

POR

U. Duarte<sup>1</sup>, M.S. Kanehisa<sup>2</sup>

RESUMO--Nas últimas décadas foram registrados um aumento nas migrações internas da população brasileira para áreas urbanas, com conseqüente agravamento das condições de vida nas cidades, especialmente no que se refere aos problemas de abastecimento de água.

Concomitantemente ao crescimento populacional e o desenvolvimento industrial foram registrados um aumento dos casos de poluições de aquíferos, causados pela disposição inadequada de águas residuárias domésticas e industrial, que afetam cerca de 40 milhões de habitantes das áreas urbanas, que utilizam água, tanto para o consumo como para higiene pessoal, captadas de poços rasos.

As investigações feitas junto à esta população, com finalidades de avaliar as condições das captações e de disposição de resíduos domésticos, mostram a má qualidade da água das captações, com efeito sobre a saúde pública, especialmente das crianças.

#### INTRODUÇÃO

Levantamentos realizados por AZEVEDO NETTO (1982) demonstram que neste ano cerca de 41% da população de 15 capitais brasileiras (aproximadamente 12,5 milhões de habitantes) dispunham de serviços de distribuição de água e rede de esgoto. Nestes levantamentos, a cidade do Rio de Janeiro vinha em 1º lugar em termos de população atendida, cerca de 81% ou 4.244.000 habitantes; a cidade de Recife vinha em último lugar com apenas 10% de sua população atendida (41.900 habitantes); a cidade de São Paulo vinha em 5º lugar com 49% de sua população atendida (4.382.000 habitantes)

Segundo WILLIAM PENIDO, em entrevista concedida para o Jornal da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), em 1986, estima-se que a população urbana brasileira representa cerca de 70% do total de habitantes do País, algo em torno de 90 milhões de habitantes, e ainda que 80% desta população já dispõem de serviços adequados de abastecimento de água, e 50% com serviços de esgoto.

Em relação à população rural, PENIDO (1986) estima que cerca de 10 a 15% dispunha de serviços adequados de abastecimento de

---

1 e 2

Instituto de Geociências - USP

água e apenas 5% contava com serviços adequados de esgoto.

Em suma, cerca de 55 milhões de brasileiros não dispõem de serviços de abastecimento de água e cerca de 70 milhões não dispõem de serviços de esgoto, sendo obrigados a recorrerem às formas alternativas tanto de abastecimento de água como na disposição de efluentes domésticos.

A forma de captação mais difundida é a captação de água de aquíferos rasos através de poços tipo cacimbas; a disposição de efluentes mais difundida entre esta população é a fossa.

O agravante para a população urbana que não conta com tais serviços é que a captação e a fonte de poluição (fossas ou sistemas sépticos), em geral, são distribuídas num espaço limitado, às vezes em situações geométricas que interverem com as distribuições dos seus vizinhos, outras vezes em situações topográficas desfavoráveis.

As normas e recomendações existentes com relação à disposição de efluentes domésticos, pouco podem contribuir para que esta população possa se abastecer de água de boa qualidade, pois são aplicáveis de maneira muito particular e em condições geológicas e hidrogeológicas supostas ideais, favoráveis e estáticas.

#### FONTES DE POLUIÇÃO DAS CAPTAÇÕES RASAS EM ÁREAS URBANAS

As fontes potenciais estão relacionadas, principalmente, à conservação das captações como, por exemplo, a falta de lages de proteção e tampas de vedação, permitindo a introdução de agentes estranhos, tais como pequenos animais, insetos e materiais, através dos orifícios frequentemente encontrados neste tipo de captação.

As fontes efetivas são os sistemas sépticos e as fossas, pois compartilham de um mesmo meio, cujo único fator de proteção é a distância entre as fontes de poluição e as captações, e uma possível auto-depuração da carga poluente a cargo dos fenômenos físicos (filtração mecânica), químicos (oxidação, redução, precipitação e coprecipitação) e bioquímicos (biodegradação por microorganismos do subsolo) (CUSTÓDIO E LLAMAS, 1976).

Com relação a estas fontes de poluição, elas podem ser de dois tipos: a bacteriológica e a química.

A poluição bacteriológica, principal foco de atenção na determinação de distância horizontal e vertical de proteção sanitária, vem sendo investigada a longa data. Um dos primeiros estudos enfocando a problemática de maneira sistemática por hidrogeólogos datam de 1959 (TODD e McNULTY, 1976), quando foi constatado que cerca de 43% dos 63.000 poços de área metropolitana de Minneapolis (USA) estavam poluídos por nitratos, surfactantes, coliformes e cloretos.

No Brasil, estudos efetuados por VIGNOLLI FILHO (1976) na região metropolitana de Belo Horizonte (MG), constatou a presença de coliformes, não necessariamente fecais, em 46,3% dos 90 poços profundos amostrados e 97,2% dos 145 poços rasos amostrados na Grande Belo Horizonte e arredores.

A poluição química, principalmente aquela causada por produtos de limpeza, começa a preocupar os pesquisadores diante do uso crescente destes produtos no cotidiano doméstico. A poluição química de origem orgânica, tais como cloretos, fosfatos e nitratos, já preocupava os pesquisadores como WOODWARD (1959) e POLTA (1959) (in TODD e McNULTY, 1976) em termos de riscos potenciais.

Em termos de riscos reais à saúde humana, sabe-se que teores elevados de nitrato podem causar a "Doença Azul" ou Metemoglobinemia em bebês, sendo fatal se não medicadas a tempo. Este teor é estimado, para água de abastecimento público, em 10 mg/l de N-Nitrito ou 45 mg/l de N-Nitrato com máximo permissível.

### DISPOSIÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

#### SISTEMAS SÉPTICOS

A disposição dos efluentes domésticos através de sistemas sépticos (tanques sépticos e componentes de infiltração) foi patenteada por MOURAS e MOIGNE em 1881 (BATALHA, 1985), ao constatarem acidentalmente o fenômeno de biodegradação da matéria orgânica e redução da quantidade de bactérias em tanques de alvenaria, anteriormente projetadas com finalidades de separação de gorduras e sólidos decantáveis de águas residuárias de cozinha.

Os sistemas sépticos são bastante difundidos nos Estados Unidos e países europeus, atendendo às necessidades das populações rurais e de pequenas comunidades. Com a finalidade de se evitar possíveis contaminações tanto das captações como das águas subterrâneas, as regulamentações destes países reforçam a necessidade de que haja uma baixa concentração ocupacional das áreas que necessitem este tipo de disposição final dos efluentes domésticos.

Os sistemas sépticos contam com um tanque de decantação, projetado com finalidade de reter o efluente bruto por um período pré-fixado, propiciando um tratamento primário deste efluente através da biodegradação dos sólidos orgânicos e uma redução da população bacteriana (Figura 1a). O efluente secundário, com pouca quantidade de sólidos decantáveis, são dispostos em componentes de infiltração, que podem ser de dois tipos principais: o poço absorvente (sumidouro) e as valas de infiltração (Figura 1b e 1c). Os poços absorventes são indicados para situações em que a profundidade do nível freático esteja abaixo do fundo dos mesmos entre 1,50 a 3,00 metros, segundo as recomendações brasileiras (ABNT e CETESB). As valas de infiltração são para situações de baixa permeabilidade do terreno, dispondo os efluentes secundários em áreas maiores; ou onde o nível freático não permite a instalação de poços absorventes.

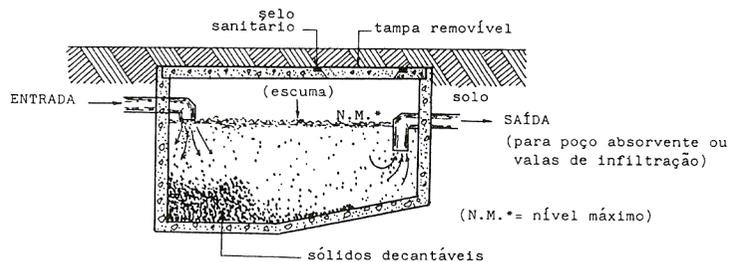


FIGURA 1a  
Esquema de tanque séptico de um estágio

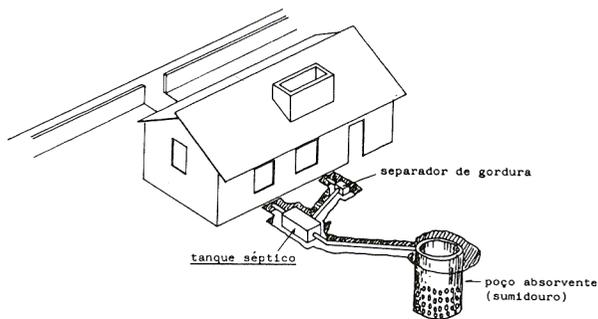


FIGURA 1b  
Esquema de disposição de efluentes em sumidouro

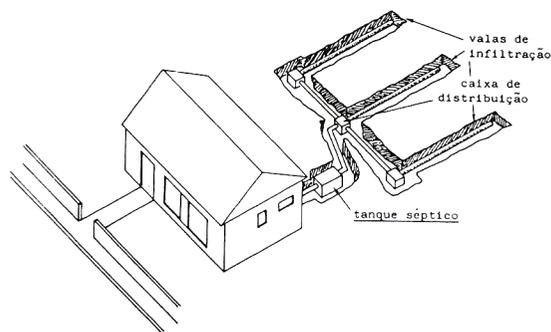


FIGURA 1c  
Esquema de disposição de efluentes em valas de infiltração

A norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NB 7229-1982 é categórico quanto a instalação de sistemas sépticos. No item 3.3.1 desta norma temos:

"Só é admissível o uso de fossas sépticas para edificações providas de suprimento de água".

Entende-se que o "suprimento de água" não deva ser captações individuais ou coletivas dispostas no mesmo terreno de instalação dos sistemas sépticos.

### FOSSAS

A forma mais econômica, no entanto a mais adequada, de disposição de efluentes domésticos é a fossa. Trata-se simplesmente de um buraco com diâmetro semelhante ao do poço tipo cacimba, com profundidade que, em geral, não atingem o nível freático. Nesta situação são chamados de "fossas secas". O que se observa é que ocasionalmente a situação tende para "fossas negras", com o afogamento causado pela elevação do nível freático em épocas de pluviosidade intensa (Figura 2). O efluente bruto é lançado nesta situação com sérios riscos às captações nas suas proximidades, contaminando também o aquífero raso, tanto bacteriológicamente quanto quimicamente, de modo quase direto.

Outro tipo de fossa é a latrina, que também pode estar na condição de seca ou negra, dependendo da situação do nível freático local, com a característica de que os resíduos são, em geral, mais secos dos que nas fossas propriamente ditas.

Erroneamente ou negligentemente, as fossas são distribuídas seguindo-se as recomendações para os sistemas sépticos, com características dos efluentes, em termos bacteriológicos, bem menos do que na disposição simples em fossas ou latrinas. Poucos estudos foram efetuados enfocando este caso extremo de disposição de efluentes domésticos, porém é a forma mais difundida de disposição de efluentes junto à população de nível sócio-econômico desfavorecido em escala mundial.

### CAPTAÇÕES RASAS

Os poços tipo cacimba são construídos pelos denominados "poceiros", que também constroem as fossas, mediante pagamento por metro perfurado, até atingir o nível freático, aprofundando até onde permitir seu trabalho. Há caso em que os próprios moradores os constroem no esquema de mutirões.

A prática dos "poceiros" lhes permitem uma construção segura, revestindo o poço, em caso de terreno pouco consolidado, a medida que avança a escavação. O diâmetro, em geral, é entre 0,90 a 1,10 metros de modo a permitir o acesso fácil e a remoção do material escavado.

Na área urbana, a extração da água de cacimbas é feita, normalmente, por bombas elétricas tipo flutuante, de potência fra-

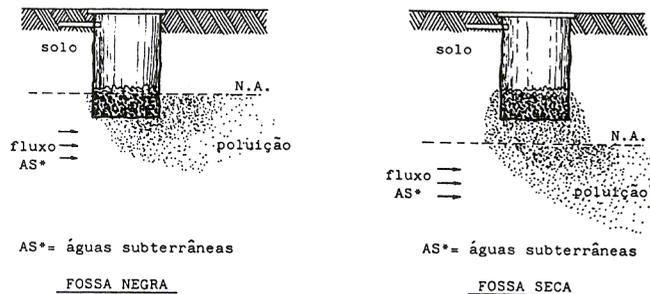


FIGURA 2  
Situações de fossas em relação ao nível freático

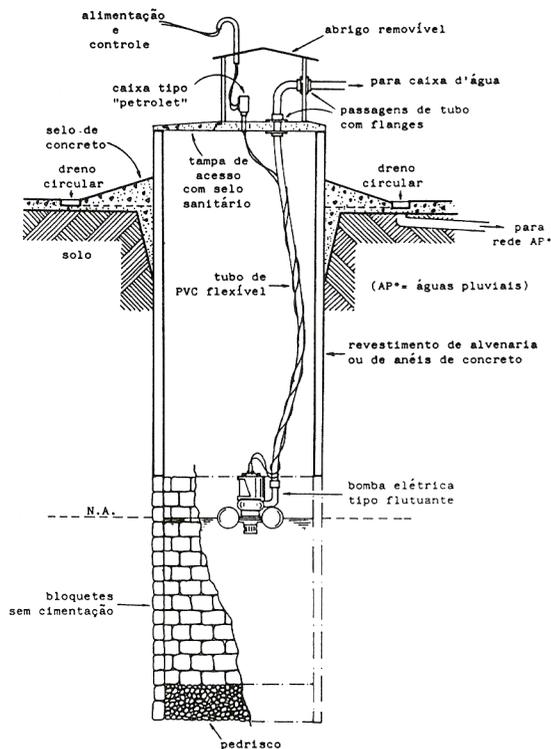


FIGURA 3  
Corte esquemático de captação protegida

cionária (1/2 a 3/4 HP) e tubulações flexíveis de PVC, cujo diâmetro está compreendida entre 1/2" a 1" (Figura 3). O sistema de chaveamento, em geral, é automático feito através de chave-bóia instalado na caixa d'água. O consumo de água desta população, ao contrário do que se pensa, é semelhante à da população servida pelo serviço de abastecimento de água. Os hábitos higiênicos e de limpeza são mantidos diante das facilidades de exploração da água através de bombas elétricas automáticas. Muitas cacimbas permanecem em funcionamento mesmo após a instalação da rede de abastecimento público, cujos usuários vêem vantagens quando ocorrem cortes de manutenção de rede ou racionamento de água nas épocas de longa estiagem que afetam os reservatórios de abastecimento público.

No entanto, a conservação deste tipo de captação é precária, permitindo a entrada de animais e insetos, além de materiais poluentes diretamente através dos orifícios deixados para as passagens dos tubos e fiações. Às vezes a lã de proteção se encontra abaixo do nível do piso, permitindo a invasão de águas de limpeza ou de escoamento de água pluviais, não menos poluídas, para dentro da cacimba.

Outro exemplo de falta de esclarecimento ou de fiscalização é quando as cacimbas abandonadas são aterradas com lixo doméstico, ou pior, são usadas como fossas, que neste caso, são nitidamente negras.

A vulnerabilidade deste tipo de captação fica bastante claro quando se observa a poluição de captações por proximidade de captação mal operadas ou conservadas.

O posicionamento topográfico da captação em relação a fossa ou o distanciamento horizontal pode ser logrado pela densidade ocupacional, não permitindo uma solução definitiva e efetiva para que esta população possa dispor seus efluentes no mesmo terreno onde captam suas águas, de modo seguro.

#### NORMAS E RECOMENDAÇÕES EXISTENTES

As normas e recomendações de disposição de efluentes domésticos existentes no Brasil são para fossas sépticas, ou melhor, sistemas sépticos. A ABNT traz uma norma especialmente voltada para a construção de sistemas sépticos, sob o código NB 7229-1982, intitulada "Construção e Instalação de Fossas Sépticas e Disposição de Efluentes Finais". Como visto anteriormente, esta norma é aplicável apenas para edificações providas de abastecimento de água que não seja por captações no mesmo terreno de disposição de efluentes.

Outra entidade que traz recomendações é a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em diversas publicações na forma de manuais de bolso ou relatórios. Tais recomendações às vezes estão apresentadas de maneira implícita seguindo nitidamente recomendações tipo ABNT e publicações estrangeiras, que por sua vez seguem recomendações de órgãos normalizadores vigentes em

cada país, em função das características sócio-econômica, hábitos higiênicos e culturais de sua população.

As soluções propostas para a disposição de efluentes domésticos através de sistemas sépticos são restritos à população que embora não disponha de serviços de esgoto têm situação econômica que permitem um investimento inicial para a disposição de seus efluentes, além de projetos de captações.

As captações profundas são propostas para a obtenção de água de boa qualidade em termos de potabilidade, que no entanto exigem pessoas especializadas para sua localização, implantação e até, em alguns casos, na operação de sistemas elétricos complexos. Porém a falta de fiscalização sanitária e recomendações para manutenção deste tipo de captação, além da não observância do perímetro de proteção sanitária frente às várias fontes de poluição de origem antrópica e falhas tanto das normas construtivas quanto da construção da captação profunda podem levar a contaminação da mesma.

Nas normas e recomendações existentes, o ênfase maior é com relação a poluição bacteriológica, enquanto a poluição química é de grande preocupação, pois sua extensão pode ser muito maior. Em se tratando de poluição química, pensa-se quase que exclusivamente em efluentes industriais, e hoje em dia os efluentes domésticos aproximam-se muito das características de efluentes industriais tal o uso de produtos químicos principalmente na limpeza de sanitários, variando apenas em termos volumétricos.

As adaptações de normas às diversas realidades não é uma tarefa simples, pois tendem para uma simplificação exagerada da situação real enfocando um aspecto de cada vez. Por exemplo, tanto as recomendações da CETESB como as normas da ABNT para a construção de sistemas sépticos são muito prática sob o ponto de vista de dimensionamento de diversos componentes do sistema, objetivando principalmente a economia e o bom funcionamento da mesma. Os aspectos sanitários são relegados a poucas linhas e vagas dimensões como "o fundo da vala e sumidouro deverão estar a 1,50 m do lençol d'água" ou "a distância mínima da captação em relação aos dispositivos sépticos deverá ser de no mínimo 30 metros", com pouca ou nenhuma referência sobre situações topográficas, variações anuais do nível freático, variação da permeabilidade por fatores geológicos e biogênicos, etc..

#### ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA POLUIÇÃO DA ÁGUA EM CAPTAÇÕES RASAS

O enfoque dos hidrogeólogos sobre a problemática condiciona o meio onde se dispõe os efluentes e a dinâmica do aquífero que afetam diretamente a dispersão dos poluentes.

No caso de poluição por fossas e sistemas sépticos, o estudo deve ser feito em dois meios distintos: o saturado e o não-saturado.

O estudo do comportamento físico da água no meio saturado

como a direção do fluxo horizontal e vertical, velocidade destes fluxos, o perfil geológico e variações do nível freático com as condições climáticas vigentes, permitem condicionar a dispersão dos poluentes aos aspectos dinâmicos e consequentemente avaliar o grau de vulnerabilidade do aquífero, seja ele raso ou profundo, face às poluições bacteriológica e química.

As metodologias para o levantamento dos parâmetros da dinâmica dos aquíferos estão bastante desenvolvidas e dominadas de modo a permitir inferências com suficiente precisão para se determinar áreas críticas em termos de vulnerabilidade.

A dificuldade maior reside nos fenômenos que ocorrem no meio não-saturado. É neste meio que ocorrem as reações bioquímicas e as principais reações químicas que podem contribuir para a redução da periculosidade dos poluentes.

Os fenômenos físicos complexos como a histerese, efeitos osmóticos, fluxos predominantemente verticais condicionando a umidade do terreno não são quantificáveis com facilidade, tornando esta abordagem a nível de fluxo de água no meio não-saturado bastante árdua.

Os ensaios de infiltração podem auxiliar os hidrogeólogos na estimativa macroscópica do comportamento do meio não-saturado, adotando metodologias utilizadas em ramos como a Geologia de Engenharia, que as empregam rotineiramente para diversas finalidades na construção civil.

Os ensaios de campo são preferíveis aos ensaios de laboratórios, feitos normalmente através de permeâmetros, pois permitem observar estruturas geológicas, macroporos de origem biogênicas e situação topográfica que auxiliam nas interpretações dos resultados.

A simplicidade dos ensaios de campo é importante de modo a permitir suas realizações em vários pontos com rapidez e uma eventual repetição dos ensaios no decorrer de uma investigação.

Talvez, o mais simples dos ensaios de infiltração realizável no campo seja o ensaio descrito por OLIVEIRA e CORREA FILHO (1981) como "Ensaio de rebaixamento em Sondagens Acima do Nível D'água" (Figura 4). O ensaio é denominado de "rebaixamento" pois mede-se a variação do nível da água introduzido num furo de pequeno diâmetro ("sondagem"), após prévia "saturação" do furo com água durante aproximadamente 10 minutos. O furo pode ser feito com trado manual até a profundidade desejada (no caso de estudos de fossas, esta profundidade raramente atinge 2 metros de profundidade). O controle do ensaio não é crítico, necessitando apenas de um cronômetro e uma régua de aço ou plástico devidamente graduada. Dada a facilidade de execução, é possível realizá-lo em vários locais num mesmo dia. As fórmulas, equações e abacos, bem como as recomendações e instruções para execução estão amplamente expostos no trabalho desses autores.

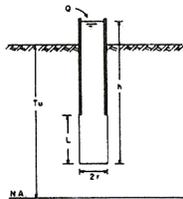
A simplicidade do ensaio descrito acima está no fato de não

ENSAIOS EM SONDAGENS

ACIMA DO NÍVEL D'ÁGUA

-ENSAIO DE INFILTRAÇÃO

$$K = \frac{Q}{A} \frac{L}{\Delta h}$$



$$T_u > 3L \text{ e } L/r \geq 10$$

Abacos para o cálculo  $C_u$  Figura 1-A

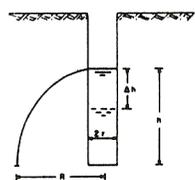
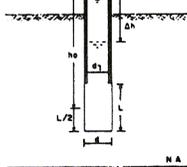
para o cálculo  $K$  Figura 2-A

ZANGAR, C.N. (1953)

-ENSAIO DE REBAIXAMENTO

$$K = \frac{A \Delta h}{\Delta t} \frac{e_1}{B h_0 \sqrt{r L}}$$

$$K = \frac{A \Delta h}{\Delta t} \left( \frac{1}{R} \right)^2$$



$1 \leq L \leq 3,0m$   
Abaco para o cálculo de  $K$  Figura 3  
GILG, B & GAVARD, M. (1957)

Onde  $R^2 = R_0^2 - h_0^2$

Obs: - A relação entre  $R$  e  $h$  foi obtida supondo que o escoamento se faz segundo uma parábola cujo vértice está no centro do furo, na altura do nível d'água inicial ( $h_0$ ).

- É evidente que quanto menor for o rebaixamento, menor será a variação de  $R$  e mais rápida será a aplicação da fórmula

RODIO S.A. (1960)

FIGURA 4

Ensaio de infiltração acima do nível d'água  
(Fonte: Oliveira & Diego Filho, 1981)

se utilizar revestimentos durante o ensaio. O revestimento é para permitir ensaiar trechos de terreno para outras finalidades, pois este ensaio é voltado para a Geologia de Engenharia, podendo ser adaptado com sucesso na Hidrogeologia no dimensionamento de parâmetros que permitam uma estimativa aproximada das distâncias, horizontal e vertical, com menor risco de uma possível contaminação das captações.

Em nossas investigações, os ensaios de infiltração demonstraram uma variação do coeficiente de permeabilidade entre  $2,3 \cdot 10^{-3}$  cm/s a  $3,7 \cdot 10^{-5}$  cm/s, para uma situação geológica pressuposta homogênea em termo de comportamento hidrodinâmico.

Estimando que leve cerca de 100 dias (BRGM-1973) para o decaimento da população bacteriana nas condições normais do subsolo (limitação de alimento, atmosfera, efeitos de colmatação, filtração mecânica), teríamos dois extremos para distância horizontal de segurança de 3,2 m a 198,7 m. As permeabilidades maiores foram detectadas em áreas topograficamente mais elevadas, condicionadas pela existência de macroporos de origem biogênica (formigueiros e cupinzeiros). O valor médio encontrado está em torno de  $2,45 \cdot 10^{-4}$  cm/s, o que significa uma distância de segurança de 21,2 m, em relação à poluição bacteriológica.

No caso de poluição química, o que sabemos é que:

- 1- São mais persistentes e propagam mais rapidamente do que a poluição bacteriológica.
- 2- Seguramente atingem maiores profundidades, pois não dependem de condições bioestáveis para sua existência com contaminantes.
- 3- A capacidade do solo em reter tais poluentes é limitada. Atingindo-se a saturação não ocorrem retenções de substâncias químicas.

CONCLUSÕES

A proposição do tema é para sensibilizar os pesquisadores para uma grande parcela da população brasileira que não dispõe de recursos econômicos são, de certa forma, obrigados a se instalarem em áreas periféricas dos centros urbanos, onde ainda são in-existent as redes de água e esgoto público. Por outro lado, a falta de recurso não lhes permitem soluções caras como as proposições expostas nos manuais de instalação de fossa séptica, ou ainda adotar a alternativa de captações profundas.

Como exposto anteriormente, mesmo as captações profundas correm o risco de poluição, quer seja bacteriológica, quer seja química, ou ainda, quer seja a curto prazo ou a longo prazo.

Creemos que a solução para o problema de poluição neste contexto seja muito complexa, pois a causa principal de qualquer poluição é a disposição inadequada dos resíduos líquidos ou sólidos.

As dificuldades quanto ao controle da qualidade da água pro-

veniente de captações rasas são inúmeras, porém por mais que esta forma alternativa de captação seja vista como inadequada, continuarão a atender a população carente por um longo tempo, pois as previsões de aumento das redes de água e esgoto não conseguem seguir a proliferação e o crescimento de bairros periféricos aos centros urbanos.

Diante desta realidade, são necessários propostas de formas alternativas aplicáveis a curto prazo, a baixo custo e de aceitação por parte dos usuários, visto que seria quase impossível fazer uma fiscalização se as recomendações estão sendo seguidas ou normas obedecidas.

As propostas surgem diante de estudos objetivos e práticos além de uma perfeita integração com outros ramos de pesquisa. A contribuição dos estudos hidrogeológicos não terão efeito se não houver a participação de outras áreas como da Engenharia Sanitária e de Planejamento Ocupacional, pois a problemática enfocada é compartilhada pelo mesmo domínio destas ciências.

Água de boa qualidade, além de necessário ao bem-estar da população, é também um direito da mesma, sem a qual é impossível se pensar em desenvolvimento sócio-econômico de uma Nação.

#### RECOMENDAÇÕES

As recomendações a seguir foram baseadas em pesquisas bibliográficas, tanto em Hidrogeologia como em Engenharia Sanitária, e investigações de campo em situações reais:

- 1- As fossas e latrinas devem ser sumariamente abandonadas como formas de disposição de efluentes domésticos, com risco imediato de poluição do aquífero freático, e a longo de aquíferos profundos. Cabe salientar, novamente, que os efluentes domésticos também respondem por uma parcela de contaminantes químicos, com efeitos ainda pouco conhecidos.
- 2- As captações individuais devem ser adotadas como última alternativa de abastecimento de água. Em áreas periféricas, tanto a captação rasas como a disposição de efluentes domésticos devem tender para uma centralização, onde serão mais eficazes as medidas de controle sanitários.
- 3- Sistemas sépticos não devem ser vistos como soluções definitivas, pois poderão ocorrer os vazamentos e mal funcionamento ao longo da vida útil dos seus componentes. Os sistemas sépticos, quando bem operados, tem desempenho aceitável, mas deve-se atentar quanto a densidade ocupacional em áreas onde tais sistemas devam operar. Futuras interligações com a rede pública de esgoto pode permitir uma redução do custo global da implantação da rede, pela redução do diâmetro de tubulações e profundidade de leito, já que a carga de sólido é menor do que no sistema tradicional que coleta efluentes brutos.

- 4- As normas e recomendações oficiais, ao invés de estipular distâncias horizontais entre captações e fontes de poluição, e distâncias verticais entre fundo de vala ou sumidouro e o nível freático deveriam conter frases como:

"A instalação de sistemas sépticos e seus componentes de infiltração deverão ser condicionados às condições hidrogeológicas do subsolo e a proximidade do nível freático local, além de estudos básicos integrados de ocupação territorial".

#### REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NB 7229/março 1982, Construção e Instalação de Fossa Séptica e Disposição de Efluentes Finais, 37p.
- AZEVEDO NETTO, J.M. (1984) Saneamento Viável e Acessível, Rev. Engenharia Sanitária, jul/set 1984, 23(3): 289-300.
- AZEVEDO NETTO, J.M. (1985) Disposição de Efluentes de Tanques Sépticos Residenciais, Rev. Engenharia Sanitária, jan/mar 1985, 24 (1): 121-125.
- BATALHA, B.L. (1985) Fossa Séptica, Public. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1985, 40 p.
- BRGM (1973) in Atti del 2º Convegno Internazionale Sulle Acque Sotterranee, Palermo, Italia.
- CAPUTO, H.P. (1973) Mecânica dos Solos e Suas Aplicações, Ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, GB, 3ª Ed., 1: 75-86.
- COUTINHO, A. (1973) Estudo sobre o Emprego de Fossas Sépticas, Rev. DAE - Departamento de Água e Esgoto, 90: 67-106.
- CUSTÓDIO, E. e LLAMAS, M.R. (1976) Hidrologia Subterrânea, Ed. Omega, S. A., Casanova, 220, Barcelona-11, Espanha, 1:565-575 e 2:1929-1930.
- ENVIRONMENTAL SANITATION REVIEWS (1982) Septic Tank and Septic System, april 1982, 1(7/8): 44-50.
- EVANS, B.M. (1982) Aerial Photographic Analysis of Septic System Performance, Rev. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Journal American Society of Photogrammetry, nov/1982, 48 (12): 1713-1717.
- FETTER JR., C.W. (1965) Applied Hydrogeology, University of Wisconsin, Oshkosh, Columbus-Ohio, USA, 1:76-87.
- OLIVEIRA, A.M.S. e CORREA FILHO, D. (1981) Ensaio de Permeabilidade em Solos - 1ª Tentativa, Public. IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)-IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1981, São Paulo, SP, 4lp.
- TODD, D.K. e McNULTY, D.E.O. (1976) Polluted Groundwater, Water Information Center, Inc., 7 High St., Huntington, New York, USA, 173p.

VIGNOLLI FILHO, O. (1982) Aspectos Qualitativos no Aproveitamento de Recursos Hídricos Subterrâneos, Rev. Engenharia Sanitária, jan/mar 1983, 21(1):104-107

YATES, M.V. (1985) Septik Tank Density and Ground-water Contamination, Rev. Groundwater, set/out 1985, 24(1): 121-125.

#### ABSTRACT

During the last decades has been registrated an increasing internal migration of the Brazilian population towards urban areas, a fact that aggravates the life conditions in the cities, especially concerning the problems of water supply.

Simultaneosly to the increase of the population and the industrial development has been noted an augmentation of the aquifer pollution, due to the inadequate disposal of domestic and industrial wastewaters, that affects about 40 million inhabitants of urban areas, users of water, both drinking water and for personal hygiene, caughted from shallow wells.

There have been done investigations, together with this population, in order to avaiiate both, the catching conditions and the disposal of domestic wastes, that show the bad water quality, which can affect the public health, especially of the children.