

AQUIFERO BOA VIAGEM, RECIFE – PE: UMA ABORDAGEM DOS IMPACTOS DA VEDAÇÃO DAS ÁREAS DE INFILTRAÇÃO SOBRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA.

Ivaneide de Oliveira Santos¹
Antonio Carlos de Barros Corrêa²

INTRODUÇÃO

O Bairro de Boa Viagem, localizado na zona sul da cidade do Recife, compõe junto com outros quatro bairros, a sexta Região Político-Administrativa (RPA) da cidade, possui uma extensão de 73,81 Km², uma população de 100.388, segundo censo demográfico 2000, IBGE, recobre cerca de 29,2% do Aquífero Livre da Formação Boa Viagem, com uma extensão de cerca de 107,58 Km², segundo mapa de localização da Figura 01.

Segundo levantamento feito pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, a cobertura geológica da planície do Recife, mais especificamente na sua Zona Sul, é constituída por depósitos quaternários do período holocênico, se compõem de sedimentos recentes compostos de areias variadas e poligênicas, resultantes de aluviões, depósitos de colúvio, terraços fluviais, terraços marinhos, areias de praia, mangues e dunas antigas, na zona deltáica do conjunto dos rios Capibaribe, Beberibe e Tejipió. O estudo se remete aos usos feitos sob a disponibilidade hídrica e, sobretudo, à constituição e fragilidades hidrogeológicas evidenciadas no aquífero.

¹ Aluna do curso de bacharelado em geografia da UFPE, Recife – PE vanlivers@yahoo.com.br,

² Professor Adjunto do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, Recife – PE
dbiase2001@aol.com, UFPE

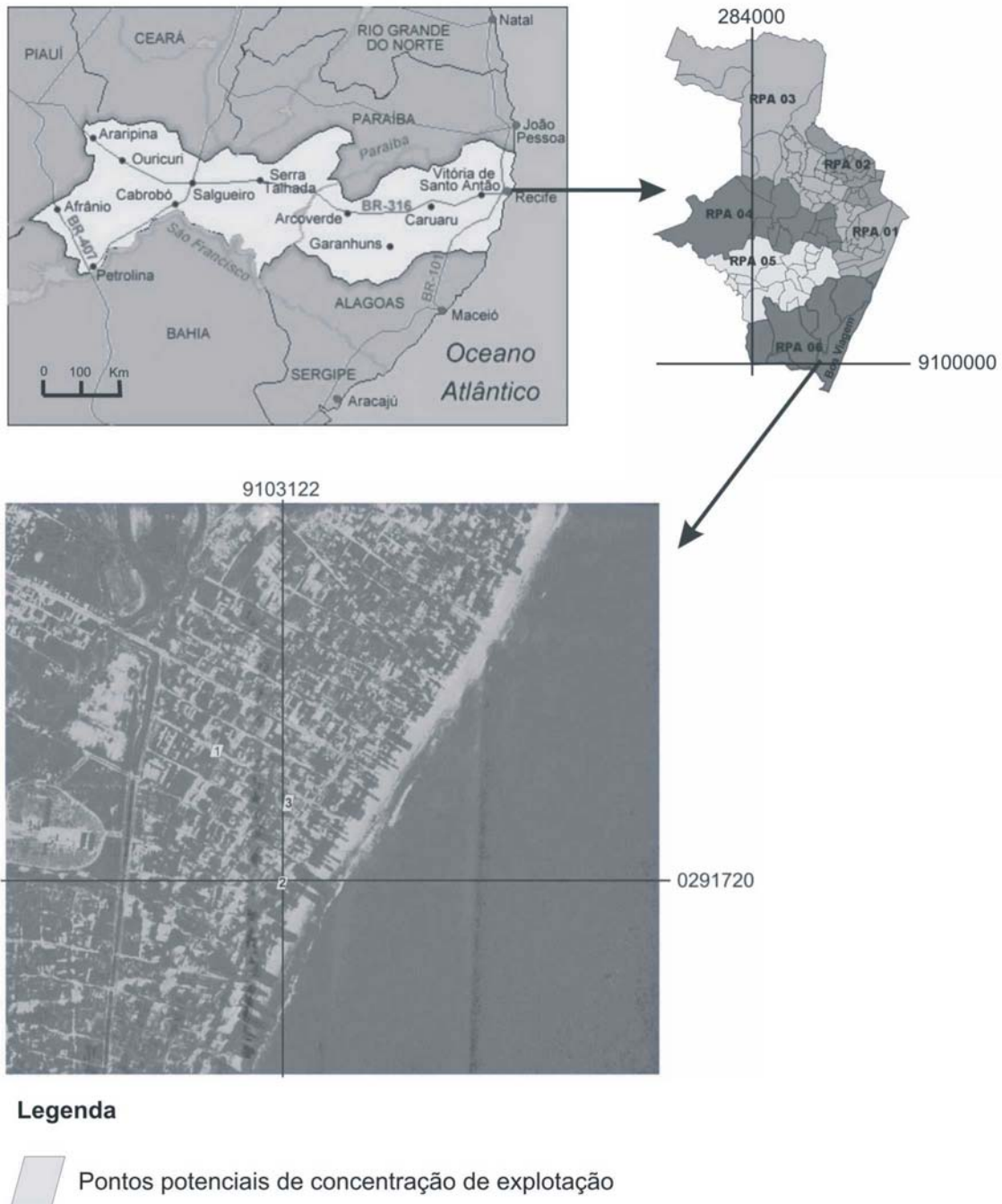


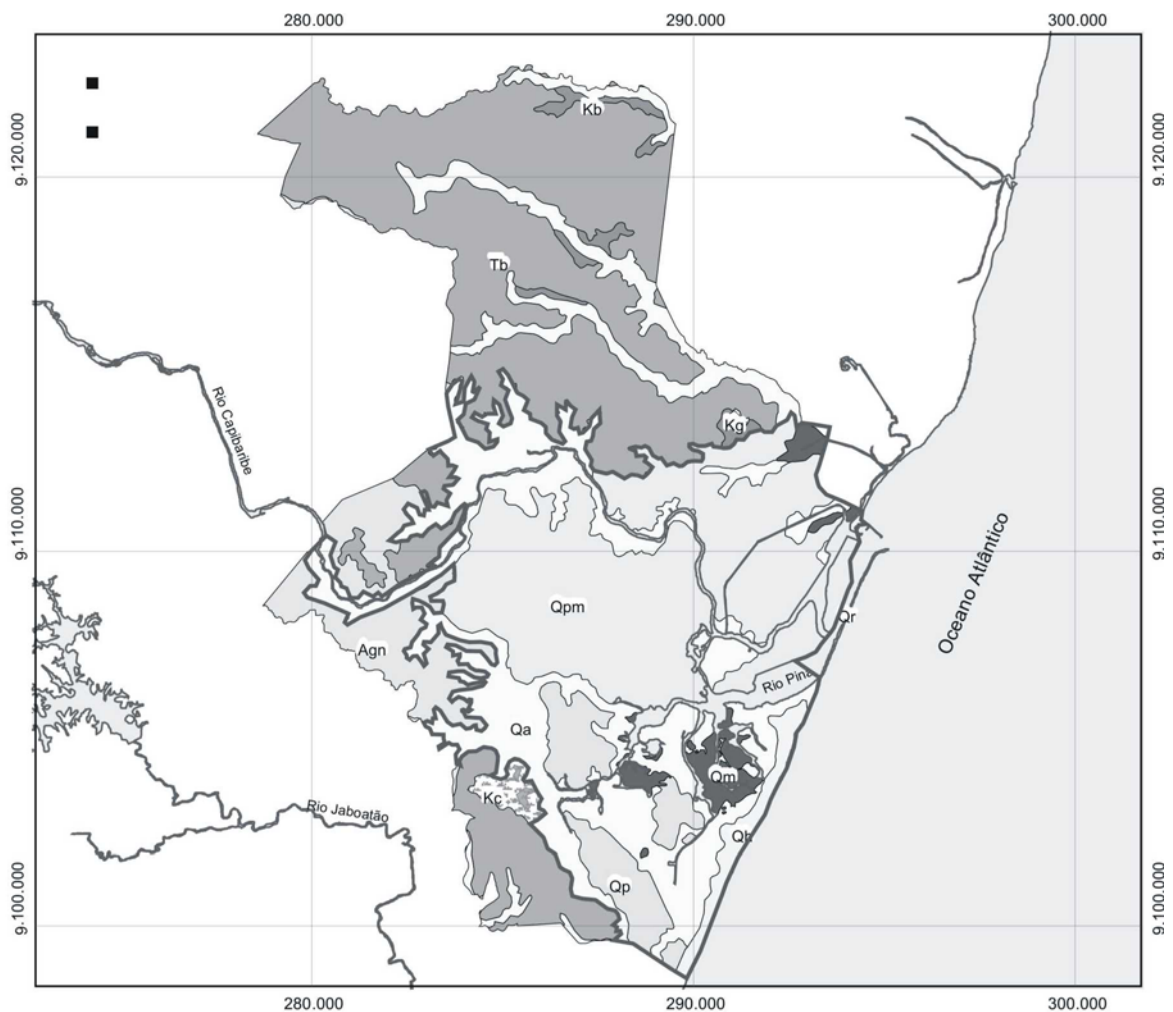
Figura 01: Mapa de localização

A pesquisa parte do princípio de que um aquífero se constitui de um estrato ou formação geológica passível de armazenamento e circulação de água em estado dentro dos limites razoáveis de potabilidade, de litologia e espessura susceptível a exploração natural e/ou não-natural, confinante, razoavelmente confinante, aflorante ou fissural, que leve em consideração os fatores dinamizadores do crescimento dos usos e suas formas, como também a relação entre a disposição urbana local, enquanto fator impactante no que se refere à vedação nas áreas de recarga.












O aquífero em questão é totalmente aflorante, caracterizando-se como aquífero livre, com toda a sua extensão servindo como área de recarga. A espessura pouco representativa, em relação aos outros três aquíferos recobertos pela cidade, atinge extensão máxima no Bairro de Boa Viagem com uma espessura de 80m e com uma média de 50m, de acordo com o HIDROREC. A disposição das rochas granulares em condição superficial, o caracteriza como um aquífero de baixa qualidade hidrogeológica, susceptível à contaminação por efluentes ou poluição da água infiltrável, rebaixamento piezométrico, e redução da velocidade da vazão específica em alguns pontos, sobretudo se levada em consideração sua permeabilidade, significativamente alta, e as vazões superiores a 20m³ /h.

Segundo estudos realizados pelo Departamento de Produção Mineral – DNPM, a morfologia do aquífero é bastante irregular, com litologia praticamente não estratificada, tornando difíceis as análises de drenança³. No bairro de Boa Viagem existem cerca de 3.200 poços regulamentados pela DNPM/Departamento Nacional de Produção Mineral e monitorados pela CPRH (Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), representando 36% dos poços cadastrados na cidade do Recife, com uma vazão média de 20m³ /h. como está evidenciado no mapa 01 a seguir.

³ Capacidade infiltrável no sedimento, envolvendo porosidade, rugosidade e a densidade da água (DNPM, 1998).



Litologia

-  Arenitos de praia e recifes de coral
-  Depósitos fluviais e flúvio-lagunares - sedimentos arenos-argilosos, com matéria orgânica ocasional
-  Embasamento cristalino: gnaisse granítico a granodiorítico
-  Formação Barreiras: sedimentos areno-argilosos de coloração amarela a avermelhada, com a presença de caulim
-  Formação Beberibe: arenitos grossos capeados por arenitos argilosos intercalados a camadas calcárias
-  Formação Cabo: conglomerados intercalados a camadas areno-argilosas
-  Formação Gramame: calcarenitos e calcários fossilíferos
-  Mangues-sedimentos silítico-argilosos ricos em matéria orgânica
-  Terraços holocênicos -sedimentos arenosos de praia com fragmentos de conchas
-  Terraços pleistocênicos modificados-sedimentos arenosos de praia intercalados c/depósitos fluviais
-  Terraços pleistocênicos-sedimentos arenosos de praia c/nível espódico na base

 Limite do Aquífero livre Boa Viagem



Fonte: Sistema de Controle de Minerações de Areia e Argila da RMR. CPRH, 2003.

Projeção Universal Transversa de Mercator - Datum Horizontal: Córrego Alegre, Zona 25

Mapa 01: Mapa Geológico do Recife.

O foco da análise se deteve a três pontos localizados na zona sul da cidade, no bairro de Boa Viagem: o primeiro localizado na Av. Domingos Ferreira, estabelecimento comercial de nome A. Carneiro Home, situado a 0291162 / 9102546 UTM, o segundo ponto situado na rua dos Navegantes, Ed. Navegantes, a 0291720 / 9103122 UTM, e o terceiro ponto, no

Conjunto Residencial Pernambuco, 0291975 / 9103942 UTM. O enfoque concentra-se sobre a espacialização de poços perfurados de forma concentrada nos pontos citados acima, somente no primeiro ponto, há registro de 12 poços perfurados, com uma vazão média de $16\text{m}^3/\text{h}$, sendo cerca de 40% em estabelecimentos comerciais e o restante para uso domiciliar; no segundo ponto, mais próximo à beira-mar, há cerca de 15 poços perfurados, cerca de 80% para uso domiciliar, no terceiro ponto, situado em uma avenida equidistante ao primeiro ponto, mais distante da beira-mar, há maior ocorrência de poços perfurados em relação aos pontos anteriores, cerca de 24 poços perfurados, sendo que 25% para uso comercial. Diante do exposto, pode-se relacionar essas áreas ao processo de vedação da área de recarga ocorrida nos mesmos pontos de concentração de exploração. De um lado, tem-se o crescimento da instalação de poços em cerca de 40% no intervalo 2003/2004, sendo o índice máximo de infiltração na cidade de cerca de $200.000.000\text{m}^3$ anuais, segundo o balanço hídrico do Recife. Torna-se então fundamental estimar o déficit ocasionado pela vedação em consequência da expansão urbana local. Considerando-se que o armazenamento, até o ponto de saturação, ocorra de maneira aleatória através da porosidade natural, transportando a água até que a litologia confinante atinja o seu ponto de saturação, o escoamento ocorre de forma irregular, dependendo da quantidade de água efetivamente infiltrável que circula pelas áreas ainda permeáveis. A exploração concentrada torna determinadas áreas susceptíveis a um rebaixamento piezométrico localizado, além da redução da qualidade da água explorada em função do déficit de infiltração destinada à recarga.

OBJETIVOS

Este trabalho tem o objetivo de mapear pontos de concentração de exploração em áreas de recarga vedadas, relacionando a quantidade de explorada com as densidades de infiltração de água, com a finalidade de se obter um cenário da espacialização dos usos das águas do aquífero livre da formação Boa Viagem no bairro de Boa Viagem, Recife - PE. Nesse sentido, esta pesquisa aponta ainda para o aumento gradual e significativo da exploração de águas subterrâneas em aquíferos aflorantes, com fins de uso doméstico, comercial e industrial. Esta se deve à facilidade de se obter uma quantidade de água potável considerável, em tempo hábil e profundidade razoável, visando otimizar o abastecimento local, em detrimento de uma assistência personalizada, a partir do próprio interessado/proprietário do poço, indicando áreas de concentração de exploração. Essa concentração se dá através de duas variáveis, a primeira delas, se remete à questão da própria administração pública, no sentido da deficiência do saneamento básico assistido pelos órgãos competentes. Na Cidade somente 33% dos domicílios usufruem desse serviço, sendo que desses, 70% estão em áreas comerciais e centrais. Cerca de 80% dos domicílios são abastecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento e Abastecimento –

COMPESA, sendo que 57% desses encontram-se na zona sul e central da Cidade. Essa realidade fomentou um alarde quanto à própria qualidade da água fornecida pela agência estadual, o que conseqüentemente gerou uma tendência a se individualizar esse uso, através da construção de dos poços particulares e industriais. O bairro de Boa Viagem possui uma área densamente urbanizada com um índice de 136,00hab/ha, de acordo com o censo 2000, IBGE, representando 30% acima do índice da microrregião, composta por cinco outros bairros com menores índices de qualidade de vida. Desse modo, é possível projetar déficits em áreas que vedam a recarga ao mesmo tempo em que há uma exploração considerável no local. Assim, pode-se identificar uma ruptura na distribuição de água potável, enquanto bem público, sendo este um evento inicial de um desequilíbrio na espacialização desses usos e na dinâmica de recarga natural do Aquífero.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia pautou-se de revisão bibliográfica, compilação da base cartográfica e iconográfica, além de trabalho “In loco” e visita a órgãos públicos relacionados à gestão dos recursos hídricos, a saber: CPRH / Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, DNPM / Departamento Nacional de Produção Mineral, COMPESA / Companhia Pernambucana de Saneamento, Promotoria de Justiça com Atribuição na Defesa dos Direitos do Meio Ambiente. A base da realização desse trabalho derivou do cruzamento de informações geradas no intervalo entre 2003 e 2004. Os métodos empregados visaram mapear áreas de exploração significativa, que indiquem concentração no sentido de expor desproporcionalidades na distribuição das águas subterrâneas no local, além das discrepâncias entre os usos feitos e a disponibilidades hídricas do aquífero.

DISCUSSÃO

A problemática deste trabalho surgiu a partir da constatação de que há cerca de 4.300 poços que exploram água subterrânea na zona sul da cidade do Recife, de acordo com cadastro realizado pelo DNPM, 2003. Assim, é importante observar o aumento efetivo da impermeabilização em função da expansão urbana no âmbito do aquífero livre concomitantemente ao aumento da exploração nessas áreas, relacionando estes fatos com o decréscimo da quantidade infiltrada efetiva disponível e/ou armazenada. O balanço hídrico abaixo, figura 01, mostra a quantidade água infiltrável na cidade do Recife.

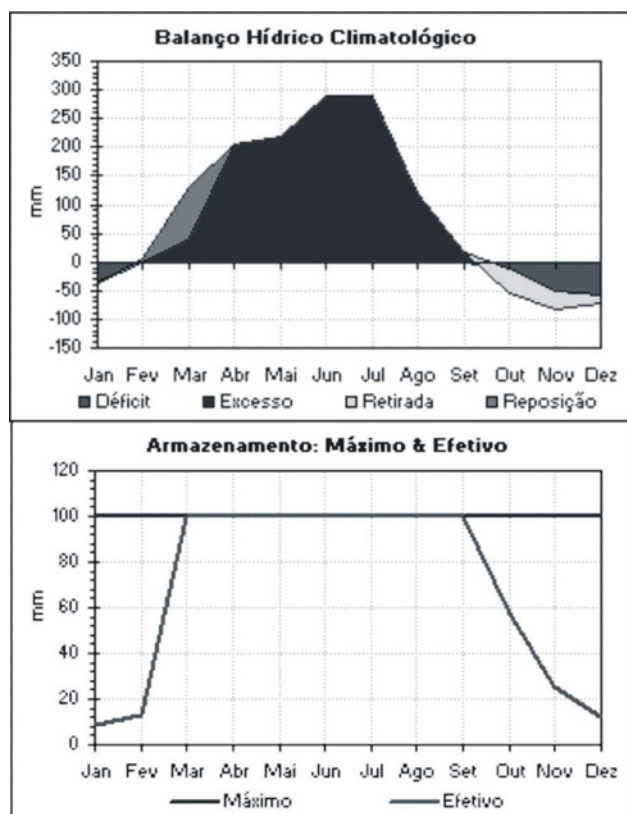


Figura 01 - Balanço e Armazenamento hídrico Máximo e Efetivo do Recife. Prefeitura da Cidade do Recife, 2003.

Basicamente, o município do Recife, utiliza-se de sete estruturas para o seu abastecimento, sendo cerca de 60% provenientes de águas subterrâneas, desses, 74% alimentado pelos aquíferos Boa Viagem, Beberibe e em menor escala, pelo aquífero do Cabo, Barreiras e Fissural. No município do Recife há cerca de 36.073 unidades que se utilizam de poços particulares (águas subterrâneas) do aquífero Boa Viagem, segundo a Secretaria de Planejamento do Prefeitura da Cidade do Recife. Quanto aos aspectos sócio-econômicos relacionados à exploração e uso das águas subterrâneas, pode-se afirmar que estes se detêm ao uso de prédios domiciliares, principalmente, ou uso comercial e industrial. O uso centralizado de águas subterrâneas causa uma diminuição na qualidade da água ali explotada. Boa Viagem está situado numa área litorânea, portanto próximo à lâmina salina, local onde foi identificado por Duarte Costa Filho (1997) contaminação das águas por sódio .

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RESULTADOS OBTIDOS

Foram selecionados três focos de análise no bairro mais densamente povoado de uma Região Político Administrativa composta por oito unidades. Há 3.200 poços (40% dos poços do Recife que captam água desse aquífero) cadastrados captando água potável do aquífero livre da Formação Boa Viagem. Os pontos marcados estão dispostos paralelamente em relação à linha de costa, evidenciando um processo de concentração, neste caso, de 51 poços, sendo cerca de 65% desses para uso domiciliar. A densidade populacional do bairro

é de 136,00 hab/ha, com 70% dos poços destinados a fins comerciais. A densidade populacional é segunda maior da RPA, ficando atrás apenas do bairro de Brasília Teimosa, com 292,78hab/ha, no entanto este trata-se de um bairro de baixa renda em relação a Boa Viagem. A densidade de infiltração é diretamente proporcional à quantidade de água disponível para escoamento subsuperficial, em contrapartida, a quantidade de água infiltrada depende das áreas aflorantes não impermeabilizadas. O bairro de Boa Viagem possui cerca de 78% de sua área vedada pela urbanização, gerando um déficit hídrico de 6,27 m³ ao ano, restando 1.993,71 m³ anuais de infiltração efetiva, segundo a tabela 01. Nos pontos marcados, os poços possuem uma vazão média de 20m³/h, gerando uma exploração média anual de 17.520 m³/ano, em uma área com vedação de cerca de 95% sobre o Aquífero. A densidade da quantidade demandada só terá operacionalidade se a demanda, ou seja, a quantidade explorada não ultrapassar a quantidade de água efetivamente infiltrada e armazenada. Portanto, no caso do aquífero livre da Formação Boa Viagem, descartando os índices de porosidade e difusão, pela sua disposição totalmente aflorante, tanto mais a vazão dos poços aumentarem de acordo com a procura, menor será o volume de infiltração para manutenção do volume de águas armazenadas, o que em longo prazo, estimulará o desencadeamento de um processo de déficit hídrico na sua capacidade total de armazenamento. Na medida em que há aumento de vedação sobre a extensão do aquífero, aflorante, mais difícil será para a água infiltrável alcançar o ponto de saturação.

| Quant. Total infiltrável m ³ /ano | Percentual de área impermeabilizada | Quant. Infiltrável decrescida em m ³ /ano | Quant. Infiltrada m ³ /ano | Quant. De exploração m ³ /ano |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 200.000.000 | 5 % | 10.000.000 | 190.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 10 % | 20.000.000 | 180.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 15% | 30.000.000 | 170.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 20% | 40.000.000 | 160.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 25% | 50.000.000 | 150.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 30% | 60.000.000 | 140.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 35% | 70.000.000 | 130.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 40% | 80.000.000 | 120.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 45% | 90.000.000 | 110.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 50% | 100.000.000 | 100.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 55% | 110.000.000 | 90.000.000 | 131.400.000 |

| | | | | |
|-------------|------|-------------|------------|-------------|
| 200.000.000 | 60% | 120.000.000 | 80.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 65% | 130.000.000 | 70.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 70% | 140.000.000 | 60.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 75% | 150.000.000 | 50.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 80% | 160.000.000 | 40.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 85% | 170.000.000 | 30.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 90% | 180.000.000 | 20.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 95% | 190.000.000 | 10.000.000 | 131.400.000 |
| 200.000.000 | 100% | 200.000.000 | 00,00 | 131.400.000 |

Tabela 01 - demonstrativo de infiltrações efetivas no Aquífero Boa Viagem na Cidade do Recife,2004.

Os usos de águas subterrâneas potáveis não a rigor, mas enquanto prerrogativa, devem obedecer de forma integrada as dinâmicas temporais do recurso, ou seja, mesmo que haja armazenamento com volumes significativos, a quantidade de exploração deve usar como parâmetro de regulação a quantidade efetiva infiltrada, que servirá de recarga e mantenedora da capacidade de armazenamento total, com volumes razoáveis. O gráfico 01 mostra as proporções consideráveis da exploração de águas subterrâneas do aquífero livre da Formação Boa Viagem no ano de 2003. Segundo estudos do DNPM, a intensa exploração de águas subterrâneas, causa um processo de rebaixamento generalizado dos níveis potenciométricos, dificultando o aumento das densidades de infiltração e comprometendo a qualidade de água ali explorada. O gráfico 01, descreve uma desproporcionalidade de volume no que se refere à relação infiltração e exploração.

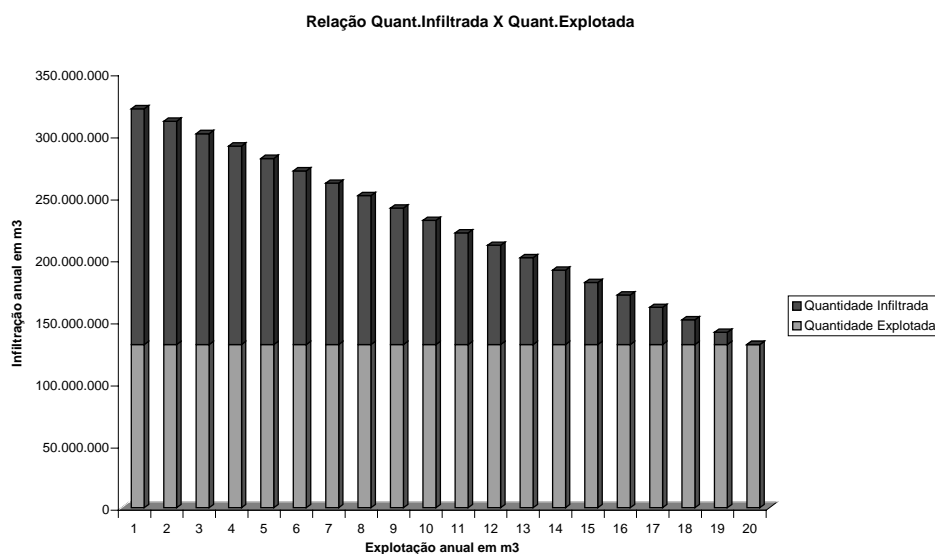


Gráfico 01- Relação Exploração/Infiltração

De acordo com o Gráfico, verificamos que a exploração anual, é diretamente proporcional ao uso e à procura, enquanto que a infiltração obedece a uma escala aleatória que varia de acordo com a porosidade local, as disponibilidades de áreas não-vedadas para infiltração e a quantidade de água para este fim. A figura 02 demonstra uma projeção decorrente das restrições quanto à densidade de infiltração decorrente das áreas aflorantes vedadas.



Legenda:

A – 5% de área impermeabilizada

B – 70% de área impermeabilizada

C – 25% de área impermeabilizada

D – mais de 70% de área impermeabilizada

E – 70% de área impermeabilizada

F – menos de 5% de área impermeabilizada

Figura 03 – Diferentes índices de recobrimento do Aquífero Boa Viagem em setores do centro expandido e zona sul do Recife.

As oscilações dos fluxos retirados, dos aportes climáticos e das vedações de áreas de recarga são aspectos-chave no que diz respeito à estimativa da capacidade.

Este trabalho objetivou ainda estimar, através de uma análise de áreas tipos escolhidas a partir de seu índice de recobrimento – figura 02, como a superfície aflorante do aquífero Boa Viagem que foi impactada pela vedação, podendo estar efetivamente perdendo terreno em termos de armazenamento hídrico, em face das diversas formas do uso do solo, como mostra o gráfico acima. As áreas tipo foram selecionadas sobre o aquífero aflorante a partir da imagem do satélite Quick Bird em escala de 1:1 000. Foram selecionadas malhas homogêneas do terreno da ordem de 5%, 10%, 25%, 35%, 50% e 70% de áreas impermeáveis. De acordo com este enunciado, pode-se dizer que o crescimento exacerbado da demanda pela água, em grande parte em função das necessidades sócio-econômicas, deve estar projetado em proporção direta aos sistemas de recarga, uma vez que a origem do próprio recurso pertence a uma dinâmica peculiar e que atende a um ritmo próprio. Se de um lado as necessidades humanas são múltiplas, no entanto, obedecendo às leis de demanda e oferta, o acesso ao recurso água, enquanto produto se restringe às classes sociais de maior poder aquisitivo, e não necessariamente à quantidade ofertada, como evidenciam os pontos marcados que denunciam a ocorrência de concentração de exploração. Diante do exposto, pode-se dizer que é necessário que os meios de usos tolerem as dinâmicas naturais do recurso, enquanto elemento do sistema natural, e revejam os volumes de supressão, agregando assim, um uso integrado e proporcional, implicando na conservação dos volumes e usos longilíneos das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

- TUCCI, Carlos E. M. 1993. *Hidrologia, Ciência e Aplicação*, Rio Grande do Sul, ABRH.
- MATTOS, Arthur. VILLELA, Swami M. 1975, *Hidrologia Aplicada*, São Paulo.
- FILHO, Waldir Duarte Costa. 1997, *Estudo Hidroquímico dos Aquíferos*, Recife.
- MILLARE, Edis. 1999, *Direito do Ambiente*, São Paulo.
- TEIXEIRA, J. A. DUARTE, Emanuel W. Bezerra, MANASSES, Alves. 1995 *Informe Hidrogeológico do Extremo Oeste de Pernambuco*, São Paulo.
- FIGUEIREDO, João Neiva de. 1967, *Água Subterrânea no Nordeste*. Ceará.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA, SECRETARIA DE CIENCIA E TECNOLOGIA E MEO AMBIENTE, AGENCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRICOS, COSTA, Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda. 2003.

Estudo da Implantação de um sistema de monitoramento dos Aquíferos e Águas Minerais na Região do Recife e Adjacências. Recife, Pernambuco.

TOOD, David Keith. BLUCHER, E., 1959. *Hidrologia de Águas Subterrâneas.* São Paulo.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 1996. *Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico.* Lei N. 16,243.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988. *Lei das Águas,* Brasília.

SANTOS, Milton. 1995. *A natureza do Espaço,* São Paulo.

MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA. 1995, *Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana do Recife.* Recife.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. 2000 Atlas Ambiental da Cidade do Recife. Recife

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. 1994, *Evolução Histórica do Primeiro Abastecimento de Água Público do Recife, Companhia do Beberibe,* Recife.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA , Censo Demográfico, 2000.