

## AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DAS ÁGUAS QUE ESTÃO SUBTERRÂNEAS AO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR<sup>1</sup>

MASQUETTO, Gustavo Boveto<sup>2</sup>

SILVA, Hermam Vargas<sup>3</sup>

### RESUMO

Águas subterrâneas vem, ao longo dos anos, tornando-se cada vez mais importantes devido a sua disponibilidade e por sofrerem menos influência de ações poluidoras, incluindo a antrópica, em relação aos mananciais de superfície. Por isso, observou-se a necessidade de se fazer um estudo sobre as características físico-químicas da água que provém de poços tubulares utilizadas para consumo humano. Sabe-se que o manancial responsável por atender parte da demanda de água da cidade de Maringá é o aquífero da Formação Serra Geral, por ser proveniente de derramamentos basálticos, este apresenta características físico-químicas conhecidas. Entretanto, em algumas regiões pode ter ocorrido a influências antrópicas ou do tempo de confinamento, por exemplo, já que este apresenta 190 mil quilômetros quadrados, alterando então tais constantes. Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se do banco de dados disponível no Instituto Águas Paraná com escritório regional na cidade. Para a composição das características das águas de manancial subterrâneo do município foram escolhidos o bairro Centro, inicialmente pela sua localização e também pelo grande fluxo de pessoas ao longo dos dias, e o ano de 1997, por ser este o ponto de partida das informações sobre água desta região de Maringá. Após a seleção dos dados presentes nas outorgas de uso de água subterrânea, pode-se observar, praticamente como constante em todas as análises, que esta é levemente básica, devido a presença de carbonatos de cálcio e magnésio dissolvidos em virtude dos anos de confinamento em rochas basálticas, e com pouca ou nenhuma influência da ação humana, já que na grande maioria dos casos não apresenta compostos nitrogenados dissolvidos na água.

**Palavras-chave:** Hidrogeologia urbana; Classificação de água subterrânea; Água subterrânea.

### Abstract

Groundwater has become even more important over the years, due to its availability and, be under less influence of polluting actions, including the anthropogenic process, related to surface water. Therefore, it was noticed the need of a study about the physicochemical characteristics of water for human consumption, that comes from tube wells. It is known that the spring responsible for fulfilling part of the water demand in the city of Maringá, is the aquífer from the Serra Geral Formation, because it is derived from basaltic accumulation,

<sup>1</sup>EIXO TEMÁTICO: Questão Ambiental Urbana.

<sup>2</sup>Graduando, Engenharia Ambiental e Sanitária, Unicesumar, gustavomaschetto@hotmail.com

<sup>3</sup>Prof.<sup>a</sup> Ms., Unicesumar, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, hermam.vargas@cesumar.br

presenting known physicochemical characteristics. However in some regions, it may have occurred anthropogenic or confinement period influences, as it shows 190 thousand square kilometers, then changing these constants. With the purpose of developing this research, it was used the database available at the *Águas Paraná Institute*, with its regional office in the city. In order to make the composition of the groundwater's characteristics of the city, it has been chosen the *Centro* neighborhood, initially because of its location and great flow of people throughout the day, and also the year 1997, because it was the starting point of information on water in this region of Maringá. After selecting the present data from water rights permits of use of groundwater, it can be observed as practically constant in all analyzes, that is slightly basic, due to the presence of calcium carbonates and magnesium dissolved as a result of years of confinement in basaltic rocks, and with little or no influence of human action, since in most cases, it has not showed nitrogen compounds dissolved in water.

**Keywords:** Urban hydrogeology; Underground water classification; Underground water.

## 1. INTRODUÇÃO

As águas de fontes subterrâneas, por consequência do aumento da demanda do consumo humano e industrial e pela contaminação de recursos hídricos superficiais, vem sendo degradadas pela ação antrópica, causada muitas vezes em função de alterações do ciclo hidrológico em áreas urbanas (remoção da vegetação, obras de engenharia em canais fluviais e deposição de resíduos de maneira inadequada, entre outras) se tornou essencial para o abastecimento das cidades. Seu uso está relacionado a atividades industriais, agricultura, residenciais, entre outros (PONTES, 2009; FRITZEN, 2011)

Em virtude de tais informações, viu-se a necessidade da elaboração de um estudo que levasse em consideração a composição físico-química da água utilizada para consumo humano na cidade de Maringá, tentando diagnosticar quais o fatores que influenciaram direta e indiretamente na sua composição. Já que, ao contrário do pensamento popular, a água subterrânea não se encontra em estado “puro” e, em partes dos casos, chega a ser imprópria para consumo.

Foram feitas, para tanto, revisões bibliográficas relacionadas ao tema e coleta de dados no Instituto Águas do Paraná, escritório regional no município de Maringá, através de um convênio com o laboratório do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UNICESUMAR. Para tanto, foram coletadas informações nos arquivos do Instituto Águas do Paraná, para outorga de uso de recurso hídrico subterrâneo em um bairro (Centro da cidade) e para o ano de 1997.

Tem-se, com tais dados, a intenção de se formar uma base sólida para estudos relacionados a hidrogeologia da água dos mananciais subterrâneos da cidade de Maringá, iniciar um trabalho que trate da qualidade da água subterrânea utilizada no município e as mudanças na sua composição ao longo dos anos buscando as variáveis causadoras (a partir de análises físico-química mais antigas, percorrendo suas alterações até as recentes), sejam estas ocasionadas por ações antrópicas ou por condicionantes geológicos.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Observa-se, ao longo dos anos, um crescimento do uso de águas subterrâneas para abastecimento, não só público, mas também em inúmeros segmentos da sociedade (agricultura, indústria, entre outros). Este maior apreço pela águas de manancial subterrâneo se dá pela sua grande disponibilidade em determinadas regiões, bem como seu pouco contato com contaminantes externos, geralmente antrópicos, em relação aos de superfície, como rios e lagos.

Com maior atenção voltada para as águas provenientes de reservatórios subterrâneos, houve a preocupação quanto à qualidade desta (padrões de potabilidade), independentemente da sua finalidade. Exemplificando-se: uma água com excesso de carbonato de cálcio pode causar incrustações em canos, torneiras ou chuveiros diminuindo o fluxo da água (ROSA FILHO, 2010), mas também pode ser um dos causadores do cálculo renal, sendo este um dos compostos formados das “pedras” nos rins.

Para a cidade de Maringá, o abastecimento público de água provém de dois mananciais: Rio Pirapó, manancial de superfície, e do aquífero Serra Geral, considerado manancial subterrâneo. O aquífero que complementa o abastecimento da cidade de Maringá está compreendido na formação Serra Geral, uma sequência vulcânica que deu origem, de forma intrusiva, a rochas basálticas na sua maioria com tendências básicas na área estudada (ROSA FILHO, 2011).

Apesar do que possa parecer, as águas subterrâneas não são puras e, em alguns casos, também não são potáveis, necessitando então de avaliações químicas e, se preciso for, tratamento. As substâncias dissolvidas, ou até mesmo micro-organismos presentes, na água dos lençóis freáticos são provenientes do processo de recarga deste ou da composição das rochas que armazenam esta água (fontes naturais de contaminação), variando então de acordo





com a região pesquisada (ROCHA, 2009). É válido lembrar que a água é um ótimo solvente, sendo até mesmo conhecida como solvente universal. (BRAGA, 2005; ROCHA, 2009).

Já em relação aos condicionantes urbanos envolvidos na composição da água, nota-se vários pontos importantes: exploração excessiva do manancial subterrâneo (excedendo sua capacidade de recompor esta água), introdução não natural de contaminantes (fertilizantes, pesticidas, fossas, cemitérios, são todos exemplos de fontes de contaminação dos solos e consequentemente dos lençóis freáticos); entre outros pontos de análise.

Este trabalho visa, a partir de um convênio realizado com o Instituto Águas Paraná junto com o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Unicesumar, verificar a qualidade físico-química da água utilizada na cidade de Maringá, bem como quais as mudanças ocorridas durante os anos de exploração desta água de manancial subterrâneo e quais as condicionantes para este fato.

Foram feitas, inicialmente, coletas de dados presentes em outorgas de uso de água subterrânea para uma identificação de quais compostos são os mais abundantes nos poços, analisando também se há uma variância entre eles. Posteriormente foi feita uma compilação de tais informações para, enfim, determinação de quais as características fundamentais da água fornecida por este manancial subterrâneo.

Como esperado das revisões bibliográficas realizadas, as análises das águas subterrâneas presentes nas outorgas dos arquivos do Instituto Águas Paraná apresentam-se levemente básicas devido as concentrações apreciáveis de bicarbonatos de cálcio e magnésio, apresentando-se então como bicarbonatadas cálcicas-magnesianas. Observou-se também pouca ou, na maioria dos casos, quase nenhuma influência da ação humana sobre a constituição da água quantificada a partir das informações fornecidas pelas outorgas (pode-se inferir pelas ausência de nitrogênio amoniacal, um dos indicadores de ações antrópicas, os quais os dados estão presentes na tabela 1).

Na tabela 1, foram dispostos alguns dados constantes nas análises de água encontradas nas outorgas observadas. Nesta tabela, nota-se o motivo da basicidade da água subterrânea e também da pouca ou nenhuma influência humana na sua composição (levando-se em consideração que este trabalho ainda está em estágio inicial, ou seja, ainda é o embrião de algo maior que irá conter outras análises, em outros anos) sobre as águas provenientes da formação Serra Geral:

## SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

Tabela 1 – Algumas características físico-químicas das análises de água observadas:

| Identificação do Poço | pH   | Cor (uH) | Turbidez (uT) | Sabor            | Odor             |
|-----------------------|------|----------|---------------|------------------|------------------|
| 1                     | 7,14 | 1        | 0,07          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 2                     | 6,83 | 0        | #             | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 3                     | 8,18 | 1        | 0,09          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 4                     | 7,81 | 2        | 0,43          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 5                     | 8,13 | 1        | 0,1           | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 6                     | 7,02 | 1        | 0,64          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 7                     | 7,41 | 1        | 0,2           | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 8                     | 8,54 | 3        | 0,08          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 9                     | 7,8  | 2        | 0,3           | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 10                    | 8,22 | 2        | 0,25          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 11                    | 6,57 | 2        | 0,15          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 12                    | 8,7  | 2        | 0,1           | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 13                    | 7,3  | 3        | 0,1           | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |
| 14                    | 8,28 | 2        | 0,35          | Não<br>Objetável | Não<br>Objetável |

| Identificação do Poço | Alcalinidade Total (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Alcalinidade de Hidróxido (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Alcalinidade de Carbonatos (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Dureza Total (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |
|-----------------------|--|---|--|--|--|
| 1                     | 69,57  | 0   | 0  | 69,57  | 101,4                                  |
| 2                     | 104  | 0   | 0  | 104  | 264                                    |
| 3                     | 227,68                                       | 0   | 0  | 227,68   | 162,25                                 |
| 4                     | 110,15                                       | 0   | 0  | 110,15   | 117,62                                 |

# SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

### A dinâmica das cidades e a produção do espaço

|    |        |   |      |        |        |
|----|--------|---|------|--------|--------|
| 5  | 91,12  | 0 | 0    | 91,12  | 125,56 |
| 6  | 156,94 | 0 | 0    | 156,94 | 162,24 |
| 7  | 107,23 | 0 | 0    | 107,23 | 83,15  |
| 8  | 106,25 | 0 | 3,9  | 102,35 | 117,62 |
| 9  | 87,73  | 0 | 0    | 87,73  | 125,74 |
| 10 | 73,11  | 0 | 0    | 71,11  | 113,57 |
| 11 | 62,39  | 0 | 0    | 62,39  | 117,62 |
| 12 | 11,13  | 0 | 5,85 | 105,28 | 111,54 |
| 13 | 125    | # | 0    | 125    | 148,2  |
| 14 | 171,25 | 0 | 0    | 171,25 | 125,74 |

| Identificação do Poço | Dureza de não Carbonatos (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Dureza Cálcica (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Dureza de Magnésio (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Gás Carbônico Livre (mg/l CO <sub>2</sub> ) | Nitrogênio Amoniacal (mg/l N) |
|-----------------------|--|--|--|---|-------------------------------|
| 1                     | 31,83  | 66,92                                    | 28,96  | 12  | ND                            |
| 2                     | #  | 10,5                                     | 159  | #   | 0                             |
| 3                     | 0  | 122,49                                   | 33,72  | 3   | ND                            |
| 4                     | 7,47   | 77,06                                    | 34,07  | 3,5   | ND                            |
| 5                     | 34,44  | 96,74                                    | 24,21  | #   | ND                            |
| 6                     | 5,3  | 121,98                                   | 34,07  | 30  | ND                            |
| 7                     | 0  | 60,84                                    | 18,72  | 9   | ND                            |
| 8                     | 11,37  | 73,01                                    | 37,37  | 1   | ND                            |
| 9                     | 38,01  | 101,4                                    | 20,45  | 3   | ND                            |



## SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

|    |       |       |       |       |    |
|----|-------|-------|-------|-------|----|
| 10 | 40,46 | 79,09 | 28,96 | 1     | ND |
| 11 | 55,23 | 81,12 | 30,66 | 1     | ND |
| 12 | 0,41  | 101,4 | 8,52  | 1     | ND |
| 13 | #     | 53,31 | 3,69  | 12,72 | ND |
| 14 | 0     | 99,37 | 22,12 | 2     | ND |

| Identificação do Poço | Nitrogênio Albuminóide (mg/l N) | Nitrogênio Nitroso (mg/l N em NO <sub>1</sub> ) | Nitrogênio Nitrico (mg/l em NO <sub>2</sub> ) | Ferro (mg/l Fe) | Manganês (mg/l Mn) |
|-----------------------|---------------------------------|---|---|-----------------|--------------------|
| 1                     | ND                              | ND  | ND  | 0,03            | #                  |
| 2                     | #                               | #   | #   | #               | #                  |
| 3                     | ND                              | ND  | ND  | 0,01            | #                  |
| 4                     | ND                              | ND  | ND  | 0,06            | 2,87               |
| 5                     | ND                              | ND  | ND  | 0,01            | #                  |
| 6                     | ND                              | ND  | ND  | 0,003           | #                  |
| 7                     | ND                              | ND  | ND  | ND              | #                  |
| 8                     | ND                              | ND  | ND  | 0,09            | #                  |
| 9                     | ND                              | ND  | ND  | ND              | #                  |
| 10                    | ND                              | ND  | ND  | ND              | #                  |
| 11                    | ND                              | ND  | ND  | 0,0004          | #                  |
| 12                    | ND                              | ND  | ND  | 0,06            | #                  |
| 13                    | ND                              | ND  | ND  | ND              | ND                 |
| 14                    | ND                              | ND  | ND  | 0,09            | #                  |

# SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

### A dinâmica das cidades e a produção do espaço

| Identificação do Poço | Cloretos (mg/l Cl <sup>-</sup> ) | Resíduo Total a 105°C (mg/l) | Tóxicos Inorgânicos (mg/l) | Sulfatos (mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | Cloro Residual (mg/l ClO <sup>-</sup> ) |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|--|---|
| 1                     | 25,46                            | 164                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 2                     | 4                                | 314                          | #                          | #  | #                                       |
| 3                     | 42,3                             | 26,8                         | ND                         | ND   | ND                                      |
| 4                     | 2,87                             | 184,2                        | ND                         | ND   | ND                                      |
| 5                     | 10,41                            | #                            | ND                         | ND   | ND                                      |
| 6                     | 11,95                            | 314                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 7                     | 8,96                             | 224                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 8                     | 22,47                            | 218                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 9                     | 16,47                            | 204                          | ND                         | ND   | 0,15                                    |
| 10                    | 8,46                             | 192                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 11                    | 23,96                            | 198                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 12                    | 20,97                            | 204                          | ND                         | ND   | ND                                      |
| 13                    | 20,2                             | 293                          | #                          | #  | #                                       |
| 14                    | 15,55                            | 208                          | ND                         | #  | ND                                      |

| Identificação do Poço | Fosfatos (mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) | Sílica (mg/l Si) | Matéria Orgânica (mg/l) | Condutividade Elétrica Específica a 25°C (uS/cm) |
|-----------------------|--|------------------|-------------------------|--|
| 1                     | #  | #                | 1,18                    | 284  |
| 2                     | #  | #                | #                       | #  |
| 3                     | #  | #                | ND                      | 406  |



## SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

## A dinâmica das cidades e a produção do espaço

|    |   |   |      |     |
|----|---|---|------|-----|
| 4  | # | # | 0,12 | 301 |
| 5  | # | # | #    | #   |
| 6  | # | # | 0,16 | 451 |
| 7  | # | # | 0,67 | 344 |
| 8  | # | # | 0,31 | 336 |
| 9  | # | # | 0,1  | 373 |
| 10 | # | # | 0,46 | 311 |
| 11 | # | # | 0,49 | 295 |
| 12 | # | # | 0,72 | 315 |
| 13 | # | # | #    | #   |
| 14 | # | # | 0,26 | 326 |

# - Não consta nas análises utilizadas como base de dados;  
ND – Não Detectado.

Nota-se, a partir dos dados presentes na tabela 1, que a água analisada é levemente básica (com pH médio de 7,794), com presença significativa de carbonato de cálcio e magnésio, pouca matéria orgânica dissolvida, bem como pouquíssima ou nenhum registro do íon cloreto, cloro residual e nitrogênio albuminoide, amoniacal, nitroso e nítrico (sendo estes indícios da pouca influência humana na constituição da água subterrânea sob a cidade de Maringá). Pode-se observar ainda, nos dados dispostos na tabela 1, que as amostras de água estão de acordo com a norma referente aos padrões para consumo humano da época.

A figura 1 é um mapa, retirado do programa Google Earth, com a localização exata dos poços tubulares profundos cujas outorgas serviram de fonte para este estudo. Como pode-se observar, estes encontram-se na região central da cidade de Maringá (Bairro Centro), bem ao lado do Parque do Ingá, um dos símbolos da cidade.



**Figura 1- Localização dos poços tubulares profundos analisados neste trabalho, todos localizados na região central de Maringá.**

Fonte: Google Earth, 2013.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas subterrâneas que estão sendo utilizadas para consumo residencial (nos dados que constam nos seus relatórios) apresentam-se adequadas para o uso com o qual estão sendo utilizadas. Possuem pH levemente básico (média de 7,794), com odor e sabor não objetáveis, presença de carbonato de cálcio e magnésio dissolvido (pode ser explicado devido ao tempo de residência da água na rocha que estava confinada), pouca matéria orgânica, sem a presença de compostos amoniacais e com boa condutividade elétrica.

A partir daí pode-se chegar a conclusões simples: Os íons nela dissolvidos são originados da sua fonte de recarga e pela rocha na qual estão confinadas, ou seja, naquela data de (1997), ainda não havia influência humana. Esta conclusão pode ser aceita pela profundidade que se observou no nível estático, em torno de 35,2 metros e pelo dinâmico 57 metros. Não se observou nitritos e nitratos, podendo ser feita a inferência sem muitas objeções.



Foi feito, para atestar a veracidade das amostras de água analisadas, o teste de Diferença de Balanço Iônico (DBI) proposto por Rosa Filho. Neste teste, faz-se o seguinte cálculo:

$$\text{DBI (\%)} = [(\Sigma\text{cátions} - \Sigma\text{ânions}) \div (\Sigma\text{cátions} + \Sigma\text{ânions})] \times 100$$

Vê-se a quantidade de miliEquivalentes por litro de ânions existentes em cada análise de água e, de acordo com este valor, tem-se uma pequena de variação de porcentagem sobre estes números. Os valores padrão estão representados na Tabela 2:

**Tabela 2 – Padrão a ser observado para atestar a veracidade das amostras de água analisadas**

| Variação (%) | Ânions dissolvidos (mEq x l <sup>-1</sup> ) |
|--------------|---|
| ±0.2         | 0 – 3.0                                     |
| ±2           | 3.0 – 10.0                                  |
| 5            | 10.0 - 800                                  |

Fonte: Rosa Filho, 2010

Foram feitos os cálculos de DBI para cada outorga de exploração e uso de água, utilizando-se dos valores fornecidos por estas dos íons dissolvidos. A partir dos valores obtidos, pode-se verificar que estas não apresentam valores dentro do padrão aceitável e proposto por Rosa Filho.

Levando-se em consideração que não deve existir variância entre o número de cátions a ânions presentes na águas de fontes subterrâneas, infere-se que o variedade de íons pesquisados nas datas em questão para cada outorga é insuficiente para caracterização hidroquímica, alguns dados como sódio, potássio, Demanda Química de Oxigênio ou até mesmo o a Diferença da Balanço Iônico Total não constam nas outorgas analisadas (Instrução Normativa-001/06). O valor médio para DBI nas outorgas é de 53,92%, sendo que o menor é de 13% e o maior de 90%.

Como continuidade do trabalho da avaliação da qualidade das águas que estão subterrâneas a cidade de Maringá, deve-se coletar mais dados, relacionados aos poços outorgados, compreendendo a área total do município e uma cobertura maior no tempo.



# SEURB

## II Simpósio de Estudos Urbanos:

### A dinâmica das cidades e a produção do espaço

Assim se pretende ter uma maior compreensão das alterações das águas de manancial subterrâneo e maior observação da ação antrópica, na preservação ou não da qualidade original.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, **Benedito et al. Introdução á Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005

DEOF. **IN-001/06: Parâmetros para Caracterização Hidroquímica das Águas Subterrâneas**. Curitiba, 2006.

FRITZEN, M. ; BINDA, A. L. Alterações no Ciclo Hidrológico em Áreas Urbanas: cidade, hidrologia, e impactos no ambiente. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v.5, n.3, p.239-254, dez. 2011.

PONTES, C. H. C. et al. Determinação da Vulnerabilidade do Aquífero Basáltico no Campus da UFMS, em Campo Grande – MS. **Águas Subterrâneas**, v.23, n.1, p.105-120, 2009.

ROCHA, Julio Cesar et al. **Introdução à Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROSA FILHO, E. F. da et al. **As Águas Subterrâneas do Estado do Paraná**. Curitiba: Maxi Gráfica, 2010.

ROSA FILHO, E. F. da et al. **Aquíferos do Estado do Paraná**. Curitiba: Maxi Gráfica, 2011.