

ÁGUA SUBTERRÂNEA: ESTUDO DE CASO EM JI-PARANÁ, RO.

Alyne Foschiani Helbel¹; Marcos Leandro Alves Nunes²; Margarida Marchetto³

RESUMO

O município de Ji-Paraná, Rondônia, possui rede de distribuição de água que abastece cerca de 60% da cidade. Contudo, considerável parte da população insiste em utilizar água de poços para consumo doméstico. Tal hábito pode expor a população a uma série de doenças de veiculação hídrica, já que não há, neste município rondoniense, o monitoramento constante da qualidade da água subterrânea. Outro fato preocupante corresponde à existência de um grande número de fossas negras, que distam em média 12 metros dos poços; sem contar inúmeras áreas de criação de animais, domésticos ou não. Para a realização deste trabalho baseou-se na literatura e estudos prévios em relação à qualidade da água subterrânea consumida na cidade de Ji-Paraná/RO. Este estudo preliminar faz parte do projeto de monitoramento da água subterrânea na microrregião de Ji-Paraná, financiado pelo CNPq; que será realizado em 2008 e 2009. Assim, tal pesquisa, objetiva através de dados de contaminação do lençol freático por nitrato e coliformes totais; aludir sobre o risco em consumir água de poços escavados ou tubulares sem um tratamento adequado.

Palavras-chave: Água Subterrânea, Coliformes, Nitrato.

ABSTRACT

The city of Ji-Parana, Rondonia, has distribution system that supplies water to about 60% of the city. However, considerable part of the population insists on using water from wells for domestic consumption. This habit may expose the population to a number of diseases of running water, as there is not in this municipality rondoniense, the monitoring of water quality underground. Another worrying fact is the existence of a large number of black pits, which distam on average 12 meters from wells, not counting numerous areas of criation of animal, pets or not. For do this research was based on literature and studies regarding the quality of groundwater consumed in the city of Ji-Paraná/RO. This

¹ Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduanda do curso de Engenharia Ambiental.
Rua Goiânia N° 895, Nova Brasília 78964-040, Ji-Paraná-RO, (069) 3421-7867, foschiani_jp@hotmail.com .

² Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduando do curso de Engenharia Ambiental.
Av. Guanabara N° 795, São Francisco 78964-070, Ji-Paraná-RO, (069) 3422-2291,marcosbatarelli@hotmail.com .

³ Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Professora do Departamento de Engenharia Ambiental.
Rua B, BNH 78960-000, Ji-Paraná-RO, (069) 3421-3595, marchetto.ro@gmail.com

preliminary study is part of the project monitoring of groundwater in the micro region of Ji-Parana, financed by CNPq, which will be held in 2008 and 2009. So, this study, objective data through contamination of groundwater by nitrate and total coliform; mention on the risk to consume water from wells dug tubular or without adequate treatment.

Keywords: Groundwater, Coliformes, Nitrate.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido. A água subterrânea, por exemplo, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular.

O município de Ji-Paraná possui rede de distribuição de água que abastece cerca de 60% da cidade. Contudo, 40% da população utiliza água de poços para consumo doméstico, ao levar-se somente em consideração algumas características que evidenciam o grau de potabilidade, como, por exemplo, turbidez, cor e gosto. Entretanto, não é observada a possibilidade de o lençol freático estar contaminado, seja por ações antrópicas ou naturais. Não há um monitoramento da qualidade das águas de poços em Ji-Paraná e existem poucos trabalhos que abordam este tema. Em sua dissertação de mestrado, Da Silva (2001, p. 60) apresentou dados alarmantes sobre a qualidade da água de poços do bairro Nova Brasília, bairro este que apresenta a melhor infra-estrutura do 2º distrito da cidade. Segundo esse autor (op. cit.) todos os poços estudados apresentavam altas taxas de nitrato e nitrito. De acordo com Vanier et al a presença de nitrato e nitrito evidencia a contaminação do lençol freático por fossas sépticas e negras. A CETESB esclarece via internet, as conseqüências do nitrato à saúde da seguinte forma:

Os nitratos são tóxicos, causando uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato se reduz a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg/l o valor máximo permitido pela Portaria 1469.

Segundo dados do IBGE (2000), mais da metade dos municípios brasileiros, 57,6%, não possuem rede de esgoto. Em Ji-Paraná, não há coleta de águas residuárias provenientes dos domicílios e a conseqüência disto é a disposição inadequada desses resíduos. Observa-se também, no município,

um alto índice de doenças de veiculação hídrica, como: gastroenterite, giardíase, amebíase, entre outras. Não há dados confiáveis que estime a porcentagem da população afetada por tais patologias. Estimativas da Organização Mundial de Saúde - OMS, indica que cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água. Fontes da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) afirmam que a melhoria na distribuição de água e a destinação adequada dos resíduos sólidos ajudam a prevenir 80% dos casos de febre tifóide e paratifóide e diminuem em até 70% os casos de tracoma e esquistossomose.

Atualmente, a quantidade de poços perfurados sem licenciamento é considerável. Segundo dados da FUNASA, somente a cidade de Ji-Paraná dispõe de aproximadamente 15 mil poços e coibir tal prática é uma tarefa difícil. Talvez, a resistência da população em aceitar a água tratada esteja na falta de argumentos que lhe convença do perigo a sua saúde em utilizar água de poço. Por isto, este trabalho teve por finalidade avaliar estudos realizados previamente sobre a qualidade das águas de poços e alertar a população sobre o risco de consumir esta água sem tratamento prévio. Vale ressaltar que existe um novo projeto para monitorar o lençol freático da microrregião de Ji-Paraná, financiado pelo CNPq que ocorrerá no decorrer de 2008 e 2009 pela mesma equipe deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 *Objetivo Geral*

O objetivo geral deste trabalho foi verificar na literatura específica trabalhos sobre águas subterrâneas realizados na região de Ji-Paraná.

2.2 *Objetivo Específico*

- Avaliar o nível de contaminação do lençol freático de Ji-Paraná baseado em estudos realizados anteriormente por outros autores na região;
- Registrar e sistematizar características e propriedades físico-químicas, bem como bacteriológicas da água subterrânea nos pontos amostrais de modo a montar séries históricas do aquífero livre na cidade de Ji-Paraná;
- Promover a veiculação dos resultados obtidos com a pesquisa de modo a divulgar o trabalho nas áreas circunvizinhas em estudo e desenvolver um projeto de extensão de cunho educacional (conscientização ambiental da população).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas com dados secundários, retirados de fontes como a Internet, livros, artigos e de órgãos públicos como a FUNASA e o IBAMA, que viessem mostrar um histórico da qualidade da água subterrânea acerca da contaminação do lençol freático na cidade de Ji-Paraná-RO em épocas anteriores.

3.1 ÁREA EM ESTUDO

O levantamento bibliográfico mostrou que na microrregião de Ji-Paraná, foi realizado estudo e monitoramento da água subterrânea apenas no Bairro Nova Brasília. Este situa-se no município de Ji-Paraná, e está localizado na porção centro-leste do Estado de Rondônia, na região Norte do Brasil, na Amazônia Ocidental. O município encontra-se entre os paralelos 8°22' e 11° 11' de latitude sul e entre os meridianos 61°30' e 62°22' de longitude oeste. O bairro localiza-se à margem direita do Rio Ji-Paraná (2° distrito) e apresenta características litológicas tais como solo arenoso na superfície e argiloso na subsuperfícies, ocorrendo concreções de cascalho. É muito sensível à erosão, principalmente quando desprovido de cobertura vegetal. Somente este bairro foi contemplado com o respectivo estudo (dissertação de Arivelton, 2001), sendo que o critério para tal escolha consistiu em mostrar que era o maior bairro da cidade e um dos que apresentava a melhor infra-estrutura e maior densidade demográfica, além de enfrentar problemas sérios na qualidade da água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inexistência de um sistema de saneamento traduz-se na disposição inadequada de efluentes líquidos provenientes dos domicílios do bairro Nova Brasília. É comum encontrar nos domicílios no mínimo uma fossa que é escavada até o nível do lençol freático, prática esta que o contamina. Conforme FOSTER & HIRATA, mesmo fossas construídas conforme normas, não conseguem evitar a contaminação da água subsuperficial. A consequência da construção das fossas é vista pela contaminação do aquífero do bairro em vários pontos.

Nas Figuras 1 e 2, foram plotados os resultados da concentração média de nitrato em poços escavados e tubulares totalizando 28 poços. Nestes, nota-se que somente quatro apresentaram concentrações de 0,00 mg/L de nitrato (2 poços escavados e 2 tubulares), enquanto que os demais apresentaram concentrações variando de 10,0 a 205,62 mg/L de nitrato. O Ministério da Saúde e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelecem em 10 mg/L o valor máximo permissível de nitrato em águas potáveis. As altas concentrações de nitrato nestes poços são resultantes provável contaminação do aquífero por fossas negras e/ ou pela criação de animais de pequeno e médio porte.

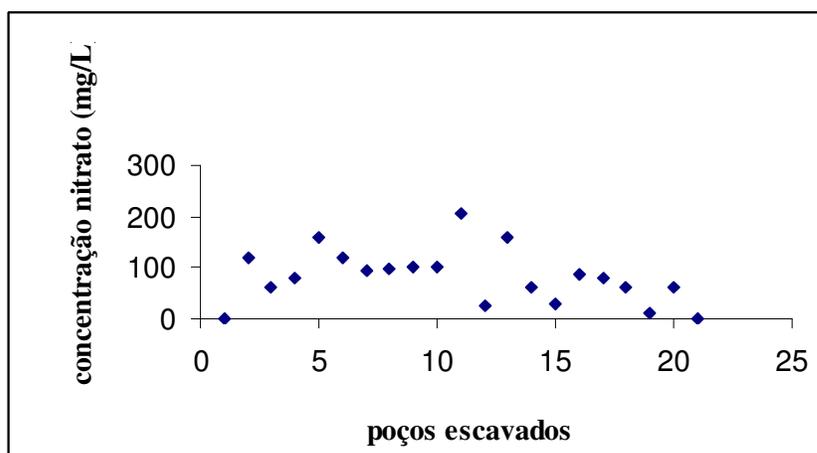


Figura 1. Concentração média de nitrato nas águas subterrâneas.
Fonte: Da Silva, 2001.

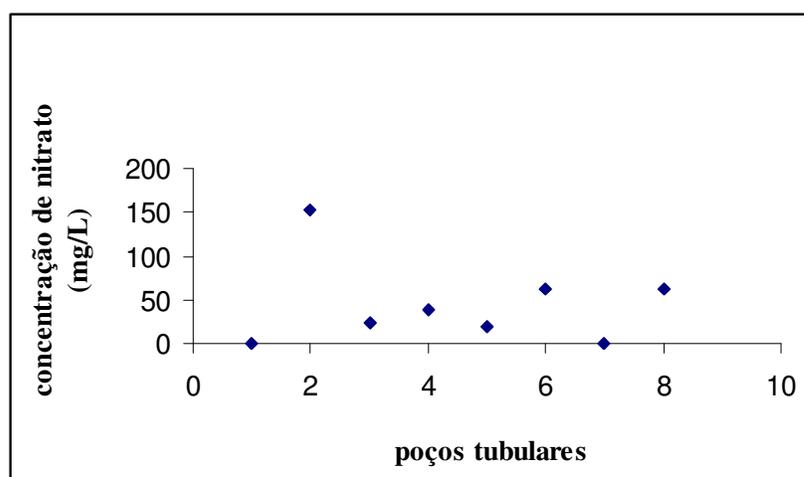


Figura 2. Concentração média de nitrato nas águas subterrâneas.
Fonte: Da Silva, 2001.

Pesquisadores como WALKER et al. 1973 e FERREIRA 1999 apontaram que o nitrato presente nas águas subterrâneas era proveniente principalmente das fossas ativas, o que evidencia a contaminação das águas subterrâneas por fluidos oriundos das atividades domésticas. Autores como Alaburda & Nishihara (1998) defendem que teores superiores a 3mg N-NO₃⁻/l em alíquotas de água são indicativos de contaminação por atividades antropogênicas. Ao analisar os gráficos (figura 1 e 2), nota-se que quase 86% das amostras apresentam concentrações superiores a 3mg N-NO₃⁻/l indicando que a origem da contaminação são as ações humanas.

Valores excedentes a 10 mg/L de NO₃⁻ oferecem um grande risco à saúde humana. Este íon, segundo Freitas et al (2001, p. 01):

[...] geralmente ocorre em baixos teores nas águas superficiais, mas pode atingir altas concentrações em águas profundas. O seu consumo por meio das águas de abastecimento está

associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metahemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas.

Outro indicador de contaminação das fontes subterrâneas por fossas é a presença de coliforme do grupo coli-aerógenes que, pode estar associado às quantidades elevadas de nitrato. De acordo com BLACK (2002) coliformes são microorganismos que habitam o intestino de animais, dentre eles o homem, e estão presentes em suas excretas. Em contato com a água, as fezes humanas e até mesmo de outros animais podem encontrar outro hospedeiro. A análise bacteriológica apresentada na tabelas 1 reforça a constatação de poluição do lençol freático por fossas sépticas e negras.

Tabela 1: Indicadores bacteriológicos e sanitários das águas subterrâneas do Bairro Nova Brasília em Ji-Paraná, RO. Períodos sazonais: março/ abril de 2000 de junho a outubro de 2000.

Poços Cód.	Prof. (m)	Amostras	Colif. Totais	Colif. Fecais	*CPB
NBE-01	18,35	Inverno	140	140	> 500
		Verão	1600	1600	> 500
NBE-02	22,5	Inverno	240	240	> 500
		Verão	NA	NA	NA
NBE-03	13,63	Inverno	920	920	> 500
		Verão	220	2	> 500
NBE-04	11,5	Inverno	< 2	< 2	> 500
		Verão	2	2	> 400
NBE05	16,8	Inverno	> 1600	300	> 500
		Verão	NA	NA	NA
NBE-06	9,4	Inverno	> 1600	300	> 500
		Verão	< 2	< 2	> 500
NBE-07	13,5	Inverno	> 1600	< 2	> 500
		Verão	NA	NA	NA

NBE-08	7	Inverno	11	11	170
		Verão	17	5	> 500
NBE-09	13,5	Inverno	2	2	200
		Verão	900	6	> 500
NBE-10	7	Inverno	> 1600	900	380
		Verão	1600	260	> 500
NBE-11	9	Inverno	1600	1600	290
		Verão	NA	NA	NA
NBE-12	9	Inverno	< 2	< 2	30
		Verão	> 1600	> 1600	> 500
NBE-13	5	Inverno	350	50	> 500
		Verão	< 2	ND	> 500
NBE-14	5	Inverno	4	2	280
		Verão	> 1600	> 1600	> 500
NBE-15	8	Inverno	4	4	> 500
		Verão	350	22	> 500
NBE-16	10,53	Inverno	2	2	> 500
		Verão	< 2	ND	> 500
NBE-17	4,8	Inverno	220	170	> 500
		Verão	> 1600	> 1600	> 500
NBE-18	4,8	Inverno	> 1600	> 1600	> 500
		Verão	> 1600	> 1600	> 500

NBE-19	4,5	Inverno	30	30	180
		Verão	80	80	> 500
NBE-20	9,5	Inverno	< 2	< 2	250
		Verão	1600	1600	> 500
NBE-21	4,3	Inverno	17	17	220
		Verão	33	33	> 500
NBE-01	3,5	Inverno	< 2	< 2	> 500
		Verão	NA	NA	NA
NBE-02	39	Inverno	NA	NA	NA
		Verão	900	900	> 500
NBE-03	30	Inverno	33	33	> 500
		Verão	< 2,2	< 2,2	> 500
NBE-04	36	Inverno	NA	NA	NA
		Verão	> 1600	> 1600	> 500
NBE-05	18	Inverno	> 1600	> 1600	> 500
		Verão	< 20	ND	10
NBE-06	73	Inverno	> 1600	> 1600	> 500
		Verão	NA	NA	NA
NBE-07	17	Inverno	> 1600	> 1600	> 500
		Verão	NA	NA	NA

Fonte: Da Silva, 2001.

*CPB – Contagem Padrão de Bactérias.

Tabela 2: Observações referentes aos poços apresentados na tabela 1.

Observações	
NBE-01	Poço sem revestimento interno, distante 18,3 m de fossa em uso a 6 m de fossa desativada, tampa de concreto e quintal ao redor totalmente cimentado.
NBE-02	Poço com revestimento interno parcial em manilhas, distante 20 m de fossas, tampa de concreto, sem proteção sanitária ao redor. Água do lavatório da cozinha e de roupas lançada a 1 m do poço. Péssimas condições de higiênicas. Desativado após a primeira coleta.
NBE-03	Poço sem revestimento interno, distante 21 m, tampa de concreto, sem proteção sanitária. Água resultante da lavagem de roupas e vasilhas, lançada a menos de 1 m do poço. Péssimas condições de higiênicas.
NBE-04	Poço revestimento internamente com manilhas, tampa de cimento, distante 11 m da fossa, proteção sanitária. Boas condições higiênicas.
NBE-05	Poço revestimento internamente com manilhas, tampa de madeira permitindo a entrada de insetos e impurezas, distante 19 m da fossa. Péssimas condições higiênicas.
NBE-06	Poço revestimento internamente com manilhas, tampa de cimento, distante da fossa 30 m, sem proteção sanitária. Boas condições higiênicas.
NBE-07	Revestimento internamente com manilhas, localizado dentro da área de serviço, boca elevada em relação ao piso com cobertura de concreto, distante 20 m da fossa. Desativado após a primeira coleta.
NBE-08	Revestimento internamente com manilhas, tampa de concreto, permitindo a entrada de águas da lavagens do piso da área onde está localizado. Distante 15 m da fossa.
NBE-09	Revestimento internamente com manilhas, tampa permitindo a entrada a entrada de insetos, sem a proteção sanitária. Distante 15 m da fossa. Condições higiênicas ruins.

-
- NBE- 10 Revestimento internamente com manilhas, tampa de concreto, permitindo a entrada de águas de lavagens do piso da área onde está localizado. Distante 8 m da fossa escavada recentemente pelo vizinho.
- NBE- 11 Revestimento internamente com manilhas, com proteção sanitária. Desativado após 1ª amostra. Distante da fossa 25 m. Boas condições higiênicas.
- NBE- 12 Revestimento internamente com manilhas, com proteção sanitária. Área destinada a abrigo de cães a menos de 1 m de distância do poço. Distante da fossa 15 m.
- NBE- 13 Revestimento internamente com manilhas, tampa de concreto permitindo entrada de águas de lavagem da área onde está localizado. Distante 10 m da fossa.
- NBE- 14 Revestimento internamente com manilhas, com proteção sanitária. Distante da fossa 35 m. Boas condições higiênicas.
- NBE- 15 Revestimento internamente até 0,50 m acima do nível d'água, tampa de madeira permitindo a entrada de insetos. Distante da fossa 15 m. Condições higiênicas ruins.
- NBE- 16 Revestimento internamente com manilhas, tampa de concreto. Área de poço coberta, distante 20 m. da fossa. Boas condições higiênicas.
- NBE- 17 Revestimento internamente com manilhas localizado na área de serviço, tampa de madeira, permitindo a entrada de insetos. Distante 20 m da fossa. Criação de cães e aves a menos de 1 m de distância.
- NBE- 18 Revestimento internamente com manilhas, tampa de concreto, distante a 4 m da fossa. Não foi efetuada segunda coleta devido às péssimas condições sanitárias.
- NBE- 19 Tampa de concreto, revestimento com manilhas, distante a 16 m da fossa, o piso do quintal ao redor é totalmente cimentado ao redor em raio de 10 m. Boas condições higiênicas.
-

-
- NBE- Poço revestido com manilhas. Na primeira coleta verificou-se entrada de água do quintal.
20 Na segunda coleta, já haviam sanado o problema.
- NBE- Tampa de concreto, revestido com manilhas, distante 20 m da fossa, com proteção sanitária.
21 Boas condições higiênicas.
- NBE- Poço tubular, distante 19 m da fossa.
01
- NBE- Poço tubular, distante 3 m da fossa.
02
- NBE- Poço tubular, distante 30 m da fossa.
03
- NBE- Poço tubular, distante 5 m da fossa.
04
- NBE- Poço tubular, distante 10 m da fossa.
05
- NBE- Poço tubular, distante 20 m de rede de drenagem natural que recebe contribuição de esgotos.
06
- NBE- Poço tubular, local onde existiam fossas, não se sabe precisar onde.
07

Fonte: Da Silva, 2001.

O grupo coliforme é normalmente usado como indicador da ausência ou precariedade de um sistema de saneamento (VIEIRA; OLIVEIRA, 2001). Assim, este grupo é indicador de contaminação por fezes de animais de sangue quente, incluindo o homem. Os coliformes não provocam doenças, sua presença na água apenas indica que a ingestão do líquido poderá provocar patogenias por outros grupos de microrganismos, já que no tratogastrointestinal, junto dos coliformes, podem ser liberadas também várias classes de organismos patogênicos; assim como: solitárias, lombrigas e giárdias. De acordo com

CARDOSO et. al, 2001, a presença de coliformes fecais indica contaminação recente, já que eles não se multiplicam e nem persistem por um longo período.

Uma análise geral na tabela 1 observa-se números alarmantes de coliformes totais e fecais em água de poço escavado e tubular. Conforme Portaria N° 518, 2004, uma amostra de 100 ml de água deveria apresentar ausência de coliformes totais e fecais. Uma alternativa para evitar este tipo de contaminação seria o uso de fossas sépticas pré-fabricadas, uma vez que são mais eficazes no combate às doenças e contaminação da água, e impedem que os dejetos humanos sejam diretamente lançados no solo, o que ocasionaria na percolação do material orgânico até o lençol freático. Outra medida paliativa para o não comprometimento da qualidade da água subterrânea por fossas, seria a instalação de fossas biodigestoras desenvolvidas pela EMBRAPA que, além de evitar a contaminação do lençol freático, produz um adubo orgânico líquido sem micróbios que pode ser utilizado em hortas e pomares ou também pode ser descartado no solo.

A água subterrânea se mantém fora do alcance dos olhares mais críticos, e por esse motivo pode-se tornar contaminada gradualmente, sem ao menos despertar a mínima atenção, sendo muitas vezes tarde demais para reverter o dano causado pela poluição. Assim, a única abordagem racional seria evitar a contaminação dos lençóis freáticos e/ou aquíferos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora mais protegidas, as águas subterrâneas não estão a salvo da poluição e seu aproveitamento envolve um planejamento técnico criterioso, com base no conhecimento de cada ambiente onde se localizam e de suas condições de circulação. Atividades humanas como agricultura, indústria e urbanização podem degradar sua qualidade. Dependendo da sua natureza e localização espacial, os aquíferos podem ter maior ou menor grau de vulnerabilidade, mas quando ocorre, a poluição é de mais difícil e dispendiosa remediação, entre outras razões, devido ao fluxo lento (centímetros por dia) das águas subterrâneas. Dessa forma, a poluição da água subterrânea pode ficar oculta por muitos anos e atingir áreas muito grandes. Portanto, em lugares onde o lençol freático é muito próximo à superfície, deve-se evitar o uso de fossas sépticas, uma vez que o efluente não inteiramente tratado ou não tratado é lançado diretamente no lençol freático, contaminando-o.

O aquífero referido, localizado no Bairro Nova Brasília, baseados nos estudos de Da Silva, apresenta-se poluído em quase sua totalidade. Tal constatação expõe uma série de contaminantes encontrados nas amostras coletadas em poços do tipo amazonas e perfurados, como por exemplo, coliformes e nitrato, que indicam uma possível poluição por fossas, tornando as águas inadequadas para

consumo humano, haja vista que certos microorganismos presentes causam doenças relacionadas à veiculação hídrica, atingindo principalmente idosos, crianças e recém-nascidos e, o nitrato é responsável por uma grave doença (metahemoglobinemia) que pode levar até mesmo à morte do indivíduo.

As águas subterrâneas do Bairro Nova Brasília correspondem a aquíferos livres, o qual possui recarga direta, isto é, ocorre em toda a superfície acima do lençol freático. Essa característica confere ao aquífero extrema vulnerabilidade às ações antrópicas, tais como a mais freqüente na cidade: contaminação por fossas negras que aumentam a cada ano devido ao crescimento rápido e desordenado do bairro.

Assim, corrigir problemas resultantes do uso inadequado de fossas pode demandar tempo e soluções tecnológicas caras. Salienta-se que os meios mais econômicos e eficazes para assegurar o suprimento de água subterrânea limpa são a proteção e o cuidadoso gerenciamento destes recursos hídricos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento concedido conforme convênio Nº: 474685/2007-1.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABURDA, J. & NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, 32:160-165, 1998.

BLACK, J.G. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

BRASIL, Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. n., p., 26 de março de 2004, Seção

CARDOSO, A. L. P.; TESSARI, E. N. C.; CASTRO, A. G. M.; KANASHIRO, A. M. I.; ZANATTA, G. F. Incidência de coliformes e *Salmonella* sp. em águas proveniente de abatedouro avícola. **Hig. Aliment.**, v 17, n 111, p. 73-78, ago. 2003.

CETESB, Variáveis de qualidade das águas. Disponível em:
<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em 19 de maio de 2008.

Da Silva, A. C. **Potabilidade das Águas Subterrâneas do Município de Ji-Paraná. Estudo de Caso: Bairro Nova Brasília.** Dissertação de Mestrado em Geociências. Universidade Estadual Paulista.

EMBRAPA, Fossa Biodigestora. Disponível em:
<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC921359>. Acesso em 10 de junho de 2008.

FERREIRA, L.M.R. A pratica de disposição de efluentes domiciliares in situ e os impactos nas águas subterrâneas. Estudo de caso: Município de Campinas. São Paulo, 136p. Dissertação de mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.1999

FOSTER, S; & HIRATA, R. Groundwater and pollution risk evaluation. A Survey Manual Using Available Data. Lima, CEPIS-PAHO/who. 89p.

FREITAS, M. B. et al. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio, Rio de Janeiro – RJ. Cad. Saúde Pública, vol. 17, nº 3, 2001. Disponível em:
http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000300019
Acesso em 30 de maio de 2008.

FUNASA, Projeto de Saneamento Ambiental em Regiões Metropolitanas, 2008 www.funasa.gov.br.

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

VANIER, C.; HIRATA, R. Nitrogen impacts from a septic system unconfined aquifer in São Paulo, Brazil. In: BOCANEGRA, E.M; HERNANDÉZ, M.A; USUNOFF,E. (eds) – **Groundwater and Human Development**, 1ª ed. London, AA Balkema Publishers, p. 87-99.

VIEIRA, R. H. S. F.; OLIVEIRA, R. A. Avaliação do grau de contaminação fecal da água e do camarão sossego (*Macrobrachium jelskii*), na Lagoa Parangaba, (Fortaleza, Ceará). **Hig. Aliment.**, v 15; n 85, p 61-64, jun 2001.

WALKER, W.G.; BOUMA, J.; KEENEY, D.R.; MGDORFF, F.R. Nitrogen transformation during subsurface disposal of septic tank effluents in sand, I. soil transformation. *Jornal of Environmental Quality*,1973, v. 2, p. 475-480.