)	13.6	
Cloro (mg/L em Cl)	12.3	250
Dureza Total (mg/L em CaCO ₃)	4.34	500
Cálcio (mg/L em Ca)	0.48	
Magnésio (mg/L em Mg)	0.76	
Sódio (mg/L em Na)	5.7	200
Potássio (mg/L em K)	10.5	
Sulfato (mg/L em SO ₄)	ND	250
Sólidos Totais a 105°C (mg/L)	80.6	
Ferro Total (mg/L em Fe)	ND	0.3

Comentários do Laboratório:

Método de ensaio: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 19th Ed. - 1995

Legenda e Interpretação

Portaria nº 1469 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano

(1) VMP = Valor máximo permissível

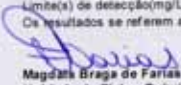
(2) Intervalo recomendado

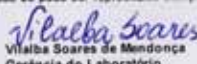
(3) Para água na rede de distribuição o VMP para turbidez é 5 UNT.

N.D. = Não Detectável

Limite(s) de detecção(mg/L): Amônia: 0.12; Nitrito: 0.05; Sulfato: 5; Ferro Total: 0.2.

Os resultados se referem apenas aos itens de ensaio. Este certificado só pode ser reproduzido completo.


Magda Braga de Farias
Unidade de Físico-Química
CRQ 01.301.699


Vivalda Soares de Mendonça
Gerência do Laboratório
CRB 06.536-5

Rua Santana, nº 367 - Casa Forte - CEP 52060-460 - Recife-PE - Fone: (pabx) 3267.1800 - Fax: (081) 3441.6086 - CGC 11.268.802/0001-01

Figura 19 – Ficha das Análises Químicas da Santa Clara

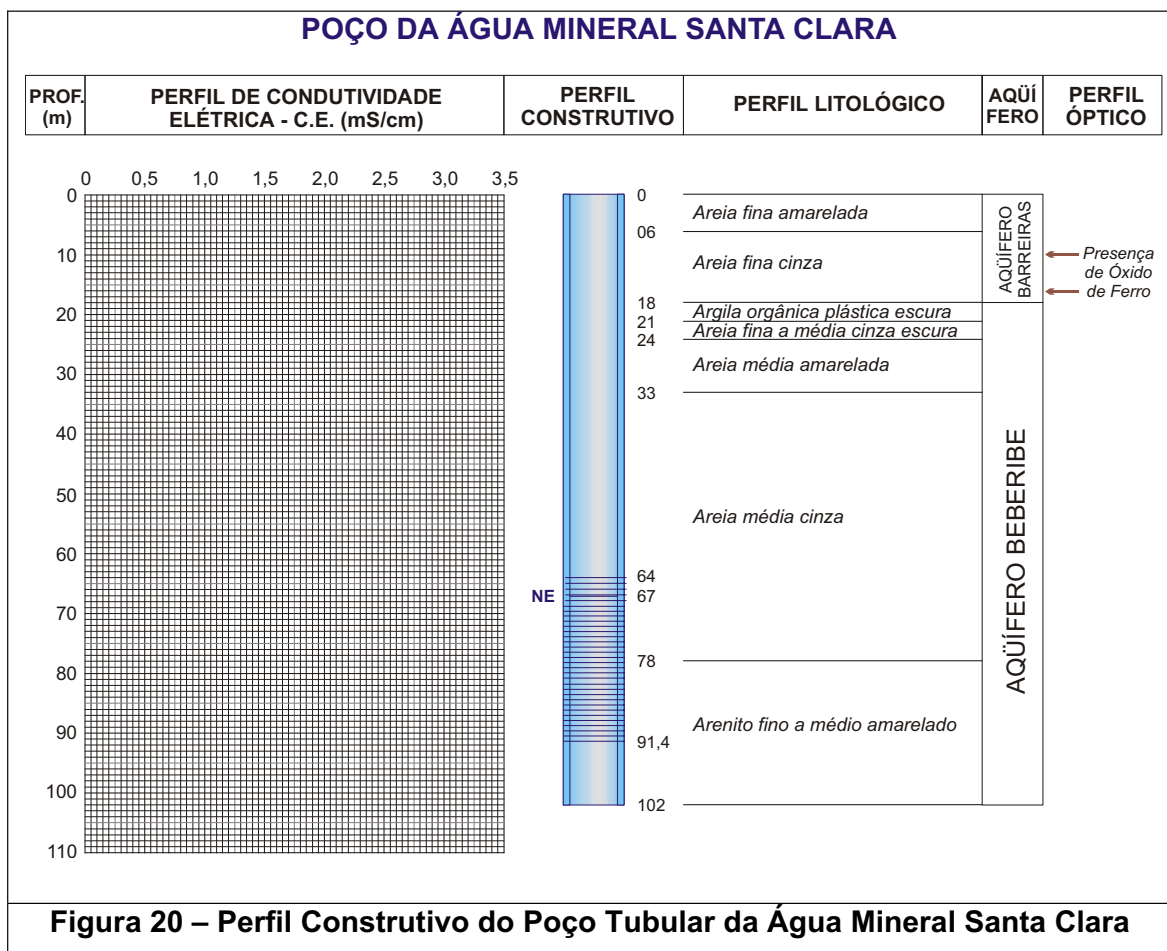


Figura 20 – Perfil Construtivo do Poço Tubular da Água Mineral Santa Clara

Poço Perfurado pela HIDROCONSULT - 1997

9.10. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SCHINCARIOL – SUBÁREA “B”

O Poço Tubular onde foram realizados os Estudos Telemétricos pela equipe de Costa, em 2003, define a segunda Subárea de Estudos (**Subárea ‘B’**). O poço encontra-se localizado no **Bairro de Guabiraba, pertencente a Empresa de Água Mineral Schincariol próximo as empresas visitadas “in situ”, o (1) Aquífero Barreiras** (parte Superior), apesar do poço atravessar (topo/base), esta formação geológica nesse local apresenta níveis de argilas intercaladas com areias.

Em relação à exploração das águas minerais, esse aquífero neste local não apresenta características granulares e hidrodinâmicas não tão bem definidas em relação aos níveis mais inferiores (**Aquífero Beberibe**), não sendo utilizado pela

empresa (**Perfil 02**), por motivo de maior segurança e melhor desempenho hidrodinâmico, utilizando como fonte de captação o **Aqüífero Beberibe**.

O segundo Aqüífero é explotado para fins de Água Mineral, o (2) **Beberibe**, localizado logo a baixo do Aqüífero Barreiras, captando água de maiores profundidades, o mesmo acontecendo com os poços visitados através de outras empresas de água mineral, não ocorre maiores riscos de contaminação por Nitrato (NO_2), não sendo determinado (durante os estudos telemétricos, 2003) valores comprometedores em análise realizadas pela CPRH, conforme é observado na **Análise 02**.

9.10.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES

Diante dos fatos apresentados na presente, data a Subárea “B” a principio **não apresenta maiores riscos de contaminações**, apesar de não existir níveis espessos impermeáveis (**argilas**), observando-se pequenas intercalações de areia com argila (**Perfil construtivo 02**). O poço encontra-se em região pouco provável de contaminações, apresentando vegetação exuberante, resquícios da Mata Atlântica, além de média a baixa densidade demográfica, próximo as instalações da empresa, não permitindo contaminações antrópicas.

Recomenda-se que se continue com os monitoramentos, e que análises bacteriológicas e físico-químicas periódicas sejam realizadas nos poços das empresas de águas minerais de competência do **DNPM**, como vem sendo realizadas, bem como, a fiscalização das áreas de entorno das empresas de água mineral. Onde existam poços, com usos diversos, indústrias, condomínios e empresas em geral, recomenda-se que seja exigida, pelos órgãos fiscalizadores estaduais (**CPRH – APEVISA - APAC**), a renovação do Licenciamento Ambiental e que a coleta sempre seja realizada pelos **laboratórios credenciados** aos órgãos estaduais, não permitindo que outros laboratórios que não sejam credenciados façam a coleta e as respectivas análises. Por fim, recomenda-se ainda que a coletadas análises seja realizada em qualquer período, independente da renovação do licenciamento desses poços.

Poço Perfurado pela ENGEPP em Fevereiro de 2003

Estação Telemétrica SCHINCARIOL

INFORMAÇÕES GERAIS				
Área de Pesquisa: F. 2	Nome poço: Pz.2 -Piezômetro multi-nível aquífero Beberibe	Nº Poço no Cadastro: 5781		
Interessado:	PRIMO SCHINCARIOL - Indústria de Cervejas e Refrigerantes do NE S.A; CNPJ nº 01.278.018/0003-84			
Endereço:	Av. Pe. Mosca de Carvalho, s/n Guabiraba, Recife, PE. CEP 52.490-010 Comunidade Bola na Rede; F. 3372.8350;			
Responsável:	Samuel Gustavo Cavalcanti, RG nº 2.165.701 SSP/DF; CPF nº 198.268.004-06, brasileiro, casado, industrial, residente à rua dos Navegantes, 741, Bloco 02, aptº 1.201, Boa Viagem, Recife. (Gerente Administrativo) João Inácio Belensifer, RG nº 8.117.391 – SSP/SP; CPF Nº 766.545.328-72; brasileiro, casado, industrial residente à rua Álvaro Azevedo, 53 - Poço da Panela, Recife (Gerente Industrial); Fone: 33728368; Cel.: 9615.4128			
Contato atendente:	Érica e Denise (Fone: 9614.1256)			
Contato Informática:	Alexssandro; Fone: 33728356 e 92721474			
Contato Laboratório:	Químico Gentil Paixão; Fone: 33728358			
Consultor:	Eng. de Minas José Amaro Sereno Filho F. 9977.0452; Esc. 3268.4874			
Documentos Fornecidos:	Translado de procuração pública emitida pela Comarca de Itu tendo por outorgantes os diretores superintendente e administrativo e financeiro, respectivamente José Nelson Schincariol e José Domingos Francischinelli			
INFORMAÇÕES DO POÇO				
Início Operação:	Fev. / 03	Aquífero Explotado:	Beberibe	Executor: EMGEPP
Coordenadas:	UTM - E: 288,119	UTM - N: 9120090	Cota (m): 60	
Cota da boca do poço (m)		Cota de Segurança (m):		
Altura da boca do poço em relação ao piso do abrigo do poço (m):				0.15
Boca do poço a cima do nível do solo, aterrado e aplainado na área da fábrica				0.28
Manutenção: Periodicid.:		Mês:	Última Manutenção:	
Profundidade (m):	202.0	Seção filtrante:	96 - 108 e 154 - 202	
Topo Horizonte Arenoso Explotado (m):	92 e153			
Revestimento:	PVC geomecânico de 2"			
Acesso ao Poço:	Protegido por abrigo próprio			
DADOS TÉCNICOS VARIÁVEIS				
Do poço				
Data da Medição:	Fev. / 03			25/11/2003
Serviço	Constr.			Inst. Estação
Boca do Poço (m)	0.3			
Nível Estático (m):	62.69			64.19
Distância do Poço Bombeado (m)	(P.2) 70,8			
Vazão Específica (m³/h/m):				
Coluna edutora (m)				
Extensão da bomba (m)				
Profundidade útil do poço (m)	202.0			
Da qualidade da água				
Data coleta amostra:				09/12/2003
Serviço :				Inst. Estação
Cloretos (mg/L)				13.2
Ferro Total (mg/L)				0.3
Manganês (mg/L)				
Dureza Total CaCO ₃ (mg/L)				4.65
Condutividade Elétrica (µS/cm):				66.1
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L):				90.4

Figura 21 - Ficha de Informações da Estação Telemétrica Schincariol

DADOS COMPLEMENTARES				
OBSERVAÇÕES DA VISITA				
A empresa dispõe na área de quatro poços produtores (P.1; P.2-172 m; P.3 e P.4) e um piezométrico duplo que afere em um mesmo furo os níveis da água dos aquíferos Barreiras (Pz.1-68 m) e Beberibe (Pz.2-202 m). Este piezômetro foi construído para atender exigência da CPRH de determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero, através de teste de aquífero, para permitir o estudo da influência entre os poços da empresa e outros vizinhos, como por exemplo o da COMPESA P14.3 - PL, situado a 254 m do poço mais próximo, o P.3. Tal estudo realizado por Waldir Filho, em Mar. / 03, revelou que o aquífero Beberibe, na região, comporta-se como do tipo livre, conforme comprovam os seguintes fatos: 1. nos poços P.3 e P.4 os níveis estáticos estão abaixo do topo da camada confinante constituída pelos sedimentos do Grupo Barreiras; 2. a carga de pressão de 6 m de coluna de água no poço P.2 deixou de existir no primeiro minuto de bombeamento quando o ND alcançou 24 m o que levou o poço a condição de livre, depois confirmada pelos valores do coeficiente de armazenamento e do raio de influência obtidos no teste; e 3. o afloramento da Formação Beberibe em área de recarga, nas proximidades (a NE no vale do rio Paratibe e a S.SW no vale do Rio Beberibe), confirmam esta condição regional para o aquífero. Como consequência, se por um lado o rebaixamento no aquífero livre ocorre de modo contínuo e provoca maior interferência entre os poços do que a condição original do Beberibe como semiconfinado, por outro lado, o cone de rebaixamento regional será certamente interrompido pelas fronteiras de recarga já citadas da vizinhança. Deste modo, as áreas de recarga estão hoje sujeitas a um nível de preocupação de proteção contra a poluição muito maior do que no passado recente.				
JUSTIFICATIVA DA ÁREA DE PESQUISA				
Essa sub-área denominada de ÁREA F.2 onde foi escolhido o poço multi-nível localizado na fábrica da indústria de bebidas Schincariol possui as mesmas características da ÁREA F.1 com interferências entre poços onde ocorre sobre-exploração. A escolha desse poço se deveu ao fato de ser o mesmo um piezômetro multi-nível em que se poderá analisar uma possível contribuição por drenagem vertical, a partir do aquífero Barreiras sobreposto ao aquífero Beberibe.				
SUMÁRIO DAS CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS DA ÁREA				
A área se localiza sobre um tabuleiro da Formação Barreiras, sobreposto ao pacote de sedimentos da Formação Beberibe. No piezômetro multi-nível instalado na área da fábrica da Schincariol, pode-se perceber que o aquífero Barreiras se estende até a profundidade de 72m, sendo representado por uma sequência de areias quartzosas grosseiras a finas, com intercalações argilosas, de cores variadas, desde amarela, a avermelhada, a cinza. O aquífero Beberibe se inicia com uma camada de arenito calcífero que deve representar a Formação Beberibe superior, desenvolvendo-se entre as profundidades de 72 e 78m. Os sedimentos que constituem o aquífero Beberibe em toda a sua extensão que vai até a profundidade de 226m, são predominantemente arenitos quartzosos finos a médios, a grosseiros, com presença de argila na base (a partir de 206m de profundidade).				
DADOS TÉCNICOS DA ESTAÇÃO TELEMÉTRICA				
Área de Pesquisa: F.1	Monitorar a evolução da superfície piezométrica do aquífero Beberibe inferior para subsidiar a gestão dos conflitos de uso da água.			
Gabinete				
Número Identificador: 10	Telefone	33015659	Vel. de Transmissão (bps)	1200
Nº de Série da THECMES		3888	Modelo (Registrador)	TS2002DL
Localização:	Na parede do abrigo do poço	Nº de Série do Poço	5781	
Sensor de Condutividade (Não foi instalado)				
Obs.: Fez-se acordo com a direção da Schincariol para realização da determinação semanal de condutividade elétrica da água coletada no Poço P2, em virtude do sensor não penetrar livremente no revestimento de 2" do poço piezômetro.				
Sensor de Nível				
Nº de Série da THECMES	3910	Modelo	TS312P	
Constante de Profundidade (m):		80.0		
Localização:	No interior do poço, livre e perdurado no próprio cabo			
Reserva de cabo (m):		13.0		
Extensão de cabo do sensor até o gabinete (m):		2.0		
Faixa de Operação com margem de erro de 0,1%:		30 ()	20 (x)	
Dados da bomba				
Prof. Eletrodos (m):	Superior:	--	Inferior:	--
Vazão de Operação:	m³/h		--	
Datas				
Implantação da Estação:	25/11/03			
Início do registro de dados no datalogger:	25/11/03	Início:	14:00 h	
Conclusão da conexão da estação telemétrica à central:	25/12/03			
Instalação do estabilizador de tensão e cadeado no gabinete:	9/12/03	Início:	15:00 h	
Acerto com Gentil da determinação semanal da C.E. (P2) e remessa por e-mail	09/12/2003			
Hidrômetro				
Leituras	m³		Dia:	
			Hora:	

Figura 21 - Continuação da Ficha de Informações da Estação Telemétrica Schincariol

Certificado de Ensaio Fisico-Químicos

Data: 24/12/2003 Certificado Nº 006154 (Reimpressão) Atendimento Nº 09.024429 Página: 1/1

Dados do Cliente

Nome
CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS
Endereço
RECIFE, PE

Telephone

Solicitante

CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS

Local de coleta

Estação Schincariol
Av. Pe. Mosca de Carvalho, s/n
Guabiraba, Recife, PE

Ponto de coleta

Saída do POCO - P.2

Data da coleta	Hora da coleta	Data de entrada	Material	Responsável coleta
09/12/2003	17:00:00	09/12/2003	Água de Poço	CPRH
Observação				

Resultados

Portaria N° 1469 VMP (1)

Portaria N° 1408	
pH (potenciométrico)	5,7
Turbidez (UNT)	6 a 9,5 (2)
Cor (und na escala Pt/Co)	1,0
Conductividade Elétrica a 20°C (µS/cm)	1(3)
Amônia (mg/L em NH ₃)	<2,5
Nitrito (mg/L em N)	15
Nitrato (mg/L em N)	66,1
Dióxido de Carbono Livre (mg/L em CO ₂)	ND
Alcalinidade Total (mg/L em CaCO ₃)	1,5
Alcalinidade de Hidróxido (mg/L em CaCO ₃)	ND
Alcalinidade de Carbonato (mg/L em CaCO ₃)	1
Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L em CaCO ₃)	10
Cloreto (mg/L em Cl)	22,5
Dureza Total (mg/L em CaCO ₃)	15,6
Cálcio (mg/L em Ca)	0,00
Magnésio (mg/L em Mg)	0,00
Sódio (mg/L em Na)	15,6
Potássio (mg/L em K)	13,2
Sulfato (mg/L em SO ₄)	4,65
Sólidos Totais a 105°C (mg/L)	0,48
Ferro Total (mg/L em Fe)	0,83
	6,3
	10,0
	ND
	250
	90,4
	ND
	0,3

Comentários do Laboratório:

Método de ensaio: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 10th Ed. - 1995

Legenda e interpretação

Portaria nº 1489 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano

(t) VMP = Valor máximo permisível

(2) Intervalo recomendado

(3) Para água na rede de distribuição o VMP para turbidez é 5 UNT.

N.D. = Not Detectable

Limite(s) de detecção(mg/L): Amônia: 0.12; Nitrito: 0.05; Nitrato: 0.05; Sulfato: 5; Ferro Total: 0.2

Os resultados se referem apenas aos itens de ensaio. Esta certificado só pode ser reproduzido completo.

Magdalena Braga de Farias
Unidade de Físico-Química
CRQ 01.301.599

Vitalba Soares
Vitalba Soares de Mendonça
Gerência do Laboratório
CRB 05.535-6

Rua Santana, nº 367 - Casa Forte - CEP 52060-400 - Recife-PE - Fone: (pabx) 3267.1800 - Fax: (081) 3441.6088 - CGC 11.268.802/0001-01

Figura 22 – Ficha das Análises Químicas da Schincariol

PROF. (m)	PERFIL DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - C.E. (mS/cm)	PERFIL CONSTRUTIVO	PERFIL LITOLÓGICO	AQUÍ FERO	PERFIL ÓPTICO
0	0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5				
0			Argila arenosa avermelhada	AQUÍFERO BARREIRAS	
12			Areia grossa a conglomerática, argilosa, marrom claro		
25			Argila arenosa amarelada		
33			Areia grossa marrom clara com níveis argilosos amarelados		
57			Areia fina com intercalação de argila vermelha	AQUÍFERO BEBERIBE	
72			Arenito calcífero com intercalações de argila calcífera cinza escura		
78			Arenito grosseiro claro com intercalação de argila amarronzada		
92					
96			Arenito fino a médio, claro		
108			Arenito fino a médio, claro pouco argiloso		
126					
			Arenito grosseiro argiloso cinza claro a amarelado		
153					
154					
			Arenito médio a grosso acinzentado		
202					
206					
			Arenito grosso com níveis de argila		
226					
230			Embasamento cristalino alterado		

Figura 23 – Perfil Construtivo do Poço Tubular da Água mineral Schincariol

9.11. ESTAÇÃO TELEMÉTRICA SANTA JOANA

O Poço Tubular onde foram realizados os Estudos Telemétricos pela equipe de Costa Consultoria, em 2003, define a terceira Subárea de Estudos (**Subárea “C”**), está localizado na Estrada de Aldeia Km 10 – Camaragibe. Nesta Subárea a exploração é realizada por um único aquífero o Barreira (**Perfil construtivo N° 03**), explorado para comercialização por carros pipas, indústrias, empresas em geral e residências particulares, e principalmente para comercialização de empresas de água mineral.

9.11.1. ESTUDO PRELIMINAR E RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que continuem sendo realizados os monitoramentos, e análises físico-químicas periódicas realizadas freqüentemente nos poços das empresas de águas minerais de competência do **DNPM**, bem como, sendo exigidas nas áreas de entorno dos poços de água mineral, para os poços tubulares rasos e profundos das indústrias, condomínios e empresas em geral, não só durante a renovação do Licenciamento Ambiental anual. Recomenda-se ainda que essas análises sejam exigidas a qualquer período, na medida em que seja necessário, sendo coletadas suas águas através de laboratórios credenciados, evitando “coletas irregulares” e que as mesmas sejam solicitadas regularmente pelos órgãos competentes e fiscalizadores.

Poço Perfurado pela MARCOTEK EM 1998

Estação Telemétrica Santa Joana

INFORMAÇÕES GERAIS					
Área de Pesquisa: G	Nome poço: Poço Santa Joana IV	Nº Poço no Cadastro: 4928			
Interessado:	INCOBAL - Ind. e Com. de Bebidas e Alimentos Ltda. CNPJ nº 11.843.554/0001-77 - Rua Imperial, 1171 - São José, Recife, PE. CEP 50.090-000; Fone: 3224.5537				
Endereço:	Estrada de Aldeia, km 10				
Diretoria (proprietários)	José Bezerra de Lucena Filho, CPF nº 054.780.574-87; RG nº 960.508 SSP/PE; Brasileiro, Casado, Industriário; Josélia Rodrigues Torres Bezerra de Lucena, CPF nº 284.871.844-72; RG nº 1.074.760 SSP/PE; Brasileira, Casada, Médica e Advogada.				
Endereço:	o mesmo				
Consultor:	Engº. de Minas José Wilson Mamede da Silva; Fones: R/E: 3447.2342 / 9127.3040				
Documentos Fornecidos:	Instrumento particular de alteração de contrato social				
INFORMAÇÕES DO POÇO					
Início Operação:	Abr. / 98	Aquífero Explotado:	Barreiras	Executor:	Marcotek
Coordenadas:	UTM - E: 278,642	UTM - N:	9119467	Cota (m):	
Manutenção: Periodicid.:				Executor:	A própria empresa
Manutenção:	Mês:	Última Manutenção:			
Regime Bombeamento:	Varia em função da demanda				
Profundidade (m):	58.0	Seção filtrante:	30 a 53,18		
Topo Horizonte Arenoso Explotado (m):			26		
Revestimento:	Em 6 " em PVC, com boca de poço de 0,60 m.				
Acesso ao Poço:	Protegido por abrigo				
DADOS TÉCNICOS VARIÁVEIS					
Do poço					
Data da Medição:	Abr. / 98			06/11/2003	
Serviço	Constr.			Inst. Estação	
Nível Estático (m):	39.47			38.74	
Nível Dinâmico (m):	45.61			39.46	
Vazão (m³/h):	5.8				
Vazão Específica (m³/h/m):	0.994				
Coluna edutora (m)	57.0			51.59	
Extensão da bomba (m)				0.81	
Profundidade útil do poço (m)	58.0			53.18	
Da qualidade da água					
Data coleta amostra:	Abr. / 02			11/12/2003	
Serviço :	Constr.			Inst. Estação	
Cloretos (mg/L)	13.3			13.2	
Ferro Total (mg/L)	<0.01				
Manganês (mg/L)	<0.002				
Dureza Total CaCO ₃ (mg/L)	5.2			6.57	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	62.1			62.7	
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L):	23.0			44.4	
Bacteriológica, em				06/11/2003	
Resultado				S /Contamin.	

Figura 24 - Ficha de Informações da Estação Telemétrica Sta. Joana

DADOS COMPLEMENTARES				
OBSERVAÇÕES DA VISITA (Mário e Wilson Mamede, em 10.06.03)				
A indústria dispõe de quatro poços em operação, todos totalmente penetrantes no aquífero Barreiras. Devido a grande profundidade atual do nível piezométrico da região, as bombas foram localizadas, como medida sistemática, um metro acima do fundo do poço. Em consequência, as bombas estão em geral situadas, de modo não apropriado, diante ou muito próximas dos filtros, com o risco de carreamento de finos. Tal fato ocorre em virtude do projeto dos poços não ter previsto câmara de bombeamento abaixo da seção filtrante, única alternativa de aproveitar o máximo do rebaixamento disponível até o topo da seção filtrante.				
JUSTIFICATIVA DA ÁREA DE PESQUISA				
A área de pesquisa denominada G objetiva monitorar a evolução do rebaixamento do nível da água no aquífero Barreiras na região de Aldeia, Município de Camaragibe, para subsidiar a gestão do conflito de uso do recurso hídrico nesta região. São usuários na área: grandes empresas que exploram de maneira intensiva para engarrafamento (Incobal, H2O, Frevo Brasil e Indaiá dentre outras), diversos pequenos usuários também para fins comerciais e toda uma população que tem interesse em uso da mesma água para fim domiciliar.				
SUMÁRIO DAS CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS DA ÁREA				
Os perfis litológicos dos poços Santa Joana II e IV, afastados da ordem de 50 m e ambos executados pela Marcotek, apesar de apresentarem divergências, indicam uma seqüência de estratos arenosos a areno-argilosos avermelhados na parte superior e, na parte inferior, estratos essencialmente arenosos de fino a médio e grossos, a cascalho, assentados sobre rocha xistosa a gnaissica do embasamento cristalino alterado. Separando os dois conjuntos ocorre uma camada de argila plástica de cor cinza clara com 4 m, a qual daria um comportamento confinante ao aquífero inferior se o nível estático regional não estivesse abaixo da mesma, como atualmente ocorre. No local, o pacote de sedimentos Barreiras tem 57/56 m, o aquífero inferior tem espessura média de 33 m e a lâmina d'água média é inferior a 20m.				
É efetivamente impressionante o processo de exaustão a que está sendo submetido o aquífero. Tudo indica ser urgente realizar estudo regional para alcançar conhecimentos técnicos que permitam definir: área de recarga, valor da recarga anual, fluxo regional e condições de recarga. Só assim será possível realizar a gestão deste aquífero com definição das condições de exploração.				
DADOS TÉCNICOS DA ESTAÇÃO TELEMÉTRICA				
Área de Pesquisa: G	Monitorar a evolução da superfície piezométrica do aquífero Barreiras para subsidiar a gestão de conflitos entre os usuários da água particulares e as indústrias de envasamento de água mineral.			
Gabinete				
Número Identificador: 8	Telefone	34597301	Velocidade de Transmissão (bps)	1200
Nº de Série da THECMES		3885	Modelo (Registrador)	TS2002DL
Localização:	Na parede do abrigo do poço - P4	Nº de Série do Poço	4928	
Sensor de Condutividade				
Nº de Série da THECMES		3896	Modelo	TS282
Localização:	Dentro do poço	Faixa de Operação (µS/cm)	0-5000	
Extensão de cabo do sensor até o gabinete (m): 56.0		Profundidade (m):	50.39	
Sensor de Nível				
Nº de Série da THECMES		3907	Modelo	TS312P
Constante de Profundidade (m):		50.86		
Localização:	Dentro do poço, preso a coluna edutora			
Reserva de cabo (m):		3.44		
Extensão de cabo do sensor até o gabinete (m):		2.0		
Faixa de Operação com margem de erro de 0,1%:		30 ()	20 (x)	
Dados da bomba				
Prof. Eletrodos (m):	Superior:	--	Inferior:	--
Vazão de Operação:	m³/h		--	
Datas				
Implantação da Estação:		05 a 06/11/03		
Início do registro de dados no datalogger:		20/11/03		
Conclusão da conexão da estação telemétrica à central:		25/11/03		
Instalação do estabilizador de tensão e cadeado no gabinete:		5/12/03	Início:	18:00
Hidrômetro				
Leituras	m³		Dia:	
			Hora:	

Figura 24 – Continuação da Ficha de Informação da Estação Telem. Santa Joana

Laboratório Prof. Adauto da Silva Teixeira

Certificado de Ensaios Físico-Químicos



SECRETARIA DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

Data: 24/12/2003 Certificado Nº 006155

Atendimento Nº 09.024435 Página: 1/1

Dados do Cliente

Nome

CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS

Endereço

RECIFE, PE

Telefone

Solicitante

CPRH/SRH - PROJETO DE MONITORAMENTO DE AQUIFEROS

Local de coleta

Estação Santa Joana
Estrada de Aldeia, Km 10
Camaragibe, Recife, PE

Ponto de coleta

Saída do Poço IV

Data da coleta	Hora da coleta	Data de entrada	Material	Responsável coleta
11/12/2003	11:00:00	11/12/2003	Água de Poço	CPRH

Observação

Resultados

Portaria Nº 1469 VMP (1)

pH (potenciométrico)	3.2	6 a 9.5 (2)
Turbidez (UNT)	0.30	1(3)
Cor (und na escala Pt/Co)	2.5	15
Condutividade Elétrica a 20°C (µS/cm)	62.7	
Amônia (mg/L em NH ₃)	ND	1.5
Nitrito (mg/L em N)	ND	1
Nitrato (mg/L em N)	1.18	10
Dióxido de Carbono Livre (mg/L em CO ₂)	80.1	
Alcalinidade de Hidróxido (mg/L em CaCO ₃)	0.00	
Alcalinidade de Carbonato (mg/L em CaCO ₃)	0.00	
Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L em CaCO ₃)	0.00	
Cloreto (mg/L em Cl)	13.2	250
Dureza Total (mg/L em CaCO ₃)	6.57	500
Cálcio (mg/L em Ca)	ND	
Magnésio (mg/L em Mg)	1.60	
Sódio (mg/L em Na)	ND	200
Potássio (mg/L em K)	ND	
Sulfato (mg/L em SO ₄)	ND	250
Sólidos Totais a 105°C (mg/L)	44.4	
Ferro Total (mg/L em Fe)	ND	0.3

Comentários do Laboratório:

Método de ensaio: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 19th Ed. - 1995

Legenda e Interpretação

Portaria nº 1469 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano

(1) VMP = Valor máximo permissível

(2) Intervalo recomendado

(3) Para água na rede de distribuição o VMP para turbidez é 5 UNT.

N.D. = Não Detectável

Limite(s) de detecção(mg/L): Amônia: 0.12; Nitrato: 0.05; Cálcio: 0.2; Sódio: 5; Potássio: 5; Sulfato: 5; Ferro Total: 0.2;

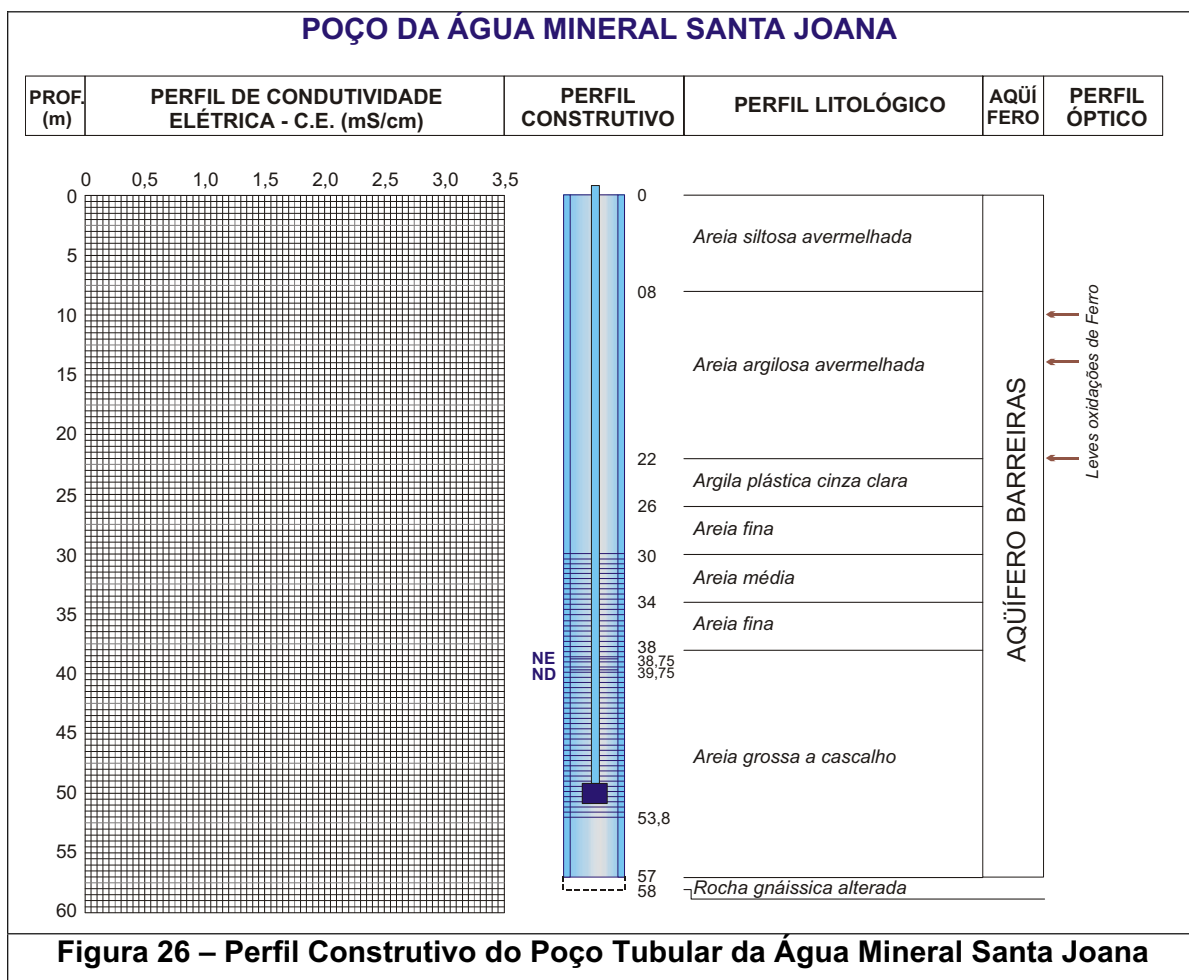
Os resultados se referem apenas aos itens de ensaio. Este certificado só pode ser reproduzido completo.

Magda Braga de Farias
Unidade de Físico-Química
CRQ 01.301.699

Vilalba Soares de Mendonça
Gerência do Laboratório
CRB 05.635-6

Rua Santana, nº 367 - Casa Forte - CEP 52060-460 - Recife-PE - Fone: (pabx) 3267.1800 - Fax: (081) 3441.6088 - CQC 11.268.802/0001-01

Figura 25 – Ficha das Análises Químicas da Santa Joana



Poço Perfurado Pela Marcotek em 1998

9.12. DISCUSSÕES PRELIMINARES ENVOLVENDO AS SUBÁREAS “A”, “B” e “C”

A seguir faremos uma breve explanação dos trabalhos desenvolvidos pelos órgãos gestores das águas subterrâneas em nosso Estado.

No que diz respeito às **águas minerais**, apesar do pequeno quadro técnico do órgão gestor, os trabalhos estão sendo desenvolvidos de forma eficiente, haja vista que além da fiscalização em todas as áreas de atuação, seus técnicos desenvolvem estudos de excelente qualidade, dentre os quais teremos oportunidade de referenciar alguns desses trabalhos, ao longo desse estudo.

9.12.1. ÁREA DO AQUÍFERO BARREIRAS E BEBERIBE

Na **Subárea “A”** onde existe a interação dos Municípios de Recife e Olinda encontram-se os aquíferos Barreiras e Beberibe os quais interagem fortemente, tornando-se difícil a realização de estudos separados dos mesmos. Nesta Subárea encontram-se poços com elevados fluxos de vazão no aquífero superior (**Barreiras**) e ausência de camadas impermeabilizantes em muitos locais. Infelizmente não pode ser realizada a separação do **Aquífero Barreiras do aquífero Beberibe**, os quais estão associados a grande índice de povoamento nos bairros dos 02 (dois) municípios, sendo os poços de águas minerais monitorados freqüentemente pelos técnicos do **DNPM**.

Em relação às águas mais superiores delimitadas pelo **Aquífero Barreiras**, já estão sendo observados aumentos nos índices de concentração de Nitrato (NO_2). Em decorrência disso, estão sendo desativados alguns poços, que pode vir a comprometer águas mais contaminação (**Aquífero Beberibe**). Neste caso, cabe aos órgãos competentes estaduais: (1) A Agencia Pernambucana de Águas e Climas (**APAC**), realizar contratações de mais técnicos qualificado para atuar nesta área; (2) A Vigilância Sanitária do Estado de Pernambuco (**APEVISA**), um maior comprometimento e uma maior fiscalização no controle desta área, não só em relação a contaminação bacteriológica e ao monitoramento do Nitrato (NO_2), como também, em relação as águas subterrâneas potáveis como um todo, as quais podem vir a comprometer a saúde pública, através de contaminações decorrentes dos esgotos e fossas a céu aberto, registrados nesta Subárea.

Vale salientar que a ascensão de Nitrato (NO_2) deve-se principalmente aos poços construídos sem qualquer base técnica em seus perfis de completação, associado à falta de fiscalização dos órgãos gestores, os quais carecem de técnicos suficientes para o acompanhamento das perfurações de poços que vem ocorrendo desde o final dos anos 90 (entre 1996 e 1999) até os dias atuais, provocadas pelo grande aumento da procura de águas subterrâneas.

Quanto as duas **Subáreas (“B” e “C”)**, no que concerne aos estudos realizados através da telemetria, no presente trabalho não se pode acrescentar novas

considerações, pois, não foram comprovadas nenhum tipo de irregularidade no período do seu estudo.

Atendendo solicitação especificada nos trabalhos técnicos realizados pela Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA), através de do **HIDROREC I e II, por COSTA e Consultoria** em 1998 e 2002 respectivamente, o Governo do Estado de Pernambuco, através da **Lei 11.427**, vem limitando a exploração destes referidos aquíferos em determinadas áreas de escassez. Entre os objetivos desta medida pode-se destacar o monitoramento continuado dos mesmos através de fiscalizações mais eficientes e eficazes de diversos aspectos, dentre os quais se pode citar: (1) Fiscalização sistemática dos poços construídos, (2) forma de utilização da água captada, (3) realização de análises bacteriológica e físico-química das águas dos mesmos, (4) instalação de hidrômetros, etc..

Infelizmente pode-se constatar no presente estudo, que muito embora já haja transcorrido mais de uma década desde a **vigência da Lei 11.427** acima mencionada, os objetivos perseguidos pela mesma não foram alcançados em sua totalidade, pois os monitoramentos ao longo dos últimos 10 anos (2000 a 2010) foram realizados de forma precárias, atingindo menos de 50% (cinquenta por cento) dos poços das cidades da Região Metropolitana do Recife, por falta de contratação de pessoal qualificado. Na tentativa de amenizar esta defasagem de pessoal qualificado, foi recrutado técnicos de **nível superior** com contratos temporários (**bolsistas / Fundação de Amparo a Ciência do estado de Pernambuco - FACEPE**), até finais de 2007 através da Secretária de Ciência e tecnologia e Meio Ambiente (**SECTMA**), responsável na ocasião pelo Cadastramento e Licenciamento dos Poços, juntamente com a Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH).

Acredita-se que a partir de 2011, com a criação da **APAC**, e o apoio governamental através da contratação de novos técnico para áreas específicas, novos rumos sejam tomados em relação às Águas Subterrâneas do Estado.

Sobre o aumento do índice de Nitrato (NO_2) nestas Subáreas, o mesmo foi avaliado com base nos resultados de análises de água mais recentes, dos poços

visitados (sem no entanto especificar-se as identificações de posicionamentos dos mesmos), realizadas pelos laboratórios do LAMIN, E CPRH, e em consultas a trabalhos divulgados pelo DNPM em parceria com CPRH sobre o assunto, conforme foi exposto anteriormente, somado aos resultados de trabalhos mais recente de monitoramento específico do Nitrato (NO_2), acompanhado pelos técnicos (geólogos e engenheiros de minas do DNPM) em todos os poços das empresas de água mineral da área norte de Recife captadores dos aquífero **Barreiras e Beberibe**, conforme será apresentado no desenrolar dos trabalhos.

9.13. CICLO DE NITROGENIO

Uma das reações químicas mais importantes, mediada por microorganismos na química aquática, são aquelas envolvendo compostos de nitrogênio. Entre as transformações químicas estão: **a fixação do Nitrogênio** molecular com o Nitrogênio orgânico; **a Nitrificação** ou oxidação da amônia para nitrato (S.S. Mestrinho, 1999); **a redução do nitrato** para compostos com Nitrogênio em menor estado de oxidação e, **a denitrificação** que representa a redução do nitrato e nitrito para N_2 (gasoso).

O Ciclo do Nitrogênio descreve os processos dinâmicos, quando o nitrogênio é reciclado entre a atmosfera, matéria orgânica e compostos inorgânicos. O nitrogênio liberado por denitrificação escapa da água para atmosfera ou se integra novamente no ciclo bioquímico através das bactérias (S.S. Mestrinho, 1999)

De um modo geral, o comportamento das espécies de Nitrogênio é afetado por três aspectos principais: I) - a fixação do nitrogênio elementar (N_2) requer um input de energia alto; II) - a oxidação do Nitrogênio Orgânico para Nitrato (nitrificação) requer condições aeróbicas; III) - a denitrificação somente acontecerá sob condições anaeróbicas.

Nas águas, o Ciclo do Nitrogênio é fortemente influenciado por atividades humanas tais como: a aplicação de fertilizantes nitrogenados em práticas de

agriculturas, disposição de esgotos urbanos, onde o Nitrogênio orgânico está associado a vários produtos (S.S. Mestrinho, 1999).

A distinção entre diferentes correntes de contaminação do Nitrogênio é difícil, e os isótopos estáveis de Nitrogênio têm sido usados como ferramenta útil para esse propósito. Como os microorganismos redutores de Nitratos são restritos a ambientes anaeróbicos a presença de oxigênio molecular inibe sua atividade. Assim o nitrato pode acumular-se nas águas subterrâneas aeróbicas que recebem recarga de áreas fertilizadas, tornando-se perigosas para o consumo humano (S.S. Mestrinho, 1999).

9.14. ESTUDOS DO NITRATO DA REGIÃO EM RELAÇÃO AOS POÇOS TELEMÉTRICOS

Em março de 2006, e fevereiro de 2007, análises realizadas pelo Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP) já apresentavam na **Subárea “A”**, índices preocupantes de Nitrato, com valores de 4,2 mg/l e 4,5 mg/l para o poço dessa Subárea em diferentes períodos (**limite máximo em nitrato = 10mg/l**), o que veio a ser tomadas medidas de cautelas mais atuantes em poços da região, onde em setembro de 2008, o LAMIN/CPRM observou valores de 32,24 em NO_3^- e 14,55 mg/l de NO_3^- , (**limite máximo NO_3^- = 50 mg/l**) para esta Subárea. Em Novembro do mesmo ano foram realizadas mais algumas análises pela CPRM mostrando o nitrato com ligeiros aumento. e relação ao mês de setembro (em NO_3^-) com valores de 11,73 (em sódio) e 35,64 mg/l (em potássio).

9.14.1. ANÁLISE DO NITRATO EM POÇOS DE ÁGUA MINERAL ATRAVÉS DA SUPERINTENDENCIA DO DNPM / RECIFE-PE

Durante as consultas realizadas ao DNPM, foram observadas algumas análises em relação à parte microbiológica e ao nitrato, porém sem definir maiores identificações sobre a localização exatas dos poços onde foram realizadas as consultas (motivos já justificados). No que se refere às análises microbiológicas não foram

encontrados ocorrência de irregularidades, estando todos os poços consultados dentro dos padrões aceitáveis pelo LAMIM/CPRM..

A situação do monitoramento das análises de água dos poços em relação ao nitrato em Março de 2009, através do LAMIN/CPRM-RJ e Março de 2007 realizados pelo ITEP dos poços das empresas e água mineral, através de 4 (quatro) poços visitados “in situ”, durante as inspeções realizadas na região de Aldeia mostraram os seguintes resultados, os quais vêm aumentando o valor de nitrato a cada ano.

ITEP/PE – MARÇO/2007

Poço	Concentração de Nitrato
Poço 01	N = 2,4 mg/l
Poço 02	N = 1,9 mg/l
Poço 03	N = 2,8 mg/l
Poço 04	N = 2,9 mg/l

Valor Máximo Permitido em N na água para o consumo humano = 10,00 mg/l

LAMIN/CPRM – MARÇO/2009.

Poço	Concentração de Nitrato
Poço 01	NO₃ = 10,81 mg/l
Poço 02	NO₃ = 14,53 mg/l
Poço 03	NO₃ = 14,53 mg/l
Poço 04	NO₃ = 11.08 mg/l

Valor Máximo Permitido em NO³ na água para consumo humano = 50,00 mg/l

Fator de Conversão:

- Em N / Ano 2007 (ITEP) - $4,4285 \times N = NO_3$
-
- Em NO₃ / Ano 2009 (LAMIN/CPRM) - $0,2258 \times NO_3 = N$
-

9.14.2. PARECER TÉCNICO DOS ESTUDOS DAS ANÁLISES

Infelizmente não foi possível fazer uma comparação com os valores de **Nitrato** no período da construção dos poços até os dias atuais, pois tais análises não foram encontradas, nos arquivos procurados, através do órgão gestor, porém em relação ao valor Máximo permitido não existe maiores problemas sobre o consumo da água, conforme mostram os resultados obtidos entre os **anos de 2007 e 2009**, contudo já se percebe um aumento nos últimos **(cinco)** anos em relação à análise realizada com a Estação Telemétrica do poço da empresa Santa Clara.

9.15. MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS BARREIRAS E BEBERIBE AO NORTE E NOROESTE DA CIDADE DO RECIFE, SEGUNDO LEVANTAMENTO DO DNPM

Diferentemente do que se imagina popularmente, as Águas Minerais não são engarrafadas a partir de fontes cristalinas jorrantes, ou cachoeiras que brotam e correm sobre rochas, em meio a frondosas matas virgens.

Na RMR , bem como no restante do estado as Águas Minerais, em quase sua totalidade (em mais de 95% dos casos) são captadas (explotadas, extraídas) a partir de poços tubulares profundos (30 a 200 metros de profundidade e diâmetros de revestimentos de 4,5 a 8 polegadas, em PVC aditivado ou tubo e filtros inox), cujas construções têm que seguir normas técnicas de segurança em relação a contaminações externas e dos próprios materiais constitutivos dos poços. Mesmo as pouquíssimas fontes (surgencias) explotadas constituem-se em sistemas de captações que por construção têm que ser isoladas/protegidas do ambiente externo e das contaminações.

Na verdade, toda Água Mineral é captada de forma fechada, ou seja, sem contato da água captada com o ambiente externo. As empresas de Água Mineral situadas na área objeto do presente trabalho operam 75 poços tubulares. Enquanto isto a SRH/APAC cita que no município de Recife existem mais de 5.000 poços tubulares profundos (acima de 20 metros) em funcionamento, tomando por base o Hidrorec II, e estima, para a Região Metropolitana do Recife, a existência de mais de 15.000 poços

entre rasos e profundos.

Os engarrafamentos, através das captações de Água Mineral da RMR encontram-se distribuídos em faixa situada ao norte do Recife, limitada entre o município de Recife e Paulista, abrangendo as localidades de Aldeia, Macaxeira, Nova Descoberta, Sítio do Pica-pau Amarelo e redondezas, Paratibe e Beberibe, ostentando grandes áreas ainda pouco urbanizadas e ainda apresentando considerável e até exuberante cobertura vegetal ainda em significativa extensão, estando conseqüentemente menos sujeita a contaminações dos aquíferos.

Até junho de 2011 todos os envase do estado de Pernambuco totalizam 63 (sessenta e três) Concessões de Lavra de Água Mineral, incluindo uma caduca. Do total das áreas, constituindo-se em verdadeiro distrito produtor de Águas Minerais, responsável por 75% da produção comercializada no Estado, sendo que nos últimos 5 (cinco) anos o crescente aumento por águas adicionadas de sais vem ganhando elevada comercialização, através de preço bastante inferior as águas minerais, bem, como os custos de suas instalações, tornando-se bastante competitivas em relação às águas minerais.

Dois grandes aquíferos são responsáveis pelo abastecimento das unidades engarrafadoras de Águas Minerais na área de estudo:

Aquífero Barreiras, explotado em menor proporção por indústrias instaladas em Aldeia,, está presente regionalmente , estendendo-se do Pará ao Espírito Santo. Na área de estudo esta sendo explorado na região de Aldeia - Camaragibe, através de poços tubulares com profundidade média de 80,00 metros.

Aquífero Beberibe que se estende do Recife à fronteira da Paraíba com o Rio Grande do Norte de onde se abastece a grande maioria das indústrias do segmento das Águas Minerais, está presentena área de estudo principalmente nos de Recife, Olinda e Paulista.

Os referidos aquíferos, especificamente dentro da área do trabalho, são alvos de

outros aproveitamentos, ou seja, industriais, agropecuários (granjas), residenciais/condominiais, empresas fornecedoras de caminhões-pipas e consideravelmente por parte da COMPESA, que tem duas importantes baterias de poços tubulares encravadas no Aquífero Beberibe, em meio a engarrafamentos de Águas Minerais.

Convém ressaltar que na RMR as captações de águas subterrâneas correspondentes às indústrias de Águas Minerais respondem irrisoriamente por menos de 2,5% em relação à COMPESA, que produz na ordem de $1,5 \text{ a } 2 \text{ m}^3/\text{s}$, constituindo-se, por outro lado, a primeira destinação em uma utilização mais nobre, ou seja, unicamente utilizada para o consumo humano (Estudos Telemétricos, Costa et al 2003)

9.16. MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO / DNPM

Em todas as empresas são realizadas coletas de água, com registros mínimos de pelo menos duas vezes ao ano, tanto no produto final (**água envasada**) quanto nas captações (**fontes e poços**), isto como rotinas de fiscalização decorrentes de obrigações legais.

A coleta da água sempre é feita pelos laboratórios oficiais ANVISA, Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco - ITEP ou CPRH com custos exclusivos das empresas. Os Laudos são baseados na legislação em vigor (atual a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 275, de 22.09.2005-ANVISA/MS), com a determinação dos seguintes microrganismos: *Escherichia coli* ou coliformes (fecais) termotolerantes; Coliformes totais; Enterococos; *Pseudomonas aeruginosa*; e Clostrídios sulfito redutores ou *Clostridium perfringens*. Todos em 100ml, não sendo constatado índices alarmantes em suas análises, sendo todas as análise conferidas pelo DNPM, através de laboratórios confiáveis.

Sobre a presença do **LAMIN** (laboratório de Análises Minerais do CPRM/RJ), é exigida sua presença nas primeiras análises da água, verificando a sua qualidade (aprovação do licenciamento), podendo ser após liberação do Alvará de Pesquisa realizada por outros laboratórios confiáveis, com aprovação do DNPM.

9.17. DISTRIBUIÇÃO DAS CONCESSÕES DE LARAS PARA ÁGUA MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

A **Figura 27** abaixo mostra com mais detalhe o segmento mais meridional da Bacia Paraíba, onde se concentram as áreas de Concessão de Lavra para Água Mineral na parte norte da RMR, com objetivo principal de observação de rebaixamento de níveis dos poços e índices de contaminação do Nitrato.

As informações a serem apresentadas fazem parte de estudos realizados pelo **4º Distrito do DNPM-MME**, iniciando seus trabalhos de campo em abril/2001, com presença de mais de 70 (setenta) poços monitorados, instalados em 25 área de concessões de lavra, totalizando 32 empresas, com presença de duas empresas de comercialização de água (carros pipas).

9.18. EMPRESAS DE ÁGUAS MINERAIS/ÁREA I - FOCO DA PESQUISA

As empresas a seguir referem-se às três **Subáreas (“A”, “B” e “C”)**, não foi possível no momento fazer uma melhor divisão de seus poços e aquíferos, sendo apresentada apenas os locais em mapa (DNPM) onde os poços foram perfurados.

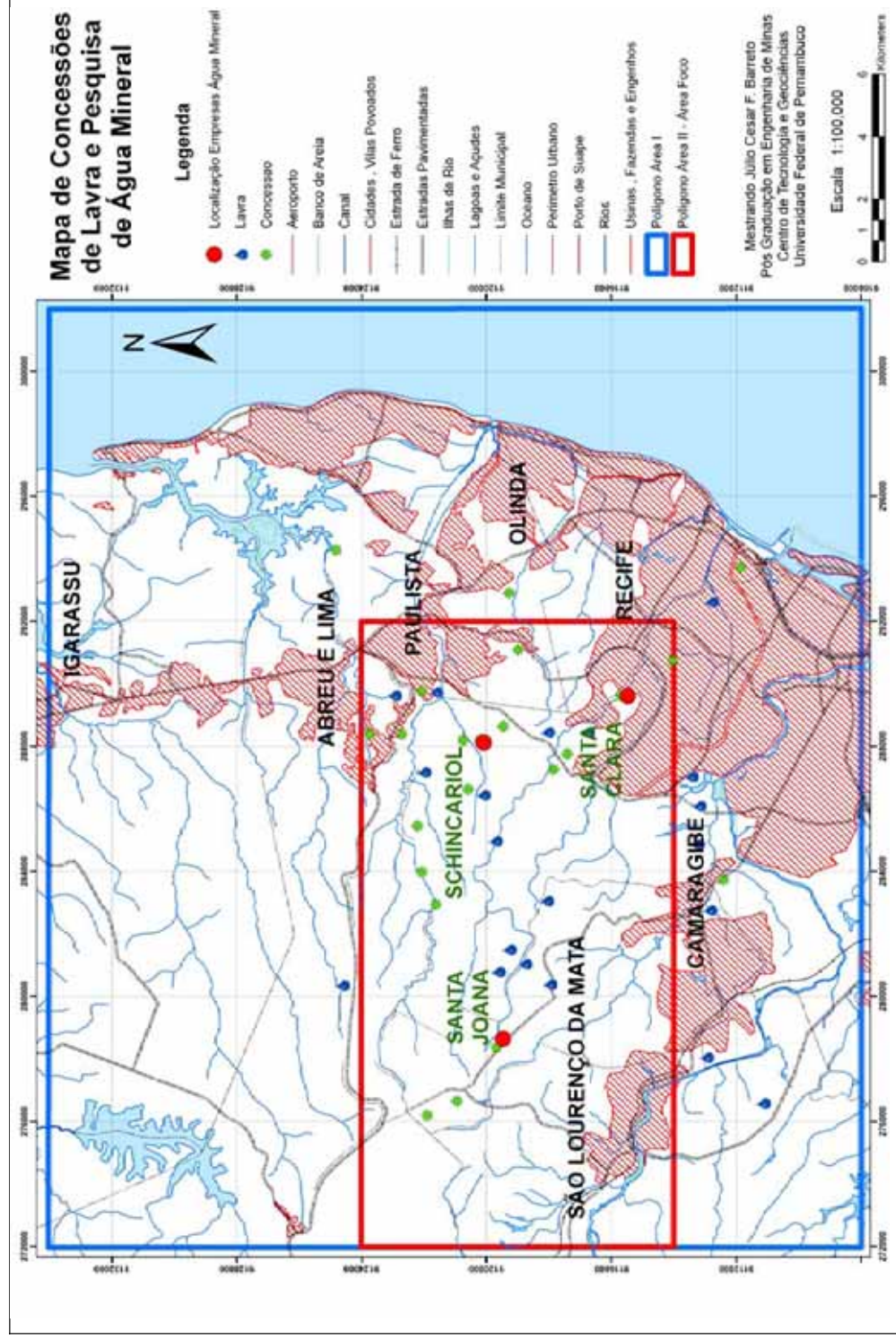


Figura 27 – Mapa de Concessões de Lavra e Pesquisa Mineral da Área de Estudo.

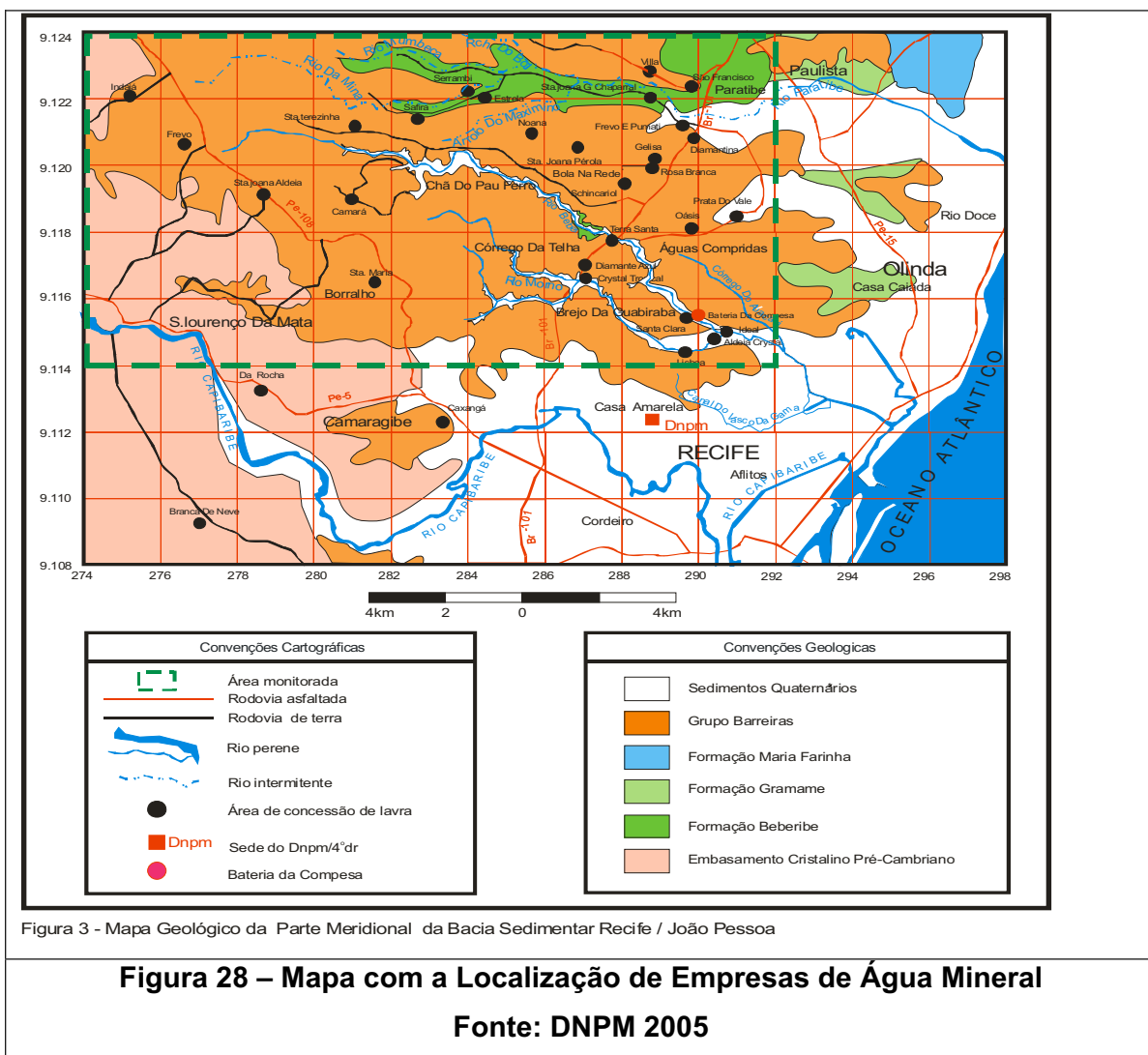
Fonte: A. Mente & Cruz, 2001

SUBÁREA “A” e “B”	OBSERVAÇÕES
01 - Água Mineral Noana	Consulta a Relatório Técnico
02 - Água Mineral Santa Joana II.	Consulta a Relatório Técnico
03 - Águas Minerais Pérola	
04 - Água Mineral Schincariol	Usada como Estação II-Relatório de Telemetria
05 - Água mineral Diamante	
06 - Água Mineral Terra Santa	
07 - Água Mineral Cristal Tropical	
08 - Água Mineral Santa Clara	Usada como Estação I-Relatório de Telemetria
09 - Água Mineral Villa	Consulta em Relatório Técnico
10 - Água Mineral São Francisco	
11 - Água Mineral Diamantina	
12 - Água Mineral Gelisa	Consulta em Relatório Técnico
13 - Água Mineral Oasis	
14 - Água Mineral Lisboa	Visita “in situ”
15 - Água Mineral Aldeia Cristal	Consulta a Relatório Técnico.
16 - Água Mineral Prata do Vale..	Consulta a Relatório Técnico
17 - Água Mineral Ideal	Consulta a Relatório Técnico
18 - Água Mineral Rosa Branca	Visita “in situ”
19 - Águas Mineral Santa Joana III	Consulta em Relatório Técnico
20 - Água Mineral Frevo e Pumati	
21- Bateria de Poços da COMPESA	

SUBÁREAS “B” e “C”	OBSERVAÇÕES
22 - Água Mineral Indaiá I	Consulta em Relatório Técnico
23 - Água Mineral Frevo	
24 - Água Mineral Santa Joana	Usada como Estação III - Relatório de Telemetria
25 - Água Mineral Santa Maria	
26 - Água Mineral Camará	
27 - Água Mineral Santa Terezinha	
28 - Água Mineral Serambi	
29 - Água Safira	
30 - Água Mineral Estrela	
31 - Água Mineral Lisboa	Visita “in situ”

As informações a seguir tiveram caráter de suma importância para os desenvolvimentos dos trabalhos

- Relatório de Telemetria: Estudo apresentado pela Costa Consultoria e Serviços Ambientais (2003), para o DNPM e CPRH
- Visitas realizadas “in situ” pelo autor durante a realização dos estudos
- Todas as visitas realizadas às Empresas de Água Mineral, foram acompanhadas pelo Engenheiro de Minas do DNPM, **Sr. Alípio Agra**, com a autorização da Superintendência do DNPM – Recife, sendo fornecida toda a logística para os contatos com as empresas.
- Mais informações sobre os poços não puderam ser fornecidas, utilizadas exclusivamente pelas empresas e o DNPM, motivo do Relatório de Telemetria (Costa, 2003), ter significado de suma importância para prosseguimentos dos serviços.
- Consulta ao Relatório Técnico, analisado e assessorado com presença de técnico do DNPM (acesso restrito).



OBSERVAÇÃO:

O retângulo pontilhado verde interno significa a área de maior concentração das empresas de Água Mineral, onde existem um maior número de Poços Tubulares, onde a Formação Barreiras (Aqüífero Barreiras) praticamente cobre toda a área da superfície, logo abaixo encontramos a Formação Beberibe (Aqüífero Beberibe).

9.18.1. METODOLOGIA PARA O MONITORAMENTO DO NITRATO (N) - DNPM

A metodologia foi realizada através de Amostragem em cada poço de produção com frequência anual. Na campanha de 2005, a grande maioria das amostras de água foi coletada por um só laboratório (ITEP) com o acompanhamento de um técnico do DNPM, durante dois dias do mês de outubro. Os custos das análises foram pagos pelas empresas, enquanto os deslocamentos foram custeados pelo DNPM.

As determinações dos valores dos Nitratos foram feitas por método analítico, com o uso de cromatógrafo de íons, marca METROM, e ajustado para uma precisão de até 1,1 mg/l, em (N). Foram coletadas amostras em 29 (vinte e nove) empresas correspondentes a 52 (cinquenta e dois) poços através dos técnicos do DNPM / Recife.

As águas de 27 poços apresentam valores do Nitrato em (N) abaixo de 1,1mg/l (limite de detecção do aparelho/método); 11 poços apresentam valores acima de 1,1mg/l e menor ou igual a 2,0 mg/l; 7 poços apresentam valores acima de 2,0 mg/l e menor ou igual a 3,0 mg/l; 3 poços apresentam valores acima de 3,0 mg/l e menor ou igual a 4,0 mg/l; 2 poços apresentam valores acima de 4,0 mg/l e menor ou igual a 6,0 mg/l, e 2 poços apresentam valores acima de 6,0 mg/l e menor ou igual a 14,0 mg/l.(Superintendência do DNPM – Recife)

Com relação aos teores do Nitrato, as séries históricas existentes comprovam que a área de Aldeia (**Aqüífero Barreiras**), especificamente nos arredores das empresas Santa Joana, Indaiá, Santa Terezinha e Maria Muniz, apresentam valores em crescimento, muito embora ainda baixos, semelhantemente ao que ocorre nas vizinhanças da empresa Prata do Vale (**Aqüífero Barreiras**).

Também nos arredores da empresa Água Mineral Diamante VIDDA / Aqüífero Barreiras (Cabo-fora da área de estudo), os referidos teores são crescentes, em níveis que podem ser considerados como moderados a altos. Em maior intensidade, encontram-se já bem afetadas as águas das vizinhanças das empresas Lisboa e principalmente Água Ideal (caminhão-pipa), ambas no **Aqüífero Beberibe**.

Já se encontra contaminada (imprópria para o consumo humano) a água do poço denominado SAÚDE 2 da empresa Mineradora Canhotinho - Aldeia Cristal, que capta água de terrenos quaternários (aluvião). A água deste poço vem sendo utilizada apenas nas pré-lavagens e lavagens dos garrafões, sem riscos para os consumidores (enxágüe final é realizado exclusivamente com Água Mineral de outro poço da empresa).

Conforme se pode observar, o processo de poluição por Nitratos vem ocorrendo com a drenança vertical descendente do aquífero Barreiras para o aquífero sotoposto Beberibe. A sua origem é por vazamentos resultantes de filtrações de fossas, de redes de esgotos e fertilizantes à base de **NPK**. Todas estas formas encontram-se presentes na localidade de Aldeia (**Aquífero Barreiras**).

Os gráficos **02**, **03**, **04**, **05**, **06** e **07**, mostram a evolução dos nitratos. A expressão tipo A3(40,2) 1,5, representa: A3 = empresa amostrada; (40,2)= valor de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l) e 1,5= valor de Nitratos em (N).

GRAFICO 02

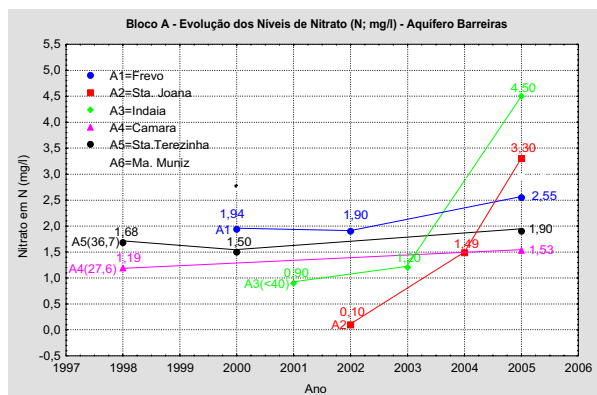


GRÁFICO 03

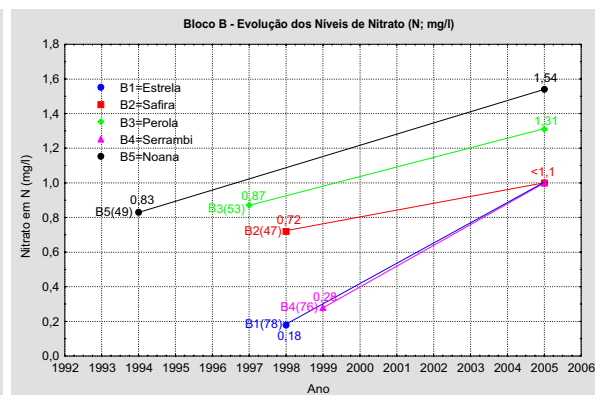


GRAFICO 04

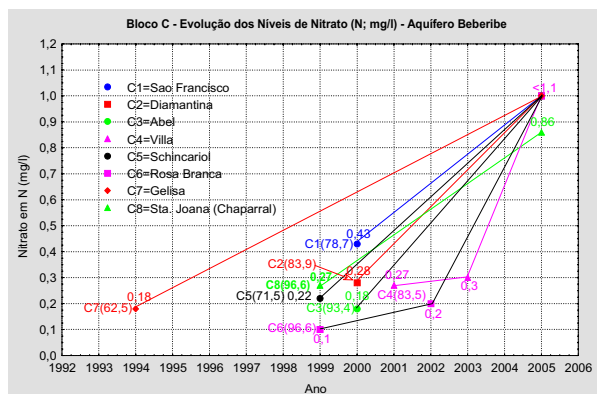


GRÁFICO 05

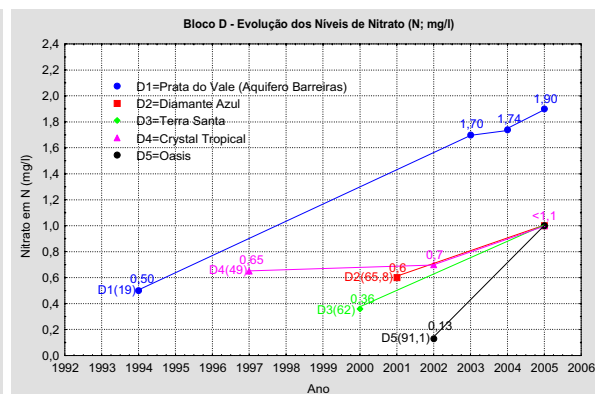


GRÁFICO 06

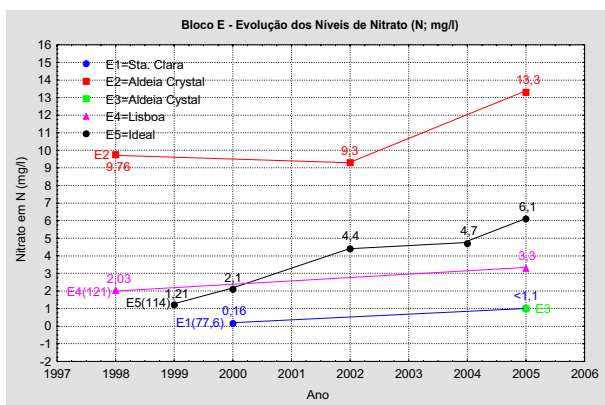
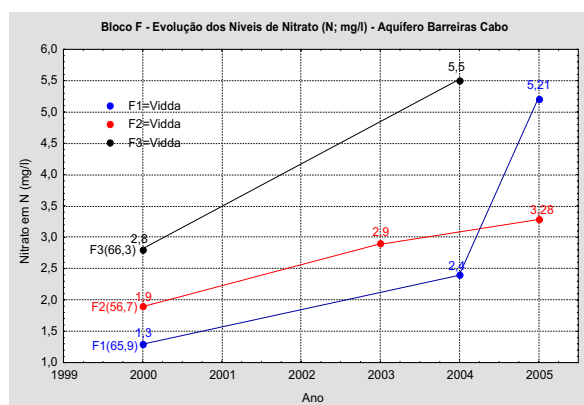


GRÁFICO 07



Gráficos 02, 03, 04, 05, 06 e 07 - Gráficos da evolução do nitrato (1994 / 2005) referente aos aquíferos Barreiras e Beberibe.

Fonte: DNPM/Recife/PE, modificado em 2011

9.18.2. CONCLUSÕES DA EVOLUÇÃO DO NITRATO NA ÁREA DE ESTUDO SEGUNDO RELATÓRIO DO DNPM (4º Distrito-Recife/PE)

A evolução dos níveis de nitrato na área de estudo (Norte e Noroeste da Cidade de Recife), diz respeito às principais empresas de água mineral, segundo levantamento realizado pelo DNPM (2005), sendo especificados em todos os gráficos, os níveis de Nitrato/empresas dentro do aquífero correspondente. Considerando que o limite máximo de Nitrato aceitável é = 10 mg/l, da análise do **Gráfico 06**, no qual todas as empresas representadas estão captando água do Aquífero Barreiras, pode-se concluir que, nos últimos dez anos, todas as empresas relacionadas, apresentaram crescimento com relação aos níveis de Nitrato, porém apenas uma única empresa a Água Cristal, atingiu valores acima do limite máximo aceitável ou seja 13,3 mg/l em N.

É importante frisar que muitas das empresas não fazem parte da área de estudo, como aquelas relacionadas no **Gráfico 07 (Aquífero Cabo)**, nos demais Gráficos estão presentes, tanto no aquífero Barreiras como o Aquífero Beberibe (Gráficos 02, 03, 04, 05 e 06), conforme veremos a seguir.

O **Gráfico 02** representa o grupo das empresas que exploram água no **Aquífero Barreiras** são elas: **Frevo, Santa Joana, Indaiá, Santa Terezinha, e Maria Muniz**. Durante os anos de 1998 a 2005, apresentando todas uma evolução crescente, do nível de Nitrato (em N), particularizando a Indaiá (4,5 mg/l em N) e a Santa Joana (3,3 mg/l em N).

As análises do Nitrato no **Gráfico 03** tiveram início em 1994, através de observações realizadas na **Empresa Noana**, apresentando todas as inspecionadas (**Estrela, Safira, Pérola, Serrambi e Noana**) índices relativamente baixos, podendo ser destacado a **Empresa Noana** (1,54 mg/l em N) e a **Empresa Pérola** (1,31 mg/l em N)

Para as Empresas do **Gráfico 04** (**São Francisco Diamantina, Abel, Villa. Gelisa, Santa Joana/Chaparral**), todas tiveram aumento, porem não ultrapassando o valor de 1,1 mg/l em N), conforme poderá ser observado em gráfico acima.

O **Gráfico 05** apresentado, utilizando a mesma variação de tempo (1994 a 2005), formado por um grupo de **empresas (Prata do Vale, Diamante Azul, Cristal Tropical, Oasis e Terra Santa)**, apresenta todas as empresas com variações crescentes ao longo desse período, podendo ser destacada a empresas **Prata do Vale** com índices mais elevado (1,9 mg/l em N), não oferecendo maiores riscos, enquanto que as demais não ultrapassou o valor de 1,1 mg/l em N.

O **Gráfico 06**, já explicitado acima, formado pelas **Empresas Santa Clara, Aldeia Cristal, Lisboa e Ideal**, apresentou uma maior evidencia da presença de índices elevados do Nitrato, sendo destaque nesse grupo a **Empresa Aldeia Cristal** (13,3 mg/l em N), encontrando-se seu poço desativado e cimentado, a fim de não contaminar o aquífero. Por outro lado outra empresa, a **Santa Clara**, que faz parte desse grupo apresentou presença mínima de Nitrato, atingindo valor inferior a 1,1 mg/l em N, mesmo estando em uma área com índices alarmantes no aquífero superior (Barreiras).

9.18.3 CONCLUSÕES DA SUBÁREA A

Provavelmente esse aumento de nitrato na **SUBÁREA “A”** tenha sido motivado pelo aquífero superior (**Barreiras**), já contaminado em alguns locais da região, causando o fechamento de alguns poços em locais mais afetados, o que para nós só vem constatar o que foi diagnosticado anteriormente, cabendo aos órgãos gestores em caso de uma possível confirmação desses resultados para se tomar medidas mais emergenciais sobre o assunto.

Gostaria de informar a quem possa interessar que os fatos apresentados nessa pesquisa sirvam como **Diagnósticos e Alertas Preliminares**, não pretendendo jamais influenciar aos órgãos competentes, ou quem é que possa interessar as medidas a serem tomadas sobre o assunto, pois temos certeza que medidas cabíveis já estão sendo tomadas a esse respeito pelos órgãos competentes, em relação fiscalização das atividades.

Em relação às águas mais superiores delimitadas pelo **Aquífero Barreiras**, já está sendo observadas aumento de índices quanto concentração de Nitrato neste Aquífero, podendo vir a contaminar águas mais profundas do Aquífero Beberibe, cabendo neste caso as autoridades estaduais, através da **APAC, para liberação de Outorgas**, Agencia Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (**CPRH**), na liberação de Licenciamento Ambiental e da Licença de Operação - **LO** e por último a **APEVISA** uma maior fiscalização nesta área.



Foto 39: Imagem dos bairros de Dois Unidos, Linha do Tiro, Caixa D'água, Nova Descoberta – Brejo da Guabiraba. Fonte: Google Earth

9.18.4. CONCLUSÕES DA SUBÁREA “B”

Os locais visitados durante as atividades de campo desta pesquisa na **Subárea “B”**, exibem vegetação exuberante, com baixa a média concentração habitacional, localizada na área de Guabiraba, Recife, correspondendo a **Formação Barreiras e conseqüentemente ao Aquífero Barreiras**, não sendo o aquífero preferencial das empresas de exploração, por apresentar areia de granulométrica media a fina associada a argilas, conforme foi observado em seu perfil construtivo.

A **Formação Beberibe**, localizada logo abaixo da Formação Barreiras, conforme foi mostrado no capítulo referente à Geologia Regional ocorre extensivamente na Bacia Sedimentar Paraíba de direção Norte-Sul, está geralmente assentada diretamente sobre o embasamento cristalino decomposto, com espessura média na ordem de 180 metros, podendo alcançar valores máximo acima de 250 metros na zona litorânea entre Olinda e Itamaracá. Regionalmente as espessuras aumentam de Oeste para este, havendo uma tendência de redução no sentido Norte-Sul. (Hidrorec II, 2002)

As informações levantadas sobre o sistema **Aqüífero Beberibe**, representada pela formação do mesmo nome, indicam um sistema hidráulico único confinado e não drenante, com forte anisotropia, apresentando permeabilidade horizontal maior que a vertical, limitando na base pelo substrato impermeável do embasamento cristalino e no topo em alguns locais pelos calcários das Formações Gramame e Maria Farinha, ou ainda pelos sedimentos da Formação Barreiras ou sedimentos recentes Aluviais (mencionados anteriormente quando referenciada a Bacia Sedimentar Paraíba).

O limite superior com os sedimentos recentes é muitas vezes de difícil reconhecimento e identificação, desde que não haja um horizonte guia contínuo entre as duas seqüências sedimentares além das descrições dos poços existentes não apresentarem uma uniformidade de critério.



Foto 40 – Imagem da Área da Empresa Santa Joana/ Fonte Google Earth

9.18.5. CONCLUSÕES DA SUBÁREA “C”

Na área de Aldeia encontramos elevada concentração de agricultura familiar, com predomínio de culturas de subsistência (**feijão, macaxeira, hortaliças, etc.**), e resquícios da **Mata Atlântica**, com baixa a média Concentração Habitacional. Estes fatores concorrem a uma estimativa baixa de riscos de concentração de ação poluidora com relação a presença do **Nitrato(NO_3)** e contaminação microbiológica porém, se fazem necessárias sistemáticas ações de monitoramento e análises de suas águas, por parte dos órgãos fiscalizadores. Essa necessidade evidenciou-se em decorrência, do registro “**in loco**” da pouca profundidade dos poços visitados, embora as áreas próximas aos referidos poços de água mineral estarem protegias por vegetação densa.

Não obstante, estes poços são captadores do **Aqüífero Barreiras**, no qual os sedimentos estão localizados acima da rocha do embasamento.

Os sedimentos do **Aqüífero Barreiras**, pertencente à Formação Barreiras, são caracterizados por areias argilosas e argilas variegadas de origem continental, localmente exibe níveis arenosos mais grosseiras, com espessura variável em torno de 40 metros, sendo depositadas sobre o paleorelevo do embasamento cristalino ou ainda sobre os sedimentos da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba.

Por conseguinte, constituindo-se um sistema aquífero que pode localmente ser merecedor de atenção na Zona Norte da RMR, caracterizado por uma seqüência aquífera freática com níveis confinados, com profundidade mais elevadas entorno de 60 a 80 metros, apresentando todos os poços cotas de boca praticamente idênticas.



Foto 41 – Imagem da área de Aldeia, Camaragibe, PE. / Fonte Google Earth

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

10.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que **o Estado de Pernambuco apresenta um bom nível de gerenciamento das águas subterrâneas**, pois, além de possuir legislação específica, vem mantendo atualizados os estudos hidrogeológicos e controlando os licenciamentos e outorgas para a perfuração de poços e o uso da água, respectivamente.

Em relação às águas minerais, se a lei em vigor, a qual atribui pleno poderes a fiscalização (aplicação de multas e autos), for aplicada de forma eficaz, possivelmente haverá coibição da existência de poços clandestinos, bem como a presença de uma maior fiscalização e monitoramento dos aquíferos, coibindo igualmente a construção de poços mal elaborados, o que contribuirá à prevenção de casos de poluição dos aquíferos através do Nitrato ou outro tipo de contaminante.

Em relação às **águas adicionadas de sais**, é de suma importância a realização de fiscalizações sistemáticas e um maior controle do envase, não permitindo que águas indesejáveis venham a contaminar os aquíferos.

A contaminação do Nitrato se faz presente em geral através de poços maus construídos, independente de sua profundidade, apesar da causa da contaminação estar geralmente associada a áreas superficiais ou próximas a elas, afetadas por cargas contaminantes. Poços perfurados de forma errada levam a contaminação, independentes de suas profundidades devidos querem a isolamentos mal elaborados (cimentação), quer pela falta de camadas impermeabilizantes entre os aquíferos mais superiores e os aquíferos localizados mais abaixo.

Foram registrados poços de água mineral **(no presente)**, localizados próximos a áreas com vulnerabilidade alta **(próximo a aterro sanitário)**, com índice populacional,

elevados, os quais ainda que por ocasião da aprovação do alvará de funcionamento, quando do início das suas atividades (relatório ambiental da área de entorno), hajam cumprido todas as exigências solicitadas pelo órgão gestor (DNPM), atualmente estão operando, em alguns locais (**Subárea “A”**) sob condições não conformes com as exigências da legislação em vigor, mantendo-se um controle de fiscalização permanente nessa subárea.

Foi constatado, através de visitas “in situ” o avanço indiscriminado de moradias irregulares, sem quaisquer tipos de saneamento básico, em áreas limites entre os municípios de Recife (Zona Norte) e Olinda. O que vem comprometendo ainda mais o **Aquífero Barreiras**, já com elevados índices de Nitrato e a super-exploração de suas água, aumentando a taxa de cloretos e conseqüentemente sua salinização, comprometendo toda uma região envolvida pelos bairros **de Beberibe, Caixa D’água, Dois Unidos, Linha do Tiro e adjacências**, onde existem presença de empresas de água mineral.

Com relação as análises do Nitrato em relação às águas minerais, entre os anos de 2000 e 2003, estas foram realizadas pela CPRH em poços georeferenciados, através do Catálogo de Cadastro dos Poços (**Estudos Telemétricos**), em mais de **1000 poços**, com a finalidade de estabelecer comparação da evolução do crescimento da carga contaminante, envolvendo os municípios **de Recife, Olinda, Jaboatão** (todos da planície do Recife) e **Camaragibe**. Infelizmente as informações obtidas através do cadastro apresentado (Estudos Telemétricos), não se mostraram muito significantes. Apesar do grande número de análises físico-químicas realizadas na área de estudo, muitas delas são de pouca profundidade e de uma forma geral o **Nível de Nitrato** não se mostrou alarmante nas análises obtidas.

Ainda no concernente as análises do Nitrato em relação as águas minerais, foram consultadas análises realizadas pelo **ITEP e LAMIN**, entre os anos de 2007 e 2009 na área de estudo, ademais de outros estudos oficiais recentes (publicações do DNPM). Estes últimos com resultados, plotados em gráficos (**gráficos de 01 a 06**), onde pode-se observar a evolução dos níveis do Nitrato em relação as empresas de água mineral, nos últimos 10 anos, na área de estudo.

Em relação aos aquíferos presentes na área foco (**ÁREA II**), onde as empresas de água mineral acham-se melhor representadas, registrou-se, durante o presente estudo, que o Aquífero mais superior, denominado de **Aquífero Boa Viagem** é o que está mais vulnerável a contaminação, pois é ele que recebe toda a carga contaminante localizada na superfície ou mais próximo a ela, existindo nesses locais grande número de poços amazonas (**cacimbas**) utilizados pelas comunidades menos favorecidas, na maioria das vezes sem nenhum tratamento prévio.

O **Aquífero Barreiras**, praticamente está presente em toda a extensão da área de estudo, porém torna-se o menos explorado pelas empresas de água mineral, pois são poços de relativamente pouca profundidade (60 a 100 metros), com é o caso de Aldeia - Camaragibe.

Constatou-se que no bairro de Aldeia, Município de Camaragibe, praticamente todos os poço existente foram construídos por empresas, cuja equipe técnica, está constituída em sua maioria por **geólogos ou engenheiros**, tendo conhecimento da construção de poços tubulares. Por outro lado, seu aquífero apresenta-se geralmente protegido por resquícios de vegetação da Mata Atlântica, não sendo constatada presença de cargas contaminantes, nem alto índice de vulnerabilidade, o que dá uma margem de segurança no que diz respeito a riscos de contaminação, principalmente envolvendo compostos de Nitrato.

O **Aquífero Beberibe** envolve praticamente toda área pesquisada, porém, apesar de estar em local mais privilegiado em relação aos dois já apresentados (**Boa Viagem e Barreiras**), com profundidade geralmente superior a 150 metros, alguns locais, apresenta sérios riscos de contaminação, motivados pela presença de áreas densamente habitadas, onde a recarga contaminante é feita diretamente sobre seus sedimentos.

Poços mal construídos com presença de drenança vertical atuante, ausência da Formação Barreiras (**ausente em alguns locais**), ou a falta de camadas impermeáveis entre os **Aquíferos Barreiras e Beberibe**, tornam maiores as chances de contaminação desse último aquífero.

Ainda com relação ao **Aquífero Beberibe**, caso não venham a ser realizados estudos hidrogeológicos (transmissividade, coeficiente de armazenamento, porosidade, análise físico-químico e bacteriológica de suas águas, etc.), tomando-se as soluções pertinentes, possivelmente, em um futuro muito próximo, na área aqui investigada, nos locais onde a recarga de contaminante esta sendo feita diretamente sobre seus sedimentos, tenhamos a inviabilidade de suas águas para o consumo humano, sendo tardia sua remediação.

10.2. RECOMENDAÇÕES:

Buscando-se contribuir com à gestão dos recursos hídricos subterrâneos da Região Metropolitana do Recife, apresentam-se as seguintes recomendações:

- Que sejam melhoradas as ações de fiscalização à perfuração dos poços e ao uso da água.
- Que sejam ampliadas as equipes técnicas de licenciamento, outorga e fiscalização, para proporcionar um trabalho mais eficiente e eficaz, evitando que sejam aceitos relatórios errados ou incompletos, de empresas de perfuração de poços.
- Que seja complementado o cadastramento dos poços, perfazendo a totalidade das obras existentes.
- Que seja instalado um eficiente sistema de monitoramento dos poços e dos aquíferos.
- Que seja efetuada a atualização dos estudos a cada 5 (cinco) anos, no sentido de reavaliar a situação de exploração..
- Que sejam efetuados os estudos visando possíveis aproveitamentos da recarga artificial* dos aquíferos que se acham em regime de super-exploração.

11. COMENTÁRIOS DO DNPM EM RELAÇÃO ÀS ÁGUAS MINERAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Na RMR, a água subterrânea é usada principalmente para abastecimento urbano e industrial e tem participação estimada da ordem de 15% no sistema de abastecimento administrado pela COMPESA. Por outro lado, a maior parte da água subterrânea é explorada por meio de poços particulares e os volumes extraídos ainda não são conhecidos por falta de um estudo sistemático de monitoramento.

Desta forma, faz-se necessário o estabelecimento de medidas efetivas por parte dos órgãos fiscalizadores, no sentido de disciplinar as outorgas para água. No referido contexto, é imprescindível sair dos conhecimentos apenas estimados.

De qualquer modo, o que se pretende registrar é que o DNPM está atento e se antecipando a prováveis problemas, procedendo por ora os referidos monitoramentos, buscando balizamentos para futuros enfrentamentos da questão em conjunto com outros órgãos e entidades envolvidas com a questão da conservação e disciplinamento do uso dos recursos dos mananciais subterrâneos.

**DNPM/PE: Mapa Atualizado por Alípio, Madruga
José Augusto em Maio de 2009.**

12. 1 BIBLIOGRAFIA

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA, 2005) - Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e Superintendência de Conservação de Água e Solo, Brasília – DF- Maio, 2005.

Material colhido na Internet.

ALHEIROS, M. M. & FERREIRA, M. da G. V. X., 1991. A Sub-Bacia Cabo. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. Recife, UFPE - Estudos Geológicos.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT /. NORMAS BRASILEIRAS - NBR 12.212 de 1990 E 1992

BATISTA, 1984 – Estudos hidrogeológicos da Planície do Recife, Dissertação de Mestrado, realizado na UFPE- CTG - Programa de Pós-Graduação em Hidrogeologia.

BARBOSA, A. Dissertação de Mestrado 2004, Tese de Doutorado 2006, sobre a Bacia Sedimentar Costeira Paraíba, pelo CTG da UFPE, envolvendo o estudo paleontológico entre o Terciário e o Cretáceo.

COSTA, W. D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W. D , 1991 , A Super-exploração e a Salinização da Água Subterrânea na Planície do Recife. In: XIV Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife.

COSTA, W. D. & SANTOS, A.C , 1990 - Zoneamento para Utilização de Água Subterrânea no Município de Recife. Anais do Seminário de Engenharia Civil do Nordeste. "Civil 90", Recife-PE.,

COSTA FILHO, W. D. , 1997. Estudo Hidroquímico nos aquíferos da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado. Recife-PE, UFPE

COSTA FILHO, Waldir Duarte; COSTA, Waldir Duarte. Recarga artificial dos aquíferos da planície do Recife. In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE, 4, 2001, Recife. Anais... Recife: ABAS/PE, 2001

COSTA, Waldir Duarte et al. Monitoramento dos aquíferos costeiros de Pernambuco na Região do Recife. In: CABRAL, Jaime J. S. P. et. al. (Org.). Águas subterrâneas: aquíferos costeiros e aluviões vulnerabilidade e aproveitamento. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2004. p. 365-391. v. 4: Tópicos especiais em recursos hídricos.

COSTA, W. D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W. D., 1994. O Controle Estrutural na Formação dos Aquíferos na Planície do Recife. In: 8o Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Recife, ABAS. 38-43.

COSTA, W. D.; MONTEIRO, A.B; COSTA FILHO, W. D.; E SANTOS, A.C. , 2.000 - Condicionamento hidrogeológicos da Exploração do Aquífero Costeiro Boa Viagem - Anais e CD do 1º Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas – ABAS/ALSHUD/IAH – Fortaleza

COSTA, W. D. , 2.000 - “Riscos Potenciais E Reais Decorrentes da Super-Exploração Das Águas Subterrâneas no Recife – PE” - Anais em CD do 1º Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas –

COSTA, W. D. & COSTA FILHO, W. D, 2001 - Recarga Artificial Dos Aquíferos Da Planície Do Recife – Anais do XII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e IV Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste – Recife – PE – 14/17-10-01

COSTA, W. D., COSTA FILHO, W. D. e MONTEIRO, A. B. – 2002 – A sobre-exploração dos aquíferos costeiros em Recife- PE. Anais do 6º Congresso Sul-Americano de Águas Subterrâneas, promovida pela ALSHUD – Mar Del Plata – Argentina – 21/25-Out/02.

COSTA, 2004. Estudo e implantação de um Sistema de Monitoramento dos Aquíferos e Águas Minerais na Região do Recife e adjacentes: relatório final. Recife: Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda.

COMPESA, 1986. Plano Diretor de Abastecimento D'água – Região Metropolitana do Recife (PDAA), Companhia Pernambucana de Saneamento. Recife-PE. 74p.

COMPESA, 1982 - Plano Diretor de Recursos Hídricos - Região Metropolitana do Recife, Vol. III - Recursos Hídricos Subterrâneos. Recife-PE

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.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – Resolução 15 de 1 de janeiro de 2001, publicada no D. O. U... em 22 de janeiro de 2001

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL; PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente; COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HÍDRICOS. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Interpretação dos dados emitidos pelos sensores telemétricos instalados em poços da RMR: Relatório Parcial. Recife: Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda. – Costa, 2004.

DIRETRIZES PARA APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO E TESES – Divisão de Biblioteca da EPUSP – 3. Ed – São Paulo, 2006 103.p – Dissertação - Normas 2 Teses – Normas 1.1.

DNM, 1992. Normais climatológicas (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília-DF.

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DO RECIFE – OLINDA – CAMARAGIPE E JABOATÃO DOS GUARARAPES – HIDROREC I e II – Convenio: Governo do Estado de Pernambuco - Agencia Nacional de Águas e PROÁGUA (COSTA – Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda. 1998 e 2002).

ESTUDO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS E ÁGUAS MINERAIS NA REGIÃO DO RECIFE E ADJACENCIAS RELATÓRIO FINAL (TOM II – ANEXOS) – Convenio DNPM, Governo do Estado de Pernambuco e CPRH (COSTA – Consultoria e Serviços Técnicos Ambientais Ltda. (Recife Dezembro 2003)

FEITOSA E. C., & DEMETRIO J .G. A. - CONCEITOS E APLICAÇÃO EM HIDROGEOLOGIA – 2ª Edição – LABHID – UFPE, 2000

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.

LIMA FILHO, M. F., 1998 – Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. Tese de Doutorado apresentada e defendida na USP - São Paulo.

MANOEL FILHO, João. Exploração de água mineral em Zona Urbana, características gerais e diagnósticos para planejamento e controle: caso da Grande Recife. Recife: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, 2004.

MENTE. A; & CRUZ, W. B. da, 2001 – Estudo de Áreas de Proteção das Fontes de Águas Minerais da Região Norte do Recife-PE. Ministério das Minas e Energia - Relatório Final – DNPM..4º Distrito – Recife-PE

MONTEIRO, A. B , 2000 – Modelagem do Fluxo Subterrâneo nos Aqüíferos da Planície do Recife e seus Encaixes. Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Pós-Graduação do CT/UFPE.

MONTEIRO, A. B., COSTA, W. D., LIMA FILHO, M. e BARBOSA, D. L. – 2002 – Hidrogeologia e Gestão do Aqüífero Barreiras nos Bairros de Ibura e Jordão – Recife – Pernambuco. Anais em CD do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

MONT'ALVERNE, A. F. 1966 – Estudo Geológico e Hidrogeológico da Região Norte do Recife – Relatório de Graduação da Escola de Geologia de Pernambuco.

OLIVEIRA, R. G., 1994. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife - Projeto SINGRE Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar da Região Metropolitana do Recife. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Fundação de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. Recife-PE. 38p. (Série Cartografia Temática, 2).

PORTARIA Nº 518 - Em 25 de março de 2004. disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977,

RAND, H. M. & MANSO, V. A. V., 1990. Mapas Gravimétricos e Magnetométricos
SANTOS, A. C., 1997. Noções de Hidroquímica. In: Feitosa, F. A. C. & Manuel Filho, J., 1997. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM, LABHID-UFPE. da Faixa Costeira do Nordeste do Brasil. In CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, XXXVI, SBG, Natal-RN

SANTOS, A. C., 1997. Noções de Hidroquímica. In: Feitosa, F. A. C. & Manuel Filho, J., 1997. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM, LABHID-UFPE.

SECTMA/PE, 1998 – PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

SECTMA, 1997 – Lei 11.426 de 17/01/97– Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado de Pernambuco e Lei 11.427 de 17/01/97– Conservação Proteção das Águas Subterrâneas no Estado de Pernambuco

SIGA 2003 – Ministério das Minas e Energias – Secretaria de Minas de Energias – **Sistema de Informações Geoambientais** da Região Metropolitana do Recife – CPRM / SGB – Superintendência Regional do Recife.

SILVA, S. R.; MONTEIRO, A.B.;FREIRE, P. K. C.; MELO C. R., 2001 - O Gerenciamento das Águas Subterrâneas no Estado de Pernambuco. - Bases Técnicas para a implementação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos. Anais de XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).

S.S.P.MESTRINHO – GEOQUÍMICA E CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – Cursos de Atualizações – Convenio com Associação Brasileiras das Águas Subterrâneas - ABAS – Associação Brasileira de águas Subterrâneas e Departamento Nacional da Produção Mineral (MME), Recife, Novembro 1997/1999.