

# **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO CONJUNTO HABITACIONAL 22 DE ABRIL – JACAREÍ, BRASIL E OS IMPACTOS PARA O MEIO AMBIENTE E SAÚDE HUMANA.**

Beatriz Helena Minari<sup>1</sup>; Íria Vendrame<sup>2</sup>

**Resumo** – As precárias condições de saneamento básico ainda são os grandes responsáveis pela degradação ambiental nos países desenvolvidos. A falta de saneamento básico impacta fortemente a qualidade da água utilizada para abastecimento e são freqüentemente responsáveis pela disseminação de doenças de veiculação hídrica. Recentemente, doenças causadas pela presença da alta concentração de nitratos na água têm ampliado os estudos a respeito dos efeitos deste componente na saúde humana. Diversos artigos citam associações entre a alta concentração de nitratos e a methemoglobinemia infantil. A alta concentração deste componente também afeta o meio ambiente por meio da eutrofização dos estuários e dos ecossistemas costeiros. O objetivo deste estudo é investigar as condições de saneamento básico do conjunto habitacional 22 de Abril, localizado no município de Jacareí, São Paulo, Brasil e analisar os impactos do ciclo do nitrogênio na água subterrânea local e na saúde humana.

**Abstract** - In developing countries, the environment degradation is still largely due to the poor basic sanitation conditions. The lack of basic sanitation strongly impacts the quality of drinking water and typical water-borne diseases are very common. More recently, diseases caused by drinking water with high concentrations of nitrates have increased the concern over the health effects of these compounds. Several articles have shown associations between nitrates and methemoglobinemia in children and, on the other hand, the nitrates also affect the environment through the eutrofization of estuaries and coastal ecosystems. The aim of this study is to investigate the conditions of basic sanitation at a neighborhood called 22 de Abril, municipal district of Jacareí, São Paulo, Brasil and to analyze the cycle of nitrogen in the environment regarding groundwater impact and the effect on the human life.

**Palavras-Chave** - Coliformes; Nitratos; Água Subterrânea.

<sup>1, 2</sup> Departamento de Eng. Hidráulica – Área de Concentração Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Praça Mal. Eduardo Rondon 50 - Vila das Acácias, Cep: 12228-900, São José dos Campos (SP), Brasil. Email: [beatrizminari@yahoo.com.br](mailto:beatrizminari@yahoo.com.br) e [hiria@ita.com.br](mailto:hiria@ita.com.br). Tel: (012)3947-6824.

## INTRODUÇÃO

Apesar dos benefícios advindos do desenvolvimento social, o modelo de crescimento urbano, baseado no sistema de produção capitalista, tem causado um importante impacto na capacidade da sociedade para atendimento de suas necessidades humanas, resultando em centenas de milhões de pessoas com rendimento, dietas, moradias e serviços inadequados. Além disso, acarretou na exposição, de grande número de pessoas, a sérios riscos ambientais, deixando, ainda, autoridades municipais e locais sem condições de proporcionar a elas os serviços de saúde ambiental necessários. (Cavalcanti, 1996)

De acordo com o IBGE, o percentual de domicílios urbanos, em 1970, era de 58,3% do total de domicílios brasileiros. No ano de 2000, esta taxa já estava em 83,3%, sendo metade destes domicílios localizados na Região Sudeste, ou seja, o crescimento dos domicílios urbanos durante a década de 1990 (diferença verificada entre os anos de 1991 e 2000) foi da ordem de 47,7%. Vale a pena notar que o crescimento intenso (72,9%) ocorreu entre 1970 e 1980 (IBGE, 2004).

Diante de tal crescimento, Novaes et al. (2000), afirmam que o saneamento ambiental no país não vem atingindo as metas de universalização do atendimento e da qualidade na prestação dos serviços; uma crise neste setor revela a ineficácia social e ambiental, bem como a necessidade de investimentos em áreas de baixa renda.

Em geral, em áreas onde o crescimento urbano ocorre aceleradamente, o risco de contaminação ambiental aumenta muito, uma vez que nestas áreas encontram-se uma substancial porção da população sem acesso ao saneamento básico, concentrando-se grandes volumes de eventuais fontes de poluição, tais como esgoto e lixo. Segundo Foster e Hirata (1988) as áreas urbanas são responsáveis pela geração de um grande volume de carga contaminante poluidora das águas subterrâneas.

No Brasil, segundo IBGE (2004), pouco mais da metade das moradias urbanas brasileiras (55,3%) informaram utilizar o serviço de esgotamento sanitário por rede geral. Portanto, as fossas sépticas, fossas rudimentares e as outras formas constituem alternativas significativas para o sistema de esgotamento sanitário dos domicílios brasileiros (44,7%).

Esta situação de saneamento básico precário, na prática, se traduz na deposição inadequada dos efluentes líquidos, muitas vezes diretamente no aquífero (fossas negras escavadas até o nível freático). De acordo com Foster e Hirata (1988), existe uma forte correlação entre a densidade de sistemas de saneamento e a contaminação por nitrato e microorganismos patogênicos.

Os sistemas de saneamento sem rede de esgoto (como fossas negras e fossas sépticas), e algumas atividades desenvolvidas pelo homem, tais como o uso excessivo de fertilizantes

nitrogenados em práticas agrícolas, a disposição inadequada de resíduos sólidos e resíduos nitrogenados oriundos da criação de animais em confinamento e algumas atividades industriais constituem fontes importantes de contaminação do solo e das águas subterrâneas.

No Brasil, 15,6 % dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea, 77,8 % usam rede de abastecimento de água e 6,6 % usam outras formas de abastecimento (IBGE, 2000). É importante destacar que, entre os domicílios que possuem rede de abastecimento de água, uma parte significativa usa água subterrânea.

Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do país, a água subterrânea representa o principal manancial hídrico. Ela desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico do país.

Dentre as diversas fontes antrópicas de geração de carga contaminante ao aquífero, as originadas pelos sistemas de saneamento *in situ* (fossas sépticas e negras) são motivo de preocupação principalmente em áreas de grande densidade populacional. Em áreas providas de esgotamento sanitário, a construção inadequada dos tanques sépticos, bem como a falta de manutenção destes sistemas, também podem contribuir como focos de contaminação do aquífero.

Os sistemas sépticos recebem dejetos alimentícios e dejetos humanos, compostos principalmente por nutrientes, sais, microrganismos patogênicos, como bactérias e vírus, além do nitrogênio presente no efluente doméstico na forma, principalmente, de proteínas e uréia.

O nitrogênio orgânico presente nos solos sofre um processo essencialmente microbiológico de mineralização (amonificação + nitrificação) (Andrade et al., 1994), no qual o íon nitrato é formado.

Os nitratos são altamente solúveis e não são retidos pelas cargas negativas dos colóides do solo, portanto os íons movem-se livremente com as águas de drenagem, através do perfil, até os aquíferos. Elevadas concentrações de nitratos no solo podem conduzir a níveis relativamente altos de nitratos nas águas de consumo, a qual afeta adversamente a saúde humana.

A toxicidade do nitrato à saúde humana é atribuída principalmente à redução deste composto a nitrito. O nitrito quando entra na corrente sanguínea é envolvido na oxidação da hemoglobina (Hb) produzindo a methemoglobina (MetHb), a qual é incapaz de transportar oxigênio para as células do corpo. A redução do transporte de oxigênio torna-se uma manifestação clínica quando a concentração de MetHb alcança 10% ou mais da concentração de Hb; Esta condição, chamada de methemoglobinemia, causa cianose e, em altas concentrações, asfixia. O nível normal de MetHb em recém nascidos com menos de 3 meses é menor que 3 %.

A Hb dos lactantes é mais suscetível a formação de MetHb que a Hb de crianças mais velhas e adultos, devido, provavelmente, a grande proporção de Hb fetal, facilmente oxidada a

MetHb, ainda presente no sangue dos recém-nascidos. Além disso, nos lactantes ocorre uma deficiência de enzima MetHb\_Redutase, a qual é responsável pela redução da MetHb a Hb. A redução de nitratos a nitritos é também potencializada devido à baixa acidez gástrica dos lactantes. O nível de nitratos no leite materno é relativamente baixo, entretanto, quando os bebês são alimentados por mamadeiras, o risco de methemoglobinemia é elevado devido a maior exposição ao nitrato/nitrito oriundo da água utilizado na preparação dos alimentos e o elevado consumo de água em relação ao peso corpóreo do lactante. Além de tudo isso, as infecções gastrintestinais parecem potencializar a conversão de nitratos a nitritos (WHO, 2004).

Outros grupos especialmente suscetíveis a MetHb incluem mulheres grávidas (WHO, 2003), adultos com predisposição hereditária, pessoas de idade devido a redução da secreção gástrica, pessoas com úlcera péptica ou gastrite crônica, pacientes que realizam diálises entre outros (WHO, 2005).

Por sua vez, os nitratos também afetam o meio ambiente por meio da eutrofização de estuários e ecossistemas costeiros (Howarth et al, 1996). O movimento dos compostos nitrogenados solúveis do solo em direção ao sistema aquático afeta o equilíbrio dos mesmos e conduz a uma redução do nível de oxigênio das águas com a consequente morte de peixes e outras espécies aquáticas e a perda da biodiversidade.

Outro importante parâmetro de qualidade de águas destinadas ao consumo humano é a presença de bactérias coliformes. Estas, apesar de geralmente não serem patogênicas por si só, são indicadoras de presença de microrganismos potencialmente patogênicos e, portanto, são um indicador de deficiências sanitárias. A ingestão de águas contaminadas por coliformes aumenta o risco humano de contrair doenças (USEPA, 1986).

Dentro dos coliformes totais (CT), pode se distinguir dois tipos, por um lado estão os coliformes fecais (CF), atualmente denominados coliformes termotolerantes, por distinguirem-se dos demais devido à tolerância a temperaturas de 44 °C. Estes últimos são oriundos do trato intestinal de animais de sangue quente e são os maiores indicadores de risco de doenças humanas. Há ainda um outro grupo de coliformes que residem naturalmente no solo e nas águas. Assim como no caso do  $\text{NO}_3^-$ , o movimento das águas subterrâneas transporta estas bactérias desde o solo até as águas subterrâneas. A presença de CF nas águas geralmente indica contaminação recente das mesmas por efluentes domésticos ou esterco animal (Hunter et al, 2000), e, além disso, pode indicar deficiências na construção dos poços. A sobrevivência dos coliformes é mais provável em águas profundas de lento movimento e altamente poluídas.

A qualidade microbiana das águas varia frequentemente muito rapidamente e sobre uma extensa gama de microrganismos. Picos na concentração de microrganismos patogênicos podem

aumentar consideravelmente o risco de doenças e pode ativar uma epidemia de doenças causadas por microrganismos presentes nas águas. Além disso, devido à demora na constatação da contaminação microbiana, muitas pessoas podem ficar expostas a contaminações até que alguma medida sanitária possa ser tomada.

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área selecionada para o desenvolvimento do trabalho, o conjunto habitacional 22 de Abril, localiza-se nas proximidades da nova Rodovia Dom Pedro KM 10.5, município de Jacareí, São Paulo, S.P, bem próximo às margens do rio Parateí.

O município dista 78 Km da Capital do Estado com acesso por meio da Rod. Pres. Dutra e Rod. Dom Pedro I.

O município possui aprox. 191.291 habitantes, dos quais aprox. 910 habitantes pertencem ao conjunto habitacional 22 de abril.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o Estado de São Paulo está localizado na Região Hidrográfica Costeira do Sudeste e, por sua vez, é sub-dividido, pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (URGHIs), na qual o município de Jacareí pertence à URGHI nº 2.

A população do conjunto 22 de Abril é abastecida por águas oriundas de um poço freático construído e administrado pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Jacareí (figuras 2, 3, 4 e 5). A água subterrânea extraída do poço é então bombeada para um reservatório localizado na parte mais alta do conjunto (figuras 6 e 7), tratada e de lá distribuída para a população.

É importante ressaltar que devido às condições de extrema baixa renda da população local, muitas famílias não conseguem ser abastecidas pela água fornecida e tratada pelo SAAE, e então, para suprirem suas necessidades hídricas utilizam-se de poços rasos, muitas vezes localizados dentro de seus próprios terrenos, ou ainda, localizado em algum terreno da vizinhança.

Poços rasos são mananciais geralmente utilizados como fonte de abastecimento de água no meio rural, os quais, como em outros países em desenvolvimento (Smith et al., 1994), apresentam no Brasil sérios problemas de infra-estrutura sanitária.

Tanto a localização como a construção inadequada de poços individuais, levam a uma falta de proteção contra a contaminação fecal e ao aparecimento de coliformes (indicadores de contaminação fecal) e aumento dos teores de nitratos na água desses poços (Smith et al., 1994). Além disso, os poços escavados (rasos) apresentam um elevado risco de transmissão de doenças

infecciosas (Philippi, 1992), pois geralmente possuem grandes diâmetros, pequenas profundidades, são mal protegidos e são frequentemente contaminados por enxurradas superficiais que chegam até o poço (Smith et al., 1994). Tendo em vista a relevância das considerações expostas, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as condições de saneamento do conjunto 22 de Abril, município de Jacareí, São Paulo, Brasil e os impactos na qualidade da água subterrânea da região.

## COLETA DE DADOS

A coleta das informações foi feita por meio de visitas consecutivas ao local de estudo, entrevistas com a população que reside no conjunto 22 de Abril e análise de amostras de água subterrânea coletadas em diferentes pontos.

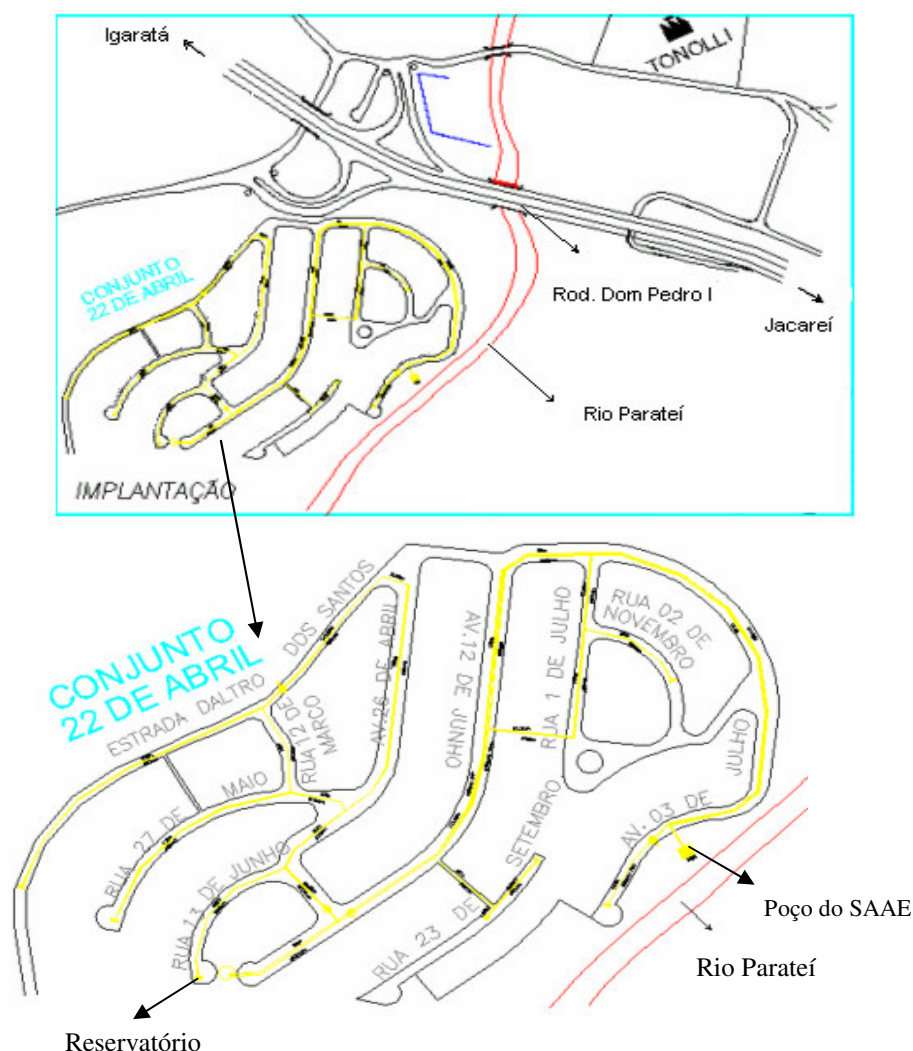


Figura 1. Localização da área de estudo.



Figura 2 Poço do SAAE localizado no Conj. 22 de Abril



Figura 3. Poço do SAAE no Conj. 22 Abril (vista 1).



Figura 4. Poço do SAAE no Conjunto 22 Abril (vista 2).



Figura 5. Localização do poço do SAAE em relação às construções do Conj. 22 Abril.



Foram efetuadas análises mensais dos parâmetros: nitratos, nitritos, coliformes fecais e coliformes totais.

Os procedimentos de coleta e preservação das amostras e metodologias analíticas adotados seguiram os critérios descritos no Standards Methods For The Examination Of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Ed.

Os pontos de coleta de amostra foram os seguintes:

Ponto 1: Poço do SAAE, localizado na rua 03 de julho, s/n, parte mais baixa do terreno do município (Vide figura 4).

O poço foi perfurado em junho de 2000 e abastece cerca de 910 habitantes. Possui profundidade de 74m onde a água esta presente a 5,25m em nível estático e 22m em nível dinâmico. A Vazão do poço é de cerca de 15,8 m<sup>3</sup>/h e possui uma bomba BHS 511-15 (Q= 20 / 10m<sup>3</sup>/h; Hm= 206 / 127 mca; 15 Cv; marca Eбора) instalada a 55m de profundidade.

Ponto 2: Poço privado, perfurado em residência particular, localizado na rua 03 de julho, cerca de 20 m do poço do SAAE.

Segundo informações dos moradores da residência o poço possui cerca de 9m de profundidade (figura 8).

Ponto 3 e 4: Ponto de amostragem de água tratada. Os pontos de amostragem, localizados em residências na rua 12 de junho, são alimentados pela água extraída do poço do SAAE, bombeada para o reservatório (figura 6) e em seguida tratada pelo SAAE.



Figura 6. Reservatório do SAAE localizado no Conjunto 22 Abril.



Figura 7. Localização do reservatório em relação às construções do Conj. 22 Abril.



Figura 8. Poço privado localizado a cerca de 20 m do poço do SAAE.

## RESULTADOS OBTIDOS

A disposição dos esgotos domésticos do local, desprovido de sistema de esgoto sanitário, é feita por meio da utilização de fossas rudimentares, ou em alguns casos, da utilização de encanamento que despeja os dejetos em córregos próximos às residências e ao poço de abastecimento coletivo (figuras 9, 10 e 11).

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados médio das análises das amostras coletadas nos pontos 1, 2, 3 e 4.



Figura 9. Disposição do esgoto doméstico no conjunto 22 Abril (1).



Figura 10. Disposição do esgoto doméstico no conjunto 22 Abril (2).

Tabela. 1. Resultado das análises do ponto 1.

<b>Poço do SAAE - Aprox. 74 m de profundidade (ponto 1)</b>		
Parâmetro Analisado	Limite Máx. Portaria 518	Resultado
Nitrato ( Como N)	10 mg/L	< 1,0
Nitrito ( Como N)	1,00 mg/L	<0,10
Colifoemes Totais	Ausência em 100 mL	Ausente
Coliformes Termoloretantes	Ausência em 100mL	Ausente

Tabela. 2. Resultado das análises do ponto 2.

<b>Poço do Privado - Aprox. 9 m de profundidade (ponto 2)</b>		
Parâmetro Analisado	Limite Máx. Portaria 518	Resultado
Nitrato ( Como N)	10 mg/L	7,52
Nitrito ( Como N)	1,00 mg/L	<0,10
Colifoemes Totais	Ausência em 100 mL	Presença
Coliformes Termoloretantes	Ausência em 100mL	Presença

Tabela. 3. Resultado das análises dos ponto 3 e 4.

<b>Amostra de água do poço do SAAE após bombeamento e tratamento (pontos 3 e 4)</b>		
Parâmetro Analisado	Limite Máx. Portaria 518	Resultado
Nitrato ( Como N)	10 mg/L	1,45
Nitrito ( Como N)	1,00 mg/L	<0,10
Colifoemes Totais	Ausência em 100 mL	Ausente
Coliformes Termoloretantes	Ausência em 100mL	Ausente

## CONCLUSÕES

Com relação a localização e construção dos poços estudados, pode-se observar que a distância entre as fontes contaminantes e os poços, idealmente “distância que garante que nenhuma contaminação chegará ao poço”, não é respeitada nem no caso do poço perfurado e nem em alguns casos de poços privados

Além disso o poço de abastecimento do SAAE e alguns poços privados, como é o caso do poço analisado, estão localizados na parte mais baixa do terreno onde o conjunto habitacional se localiza, mais especificamente próximo às margens do rio Parateí (vide figura 4). Esta distância deveria ser a distância máxima permitida pela economia, direitos de propriedades, geologia e a topografia do local, que geralmente costuma-se sugerir um mínimo de 10 metros, como pauta, com o poço situado em superfície elevada acima das fontes de contaminação circundantes e protegido das inundações.

Os poços privados deveriam ser impermeabilizados para evitar a contaminação procedente da superfície, utilizando tampas e isolamento, com uma extensão do revestimento do poço de, pelo menos, 15 cm do solo e, no interior, capa impermeável, imediatamente acima da capa aquífera, ventilação adequada e conexões impermeáveis para a bomba, nos casos em que a água é extraída por meio desta (OMS, 1977).

Além disso, a Legislação Estadual Paulista, por meio do comunicado CVS-37, de 27 de junho de 1991, informativo técnico do programa Pró-água, divulgou normas de desinfecção de poços freáticos e alguns aspectos construtivos de proteção sanitária, algumas ainda mais rígidas que as exigências da OMS, ressaltando algumas premissas que também não são observadas no poço perfurado e nem em alguns poços escavados no conjunto 22 de Abril.

Entre elas:

- Localização do poço, em local acima de qualquer fonte de contaminação, distância de 30 m entre o poço e pontos de contaminação, podendo ser diminuída até 15 m em função do conhecimento hidrogeológico da área;
- Para impedir as águas superficiais e de enxurrada de entrarem no poço, deve-se construir caixas de poço (tampa e cobertura), acima do nível do solo e montículo impermeabilizado em torno da caixa, com caimento para fora, bem como valetas divisoras construídas em torno do poço;
- Paredes internas impermeabilizadas até 3,00 m da superfície do solo, a fim de impedir infiltração

da água contaminada da superfície através das paredes laterais;

- Para impedir a entrada de objetos contaminados ou outros acidentes, o poço deve ser provido de cobertura com caimento para fora.

Com relação aos resultados das análises, pode-se perceber que apesar da localização inadequada do poço de abastecimento coletivo e das precárias condições de esgotamento sanitário, a água bruta analisada não apresentou contaminação por nenhum dos parâmetros analisados. Este fato se deve muito provavelmente à profundidade do poço (74 m) de onde a água é coletada e de seu revestimento interno.

Já as análises das amostras do poço privado, apesar de localizado bem próximo ao poço do SAAE, apresentaram valores bem diferentes. Os resultados obtidos demonstram que na profundidade do poço em questão, a água subterrânea já começa a apresentar certa contaminação por nitratos. Apesar de, segundo a portaria 518, a concentração de nitratos e nitritos ainda serem aceitáveis para consumo humano, o mesmo não ocorre com os coliformes totais e termotolerantes, uma vez que ambos estavam presentes nas amostras analisadas. Este fato, por si só, já tornaria esta água inapropriada para o consumo “in natura”.

Vale ressaltar que o solo da região, argiloso até cerca de 9 m de profundidade, dificulta o fluxo de contaminantes, favorecendo a qualidade da água subterrânea no local, sendo assim, não se pode afirmar que em regiões próximas, onde as condições litológicas não sejam tão favoráveis, o nível de contaminação ainda esteja de acordo com a regulamentação, uma vez que a concentração de nitratos já se apresenta bastante pronunciada nesta região.

Com relação aos resultados das análises da água bombeada para o reservatório e em seguida tratada pelo SAAE, pode-se constatar que o tratamento efetuado (cloração) está sendo eficiente, uma vez que coliformes totais e termotolerantes não estavam presentes nas amostras analisadas. Pode-se perceber, que para estas mesmas amostras, a concentração de nitratos difere da concentração de nitratos da água bruta que, originalmente, apresentou-se isenta de nitratos e nitritos. A formação de nitritos é uma consequência das atividades microbiológicas que ocorrem durante o processo de bombeamento e armazenagem da água. O nitrito é muito instável e oxida-se facilmente a nitrato, aumentando a concentração deste último nas águas utilizadas para consumo.

A partir dessas constatações pode-se concluir que os poços construídos e utilizados no conjunto 22 de Abril apresentam sérios problemas de infra-estrutura e que quase a totalidade destes encontram-se em desacordo com as normas estabelecidas para a construção e manutenção de poços utilizados para abastecimento de água, uma vez que o local não apresenta um sistema de

esgotamento sanitário apropriado e as fontes contaminantes estão presentes em diversos locais ao longo da área do conjunto habitacional.

A não conformidade com as normas citadas neste artigo coloca em risco todo o meio ambiente e seus efeitos podem impactar não apenas a região em questão, como também outras regiões mais distantes.

Além disso, a falta de esgotamento sanitário sugere que a qualidade da água do poço perfurado e de poços escavados deverá ser objeto de estudo detalhado de próximos trabalhos, uma vez que toda a população deste conjunto habitacional depende destes para suprir suas necessidades com relação ao fornecimento de água, e sendo assim está exposta a todos os riscos citados na primeira parte deste artigo.

É importante lembrar, que em estudos anteriores, os autores Johnson e Kross (1990), constataram que 39% dos poços escavados apresentam riscos devido ao alto conteúdo de nitratos, comparados com 22% dos poços perfurados e 16% dos cravados, concluindo que os poços com mais de 30 metros de profundidade têm maior chance de estarem livres deste perigo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] CAVALCANTI, H.B. (coord). **Relatórios de conferencia das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

[2] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Síntese dos Indicadores Sociais 2004**. Disponível em : [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 30 outubro 2005.

[3] NOVAES, W. (coord); RIBAS, O.; NOVAES, P.C. **Agenda 21 brasileira: bases para discussão**. Brasília: MMA/PNUD, 196p, 2000.

[4] FOSTER, S.; HIRATA, R. **Groundwater pollution risk evaluation: a survey manual using available data**. Pan American Sanitary Engineering and Environmental Science Center (CEPIS/PAHO/WHO), 2. ed., 91 p., LIMA, 1988.

[5] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. CDROM.

[6] ANDRADE, D.S.; MIYAZAWA M.; HAMAKAWA P.J. **Microorganismos amonificadores e nitrificadores**. In: HUNGRIA M.; ARAUJO R.S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA, cap. 17, p.356-376. 1994.

[7] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking – water quality**. 3rd Edition. Recommendations. V. 1. Geneva, 2004. Disponível em: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/index.html). Acesso em 27/11/2005.

[8] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Nitrate and nitrite in drinking-water**. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. (WHO/SDE/WSH/03.04/56). Geneva, 2003. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/Nitratenitrite.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/Nitratenitrite.pdf). Acesso em: 27/11/2005

[9] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Methaemoglobinemia**. Artigo publicado no site da internet. WHO > WHO sites > Water Sanitation and Health (WSH) > Water-related diseases> Methaemoglobinemia. Disponível em: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/methaemoglob/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/methaemoglob/en/). Acesso em 27/11/2005.

[10] HOWART, R. W.; G. BILLEN; D. SWANEY; A. TOWNSEND; N. JAWORSKI; K. LAJTHA; J. A. DOWNING; R. ELMGREN; N. CARACO; T. JORDAN; F. BERENDSE; J. FRENEY; V. KUDEYAROV; P. MURDOCH; ZHAO-LIANG. **Regional nitrogen budgets and riverine N and P fluxes for the drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and human influences**. Biogeochem. 35:75-139, 1996.

[11] STANDARD METHODS FOR THE WATER AND WASTEWATER, 20<sup>th</sup> ED. Washington: American Public Health Association, p. 1268, 1998.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Ambient water quality criteria for bacteria**. EPA/440/5-84-002. Office of water regulation and standards. Washington, D. C. USA, 1986.

[12] HUNTER, C.; PERKINS, J.; TRANTERS, J.; HARDWICK, P. **Fecal bacteria in waters of and upland area in Derbyshire, England. The influence of agricultural land use**. J. Environ. Qual. 29: 1253-1261. 2000.

[13] SMITH, P. G.; SABONE, T.G. **Drinking water quality in the Gantsi District of Botswana.** Int. J. Environ. Health Res., London, vA, p.141-147, 1994.

[14] PHILIPPI Jr., A., org. **Saneamento do meio.** São Paulo: Fundacentro, USP, p. 235, 1992.

[15] STANDARD METHODS FOR THE WATER AND WASTEWATER, 20<sup>th</sup> ED. Washington: American Public Health Association, p. 1268, 1998.

[16] MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Norma de qualidade da água para consumo humano.** PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004. Disponível em: [http://portalsaude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portalsaude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf) Acesso em: 03/05/2006.

[17] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Vigilância de la calidad del agua potable.** Ginebra, 1977. p.48-107.

[18] SÃO PAULO (estado). **Comunicado do Centro de Vigilância Sanitária, CVS-37, de 27.6.91.** Diário Oficial do Estado. São Paulo, Seção 1, p. 20, 1991.

[19] JOHNSON, C.J., KROSS, B.C. **Continuing importance of nitrate contamination of groundwater and wells in rural areas.** Am. J. Ind. Med., New York, v.18, p. 449-456, 1990.