



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **AValiação da Qualidade da Água Subterrânea na Cidade de Maringá, Paraná**

*Driano Rezende<sup>1</sup>; Leticia Nishi<sup>2</sup>; Marcelo Fernandes Vieira<sup>3</sup>; Rosângela Bergamasco<sup>4</sup> & Márcia Regina Fagundes Klen<sup>5</sup>*

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea na cidade de Maringá – PR, utilizada para fins potáveis e industriais. As amostras de água foram coletadas em 10 poços, 4 na área central, 3 na área industrial e 3 na área residencial. Estas amostras foram submetidas às análises físico-químicas de cor aparente, turbidez, pH, amônia, nitrito, fósforo total, nitrato, cádmio, chumbo, zinco e mercúrio. Os resultados de nitrato em algumas amostras não atenderam aos limites estabelecidos pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde. Sendo assim, a água subterrânea utilizada para fins potáveis podem representar risco à saúde. Há necessidade de um sistema de controle de uso e monitoramento de parâmetros da água subterrânea, com intuito em minimizar possíveis efeitos adversos à saúde.

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the groundwater quality in the city of Maringá - PR, used for drinking and industrial purposes. Water samples were collected from 10 wells, 4 in the central city, 3 in the industrial area and 3 in the residential area. These samples were subjected to physicochemical analysis of apparent color, turbidity, pH, ammonia, nitrite, total phosphorus, nitrate, cadmium, lead, zinc and mercury. The results of nitrate in some samples did not meet the limits set by Ordinance of the Ministry of Health in 2914/2011, the groundwater used for

1) Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Avenida Colombo, 5790, Bloco D90. CEP: 87020-900, Maringá, Paraná. Tel: (044) 30114782. E-mail: drirezend@gmail.com.

2) Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química. Avenida Colombo, 5790, Bloco D90. CEP: 87020-900, Maringá, Paraná. Tel: (044) 30114782. E-mail: leticianishi@hotmail.com.

3) Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química. Avenida Colombo, 5790, Bloco D90. CEP: 87020-900, Maringá, Paraná. Tel: (044) 30114782. E-mail: rosangela@deq.uem.br.

4) Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química. Avenida Colombo, 5790, Bloco D90. CEP: 87020-900, Maringá, Paraná. Tel: (044) 30114782. E-mail: marcelofviera@hotmail.com.

5) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas. Rua da Faculdade. CEP: 85903000, Toledo, Paraná. Tel: (45) 33797002 (ramal 7094). Fax: (45) 33797002. E-mail: fklen@bol.com.br

drinking purposes may represent a risk to health. In order to minimize possible adverse health effects, a control system and monitoring parameters of groundwater are necessary.

**Palavras chaves:** Água subterrânea; Qualidade; Nitrato; Metais.

## 1 – INTRODUÇÃO

Entre os contaminantes que podem constituir risco a saúde humana inclui-se compostos de nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato), cádmio, chumbo e zinco. No meio aquático a presença destes contaminantes estão relacionados com lançamento direto e indireto de resíduos sólidos e líquidos industriais, excrementos de animais, excrementos humanos (fossas negras), sistemas de tratamento de esgotos mal dimensionado e também fertilizantes agrícolas (NISHIHARA e ALABURDA, 1998; LIBÂNIO, 2010).

O nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia. O desenvolvimento desta doença depende da conversão de nitrato para nitrito durante a digestão em pH ácido, o que pode ocorrer na saliva e no trato intestinal. Crianças menores de três meses de idade são bastante susceptíveis ao desenvolvimento desta doença, devido às condições propícias de seu sistema gastrointestinal. Em adultos, estudos apontam que comunidades abastecidas por água com nitrato em concentração próxima ou acima de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$ , equivalente a  $44,4 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , estão associadas à maior prevalência de câncer estomacal (DE ROOS *et al.*, 2003; DI BERNARDO e SABOGAL PAZ, 2008; LIBÂNIO, 2010).

Metais pesados, além de serem tóxicos são cumulativos no organismo e podem provocar diversos tipos de doenças no ser humano com a ingestão de pequenas doses por períodos consideráveis, os metais cádmio, chumbo e zinco no organismo humano afetam principalmente o sistema nervoso (central e periférico), sistema gastrintestinal, cardiovascular, sistema renal e sistema hematopoiético. (NISHIHARA e ALABURDA, 1998; DI BERNARDO, 2008; LIBÂNIO, 2010).

Por esta razão, a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde no Brasil estabelece limites para o consumo humano. Concentrações destes parâmetros acima do estabelecido pela legislação citada anteriormente, em água subterrânea, são cada vez mais comuns em países desenvolvidos e em desenvolvimento, conseqüentemente maior é a preocupação com a qualidade desta água (HUAN, *et al.*, 2012; MAYORGA, *et al.*, 2013; TEDD, *et al.*, 2014). No Brasil, esta realidade não é diferente, pesquisas demonstram a contaminação de mananciais subterrâneos e superficiais com valores de nitrato e metais pesados acima do permitido para fins potáveis (DI BERNARDO e SABOGAL PAZ, 2008).

Conforme estudo realizado por Berezuk e Gasparetto (2002) e Berezuk *et al* (2004) entre o período de 2000 a 2001, na cidade de Maringá, Paraná, Brasil, valores acima do permitido pela portaria 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 20011), do parâmetro nitrato, chumbo e zinco foram encontrados. De acordo com o autor esses valores podem estar relacionados ao uso intensivo de pesticidas e fertilizantes na região, indústrias e também pela influência no lençol freático de áreas portadoras de fossas negras.

Rezende *et al.* (2010) estudaram a qualidade da água de diferentes fontes em propriedades rurais na região de Maringá – PR, concluíram que a água utilizada nesses locais pode vir a ser um fator de risco à população se não tratada adequadamente, de 15 amostras coletadas e analisadas, 9 apresentaram um ou mais parâmetro acima do limite estabelecido pela Portaria 2914 de 2011 (BRASIL, 2011). Von Sperling (1996) cita que o controle da contaminação de água por nitrato deve ser visto como grande importância nos locais onde amostras apresentam valores superiores a 3 mg/L.

Assim a presente pesquisa objetiva avaliar e comparar os parâmetros de amônia, nitrito, nitrato, pH, turbidez, chumbo, cádmio, zinco e mercúrio em 10 poços tubulares localizados na área urbana do município de Maringá – PR.

## **2 - Materiais e Métodos**

Neste estudo foi realizada uma pesquisa quantitativa exploratória, com o intuito de avaliar parâmetros físico-químicos na água proveniente de 10 fontes subterrâneas da região sul do Brasil, ao Norte do estado do Paraná, município de Maringá, com suas respectivas coordenadas geográficas 23°15'15" e 23°33'27" de latitude sul e 51°50'05" e 52°05'59" de longitude Oeste. Atualmente, a população estimada de Maringá é de 385 753 habitantes (IBGE, 2013).

Maringá, devido sua altitude e localização, possui clima subtropical úmido e mesotérmico, localizada em um divisor de água das bacias do rio Pirapó e Ivaí. O abastecimento de água na cidade provém principalmente de manancial superficial, rio Pirapó, que é complementada com água proveniente de manancial subterrâneo, gerenciado por empresa de saneamento estatal com participação privada (SOUZA e GASPARETO, 2010). Segundo Instituto das águas do Paraná até 2013, no município, foi perfurado 923 poços com outorga para uso potável, doméstico, industrial e agrícola.

Portanto, estão presentes três sistemas de aquíferos, o Serra Geral e a Oeste do município o sistema Caiuá, ambos aproximadamente entre 40 a 600 m de profundidade, e abaixo, encontra-se o

sistema de aquífero Guarani. A Figura 1 ilustra os dados citados anteriormente relacionados com distribuição espacial dos poços com outorga de uso no município

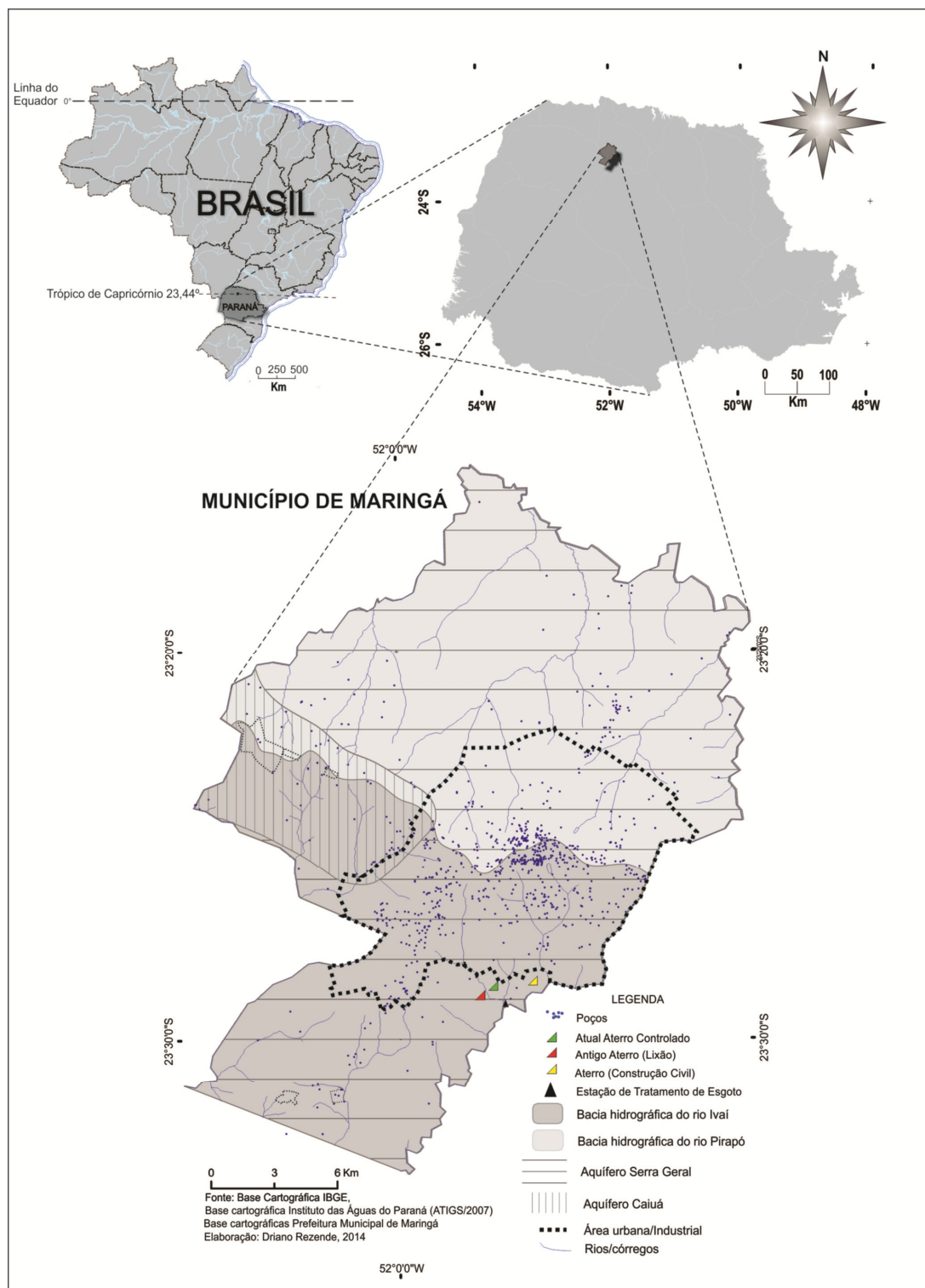


Figura 1 - Localização de Maringá e distribuição de poços outorgados no município.

O município possui uma área de 489,76 km<sup>2</sup>, com altitudes variando entre 500 e 600 m (acima do nível do mar) com padrão de drenagem superficial dendrítico. Caracteriza-se por pertencer à área de abrangência dos basaltos originados por derrames basálticos da Formação Serra Geral,

pertencente ao Grupo São Bento, capeados a Oeste pelos arenitos da Formação Caiuá, Grupo Bauru (SOUZA e GASPARETO, 2010).

As amostras de água foram coletadas no período de outubro a dezembro de 2010, em 10 poços tubulares presentes na área urbana de Maringá. A escolha destes poços foi realizada aleatoriamente na área residencial, central e industrial da cidade de Maringá-PR. Para realização das coletas foram necessárias autorizações de síndicos de edifícios, proprietários das residências e gerentes das indústrias, os quais concordaram em participar deste estudo. Nestes locais, a utilização da água é destinada ao consumo humano e uso doméstico.

Em cada local foram coletados 5 litros de água, antes da inserção de qualquer produto químico, em recipiente de polipropileno previamente limpo e desinfetado com álcool 70%, acondicionados em caixas térmicas (8°C a 12°C) e encaminhados ao Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental da Universidade Estadual de Maringá, onde foram caracterizadas por meio de análises físico-químicas.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: cor aparente, turbidez, pH, amônia, nitrito, fósforo total, nitrato, cádmio, chumbo, zinco e mercúrio, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros e metodologias utilizadas na pesquisa

| <b>Parâmetros</b>  | <b>Metodologia/Equipamentos</b>   | <b>Fonte</b>                               |
|--|---|--|
| Turbidez (NTU)   | Determinada em Turbidímetro portátil HACH – modelo 2100P  | Standard Methods (APHA, 2005)              |
| Cor aparente (mg PtCo L <sup>-1</sup> )                                    | Espectrofotômetro HACH DR 2010, método 8025, programa 120, comprimento de onda de 455 nm, por comparação visual com padrão de cobalto-platina | Metodologia descrita no manual do aparelho |
| pH   | pH-metro Digimed DM-2   | Metodologia descrita no manual do aparelho |
| Nutrientes: amônia, nitrito, nitrato e fósforo total (mg L <sup>-1</sup> ) | Espectrofotômetro HACH DR/2010, por meio de KIT's-HACH,   | Metodologia descrita no manual do aparelho |
| Cádmio, chumbo, zinco e mercúrio   | Espectrofotometria de absorção atômica  | Standard Methods (APHA, 2005)              |

Após análises, os resultados foram comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde 2914 de 2011.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água dos poços analisados é proveniente do aquífero Serra Geral com profundidades entre 101 a 250 metros, os dados descritivos dos poços analisados seguem presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos poços analisados na cidade de Maringá – PR.

| Poços | Perfuração       | Profundidade do Poço (metros) | Entrada de Água (m) | Vazão m <sup>3</sup> | Classes            |
|-------|------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| P1    | 15/04/2000       | 123                           | 90                  | 12,37                | Área central       |
| P2    | 01/03/1992       | 180                           | 120                 | 12                   | Área central       |
| P3    | 01/03/2000       | 123                           | 53                  | 8,6                  | Área residencial 1 |
| P4    | 29/08/1995       | 156                           | 70                  | 6,1                  | Área central       |
| P5    | 19/05/2000       | 123                           | 72                  | 8,51                 | Área residencial 1 |
| P6    | 05/05/2000       | 101                           | 99                  | 3,6                  | Área central       |
| P7    | Não identificado | 193                           | 168                 | 4                    | Área industrial 1  |
| P8    | 18/04/1987       | 210                           | 64                  | 18                   | Área industrial 1  |
| P9    | 11/01/2002       | 250                           | 117                 | 66                   | Área industrial 2  |
| P10   | 10/07/2000       | 110                           | 31                  | 11,31                | Área residencial 2 |
| P11   | em 2000          | 132                           | 80                  | 15                   | Área residencial 1 |

Fonte: Instituto das águas do Paraná, 2011.

Os resultados das análises físico-químicas demonstram uma preocupação com o íon nitrato, em que alguns poços resultados estão próximos ou acima da legislação brasileira para fins potáveis, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas dos poços em estudo

| Poços                     | pH             | Turbidez | NH3        | N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | PO4                  |
|---------------------------|----------------|----------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| P1                        | 7,3            | 0,4      | 0          | 13*                            | 0,004                          | 0                    |
| P2                        | 8,15           | 0,13     | 0,01       | 1                              | 0                              | 0                    |
| P3                        | 7,6            | 0,4      | 0,03       | 7                              | 0,002                          | 1,28                 |
| P4                        | 6,9            | 0,5      | 0          | 3,4                            | 0                              | 0,14                 |
| P5                        | 6,6            | 0,6      | 0,01       | 3,5                            | 0,001                          | 0,08                 |
| P6                        | 7,3            | 0,4      | 0          | 13*                            | 0,004                          | 0                    |
| P7                        | 6,7            | 0,4      | 0,02       | 3,3                            | 0,001                          | 0,18                 |
| P8                        | 8              | 0,4      | 0,01       | 1,5                            | 0                              | 0,24                 |
| P9                        | 8,5            | 0,25     | 0,01       | 1,7                            | 0                              | 0,4                  |
| P10                       | 6,7            | 0,2      | 0          | 2,9                            | 0,019                          | 0,2                  |
| P11                       | 7,25           | 0,5      | 0          | 1,2                            | 0,006                          | 0,06                 |
| <b>V.M.P.<sup>a</sup></b> | <b>6 a 9,5</b> | <b>5</b> | <b>1,5</b> | <b>10</b>                      | <b>1</b>                       | <b>Não objetável</b> |

<sup>a</sup>V.M.P. Valor máximo estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) número 2914/2011.

\*Acima do V.M.P.

Conforme Tabela 3, o parâmetro de pH encontra-se de acordo com padrão de potabilidade (entre 6 a 9,5). É observado que a profundidade influencia nos valores de pH. Amostras com menor

profundidade apresentou valores de pH próximos da neutralidade, e os poços com maior profundidade valores levemente alcalinos, como o poço 9 que apresentou pH 8,5. Bertolo *et al.* (2009), estudando relações hidrogeoquímicas de poços com diferentes profundidades, constatou que o pH eleva-se com a profundidade, os autores destacam que este comportamento evidencia existência de ambientes hidrogeoquímicos.

Os valores de pH encontrados no presente estudo estão coerentes com outros autores que realizaram estudos no aquífero Serra Geral, como Berezuk e Gasparetto (2002), Berezuk *et al.* (2004), Bittencourt *et al.* (2003) e Portela filho *et al.* (2005), estes relatam que o aumento do pH nesta região, devido a profundidade, está relacionada com a mistura da água com aquífero subjacente, neste caso, o aquífero Guarani que possui água com valores de pH levemente alcalinos, esta distribuição espacial do pH pode ser empregada como um indicativo do condicionamento estrutural destes, em que áreas alcalinas apresentam afinidade com águas provenientes do Aquífero Guaraní, e áreas com pH próximos da neutralidade afinidade com o aquífero Serra Geral.

Os valores de turbidez foram todos satisfatórios, valores bem abaixo dos exigidos pela legislação comparada foram encontrados. Este comportamento é devido o fato da água subterrânea estar, entretanto, protegida de assoreamentos, ventos e outras intervenções antrópicas ou mesmo naturais que aumentam os índices de sólidos em suspensão, o que reflete em sua turbidez. Conforme Otenio *et al.* (2007) as águas provenientes de poços tubulares por serem mais profundas e não estarem tão expostas aos ventos, chuvas, poeiras, entre outros fatores que refletem em menores unidades de turbidez.

Quanto aos compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitrato, é notório concentrações ânion nitrato oscilando entre 1 a 13 mg L<sup>-1</sup>, principalmente nos pontos da área central onde foi encontrado concentrações de 13 mg L<sup>-1</sup>, acima do permitido para fins potáveis, 10 mg L<sup>-1</sup>. Segundo Von Sperling (1996) a presença de nitrato em valores acima de 3 mg L<sup>-1</sup> é indicativo de contaminação antrópica, provenientes despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes. No presente estudo a presença de nitrato pode estar relacionados com despejos domésticos (fossa negra), vazamentos de tubulações da rede de esgoto, devido estes poços estarem localizados na região central da cidade.

Varnier e Hirata (2002), estudando o comportamento hidrogeoquímico por meio de 68 poços de monitoramento próximos de um sistema de tanque séptico (infiltração do esgoto no solo). Observaram que os poços próximos da fonte poluidora ocorre a predominância de amônia e nitrito, a medida que se afasta da fonte, uma diminuição na concentração destes compostos e aumento gradativo na concentração de nitrato.

Infelizmente, a presença deste íon em água subterrânea é cada vez mais comum em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esta facilidade de contaminação nestes mananciais em diversas regiões do mundo está relacionada com a igualdade de cargas deste íon com o solo, que geralmente apresentam carga elétrica também negativa, assim, flui rapidamente para corpos hídricos subjacentes e permanece livre na solução com o solo (DYNIA *et al.*, 2006).

Contudo, estes resultados demonstram uma preocupação maior com o nitrato, constatou-se que a concentração de nitrato diminui conforme aumenta a profundidade de captação da água, o que induz perfuradoras de poços da região buscarem fontes cada vez mais profundas em busca de água com melhor qualidade. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas e entendimento deste processo de contaminação é necessário para minimizar a influência antrópica nestes mananciais, consequentemente prevenir eventuais danos à saúde de quem consume esta água.

A análise de metais pesados apresentou valores coerentes ao de potabilidade, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos parâmetros de metais pesados

| Poços         | Chumbo        | Cádmio        | Mercúrio      | Zinco         |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>P1</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,0075        |
| <b>P2</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | Não detectado |
| <b>P3</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,002         |
| <b>P4</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,0018        |
| <b>P5</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,0217        |
| <b>P6</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,0583        |
| <b>P7</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | Não detectado |
| <b>P8</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | Não detectado |
| <b>P9</b>     | Não detectado | Não detectado | Não detectado | Não detectado |
| <b>P10</b>    | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 3,3           |
| <b>P11</b>    | Não detectado | Não detectado | Não detectado | 0,0759        |
| <b>V.M.P.</b> | <b>0,01</b>   | <b>0,005</b>  | <b>0,001</b>  | <b>5</b>      |

V.M.P. Valor máximo estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (ppm)

Conforme Tabela 4, todos os metais (cádmio, chumbo, zinco e mercúrio) resultaram em valores coerentes para fins potáveis, entre estes, apenas o metal zinco oscilou entre 0,0018 a 3,3 mg L<sup>-1</sup>, a presença deste metal pode estar relacionada com a deterioração da tubulação, no entanto sabe-se que este metal é benéfico em baixas concentrações à saúde humana. No entanto, há pesquisas que constatarem valores de chumbo em concentrações 10 vezes acima do estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 em poços entre 100 a 150 m de profundidade, Portanto há a necessidade de programas de monitoramento da qualidade da água subterrânea nesta região.



### 3 – CONCLUSÃO

Os teores de nitrato encontrado em alguns poços nesta pesquisa demonstram contaminação de origem antrópica, este fato relacionado com outras pesquisas na mesma região indica a necessidade de um sistema de controle de uso e monitoramento de parâmetros da água subterrânea, com intuito em minimizar possíveis efeitos adversos à saúde e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da água subterrânea e exploração racional deste recurso.

### AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

### BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water wastewater*. 21. ed. Washington: APHA, 2005.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, efluentes, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2 ed. 326 p. 2011.

BEREZUK, A. G.; GASPARETTO, N. V. L. (2002). “Ocorrência de chumbo e zinco na água subterrânea de Maringá-PR”, in Anais do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Florianópolis – SC. Set. 2002, 1, pp. 1-5.

BEREZUK, A. G.; GASPARETTO, N. V. L.; SANTOS, M. L. (2004) “Características Físico-Químicas da água subterrânea em Maringá-PR”. Caderno Prudentino de Geografia, nº 26, pp. 38 - 45, *General rainfall conditions and climatology*”. Journal of Hydrology 188-189(1-4), pp. 74 – 95.

BERTOLO, R. A. MARCOLAN, L. N. O. BOUROTTE, C. L. M. (2009) “Relações água- rocha e a hidrogeoquímica do cromo na água subterrânea de poços de monitoramento multiníveis de Urânia – SP, Brasil”. Revista do Instituto de Geociência – USP, São Paulo – SP. V. 9, n. 2, p. 47 – 62, junho.

BITTENCOURT, A. V. L. et al. (2003) “A Influência dos Basaltos e de Misturas com Águas de Aquíferos Sotopostos nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Serra- Geral na Bacia Do Rio Piquiri, Paraná – Br”. Revista Águas Subterrâneas n. 17, p. 67 – 75.

DE ROOS, A. J., Ward, M. H., Lynch, C. F., Cantor, K. P. (2003) *Nitrate in public water systems and the risk of colon and rectum cancers*. *Epidemiology*, vol. 14, p. 640–649.

DI BERNARDO, L. e SABOGAL PAZ, L. P. (2008) *Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água*. São Carlos: LDIBETE LTDA, v. 1, p. 878.

- DYNIA, J. F. SOUZA, M. D. BOEIRA, R. C. (2006) “*Lixiviação por nitrato em latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto*”. Revista pesquisa Brasileira Agropecuária. Brasília, Vol. 41, n. 5, p. 855 – 862.
- HUAN, H., WANG, J., TENG, Y. (2012) “*Assessment and validation of groundwater vulnerability to nitrate based on a modified DRASTIC model: A case study in Jilin City of northeast China.*” *Science of The Total Environment*, v. 440, p. 14–23.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Dados sobre estimativa populacional para 2013. Rio de Janeiro. disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> . Acesso em março de 2014.
- LIBÂNIO, M. (2010) *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. Campinas, SP: ed. Átomo.
- MAYORGA, P., MOYANO, A., ANAWAR, H. M. (2013). “*Temporal variation of arsenic and nitrate content in groundwater of the Duero River Basin (Spain)*”. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.58 – 60, p. 22 – 27.
- NISHIHARA, L. ALABURDA J.(1998) *Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços*. Revista de saúde pública, São Paulo – SP. Vol. 32, nº 2, p. 531 – 537.
- PORTELA FILHO, C. V. et al. (2005) *Compartimentação Magnética-Estrutural do Sistema Aquífero Serra Geral e sua Conectividade com o Sistema Aquífero Guarani na Região Central do Arco de Ponta Grossa (Bacia do Paraná)*, Revista Brasileira de Geociência, V. 35, p. 369 – 381,.
- REZENDE, D. et al. (2010) *Avaliação da qualidade da água de diferentes fontes em propriedades rurais na região de Maringá, Paraná, Brasil*. In Anais do Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, I, 2010, Campo Mourão – PR, Departamento de Engenharia Ambiental, , p. II – IV.
- SOUZA, V., GASPARETTO, N. V. L.(2010) “*Avaliação da erodibilidade de algumas classes de solos do município de Maringá – PR por meio de análises físicas e geotécnicas*”. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 5-16.
- SPERLING VON, M.(1196) *Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2. ed. V. 2. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.
- OTENIO, M. H. et al.(2007) *Qualidade da Água Utilizada para consumo Humano de Comunidades Rurais do Município de Bandeirantes – PR*. Revista Salusvita, Bauru-SP, V. 26, nº 26, p. 83-91.
- TEDD, K. M., COXON, C. E., MISSTEAR, B. D. R., DALY, D. CRAIG, M., MANNIX, A., WILLIAMS HUNTER, N. H. (2014) “*An integrated pressure and pathway approach to the spatial analysis of groundwater nitrate: A case study from the southeast of Ireland.*” *Science of The Total Environment*, v. 476–477, p. 460 – 476.
- VARNIER, C. HIRATA R. (2002) *Contaminação da Água Subterrânea por Nitrato no Parque Ecológico do Tietê – São Paulo, Brasil*. Revista de Águas Subterrâneas n. 16, p. 97 – 104.
- WEYER, P. J. et al. (2001) “*Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa Women's Health Study*. *Epidemiology*.” Vol.12, N. 3, p. 327-338.