



## IX-020 – AVALIAÇÕES DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO AQUÍFERO BAURU NA ÁREA URBANA DE ARAGUARI, MG

### **Eduardo Humberto Campos Borges<sup>(1)</sup>**

Geógrafo pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia.

### **Nathália Assunção de Souza<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia.

### **Aline Martins Pinheiro<sup>(3)</sup>**

Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Técnica do Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia.

### **José Eduardo Alamy Filho<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. Professor da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia.

**Endereço<sup>(1 a 4)</sup>:** Avenida João Naves de Ávila, 2121 – Campus Santa Mônica, Bloco 1Y - Uberlândia - MG - CEP: 38400-902 - Brasil - Tel: (34) 3239-4170. e-mails: ehcborges@gmail.com; nathalia\_ass@yahoo.com.br; ampinheiro@feciv.ufu.br; zealamy@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Atualmente no Brasil, existe uma demanda crescente de água subterrânea para abastecimento industrial, rural e, principalmente, dos grandes centros urbanos, notadamente em locais onde existe escassez de mananciais superficiais ou onde estes se encontram comprometidos por poluição ou contaminação intensa. O objetivo principal deste trabalho foi apresentar resultados sobre a avaliação de parâmetros de qualidade da água bruta do aquífero livre Bauru, sotoposto à área urbana de Araguari, MG. A cidade de Araguari constitui o maior núcleo urbano do Triângulo Mineiro totalmente abastecido por águas subterrâneas. O referido aquífero compõe o manancial único de abastecimento dessa cidade, fator que, por si só, destaca a importância do monitoramento contínuo da qualidade das suas águas subterrâneas. Adiciona-se a isto o fato da superfície freática do referido aquífero encontrar-se muito próxima do nível do terreno em alguns setores da zona urbana analisada, o que potencialmente aumenta os riscos de poluição do manancial. A metodologia deste trabalho baseou-se em coletas de amostras de água nos poços, análises laboratoriais dos parâmetros de qualidade e espacialização dos resultados a partir da confecção de mapas. Os resultados obtidos indicam que há alguns pontos, sob a cidade, em que a qualidade da água subterrânea do aquífero Bauru encontra-se deteriorada. Foi constatada poluição por Nitrato e presença de carga orgânica poluidora evidenciada pelos elevados valores de DBO<sub>5</sub> encontrados em alguns poços. Contudo, a água bruta captada do referido aquífero, na grande maioria da cidade, ainda apresenta boa qualidade, com propriedades físico-químicas e bacteriológicas adequadas a diversos usos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, aquífero Bauru, águas subterrâneas.



## INTRODUÇÃO

Os mananciais subterrâneos representam reservas de água, geralmente de boa qualidade, que dispensam obras caras de captação, adução e tratamento. Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente mais protegidas dos agentes poluidores e contaminantes do que as superficiais, frisa-se que uma vez afetadas seu recondicionamento é complexo e oneroso.

Assim como para as águas superficiais, o aumento da produção e dispersão de poluentes e contaminantes cresceu o risco de poluição e contaminação das águas subterrâneas. De acordo com Mösslancher (2000) e CETESB (2001), como o solo e a água subterrânea fazem parte de um mesmo contexto, especialmente em aquíferos livres, qualquer alteração na composição de um solo refletirá na água, podendo resultar em alterações de sua qualidade.

Os aquíferos livres são formações porosas, compostas por um extrato permeável totalmente saturado, cuja base é uma camada impermeável ou semipermeável. O topo é limitado pela própria superfície livre da água, também chamada de superfície freática. Embora não seja regra geral, em condições naturais, sem quaisquer perturbações induzidas por bombeamentos de poços, os aquíferos livres tendem a apresentar um perfil semelhante ao da superfície do terreno. Seu nível está, geralmente, próximo da superfície em vales e a maiores profundidades em áreas mais elevadas. O aquífero Bauru é um exemplo de aquífero livre. Este manancial é considerado a unidade hidrogeológica mais importante do município de Araguari, Minas Gerais, uma vez que o abastecimento público desta cidade é feito exclusivamente pela exploração deste manancial (Oliveira e Campos, 2004).

A água deste aquífero é intensamente explorada devido ao baixo custo de captação, condição que advém do fato de ser um sistema livre, local e freático, submetido a uma abundante recarga (Oliveira e Campos, 2004). Todavia, este manancial é potencialmente vulnerável aos agentes poluidores e contaminantes provenientes principalmente das atividades agroindustriais (Araújo et al., 1999). Enfatiza-se que este aquífero não é muito profundo em todo município de Araguari, o que aumenta sua susceptibilidade à poluição e a contaminação (Souza, 2009).

De uma forma geral, quanto mais próxima a superfície do lençol estiver do nível do terreno, menor é a espessura de solos e/ou outras formações não saturadas capazes de atenuar o avanço vertical das plumas. Isto reduz o tempo de percurso do poluente e/ou contaminante até o lençol freático, o qual, uma vez atingido, conduzirá a pluma por meio de campos de velocidade e mecanismos de dispersão, verificados dentro do manancial subterrâneo. Em zonas urbanas que utilizam águas subterrâneas, os campos de velocidade são alterados pela operação de múltiplos poços. Como os gradientes de carga hidráulica são amplificados, principalmente nas proximidades dos setores de bombeamento mais intenso, há uma tendência de aumento das velocidades e de direcionamento dos poluentes e contaminantes para os poços. Esta dinâmica potencializa os riscos de prejuízo à qualidade da água bruta captada para o abastecimento.

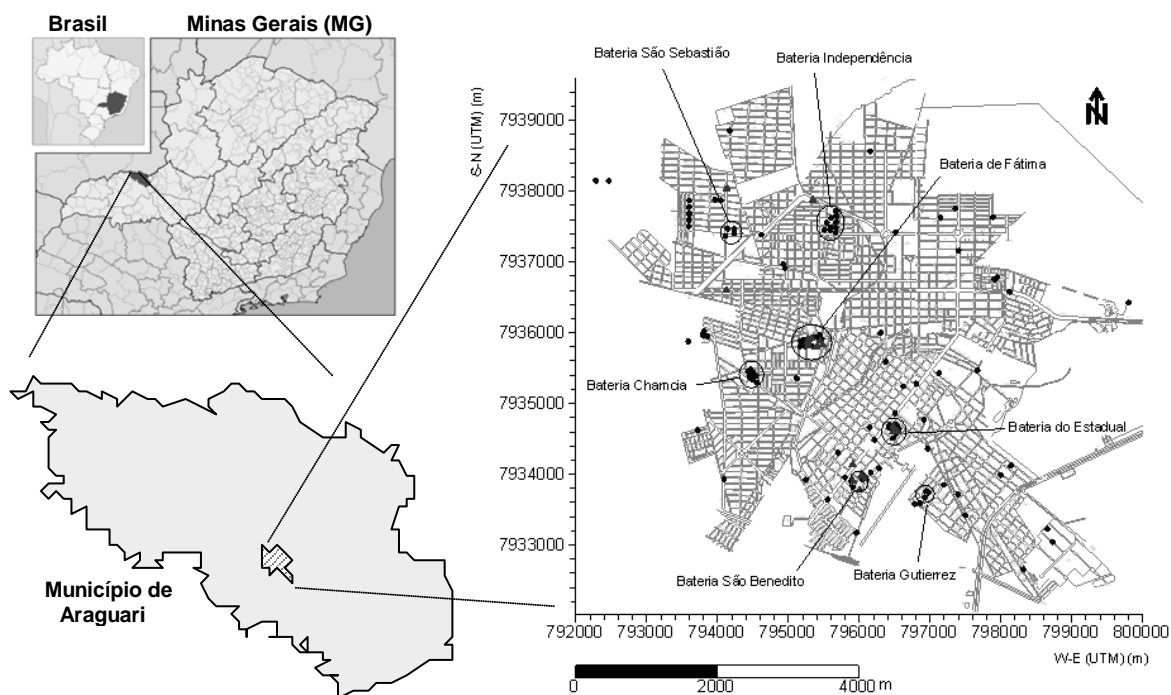
De acordo com Foster e Gomes (1989), o monitoramento das águas subterrâneas tem como objetivo básico a verificação da qualidade destas águas, em função das substâncias presentes de origem natural ou antrópica e avaliar sua distribuição e variação temporal. Muito além disto, este monitoramento também auxilia na identificação de eventuais fontes pontuais ou difusas de poluentes e contaminantes, propiciando tomadas de decisões voltadas para mitigação ou eliminação destes impactos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ETAPAS DE CAMPO

Cada etapa de campo englobou a coleta de amostras de água extraídas em poços tubulares espalhados na zona urbana. Ainda nestas etapas, foram coletadas as coordenadas (sistema UTM) de cada um dos poços. A cidade de Araguari dispõe, atualmente, de 84 poços ativos para o abastecimento público de água. No entanto, existem 30 inoperantes, totalizando 114 poços (SAE, 2011). De uma forma geral, os poços existentes em Araguari podem ser classificados em poços de bateria e poços isolados. Os poços de bateria estão localizados em áreas de concentração de poços, utilizadas pelo serviço municipal de água e esgoto. Os poços isolados injetam água diretamente na rede de distribuição. Do total existente, 66 encontram-se em 9 baterias e 48 isolados. A vazão

média dos poços é de 20 m<sup>3</sup>/h e a concessionária local opera diariamente com 84 poços (SAE, 2011). A Figura 1, extraída de Alamy Filho e Segantini (2010), ilustra a localização da área de estudo, bem como a distribuição dos poços na zona urbana analisada.

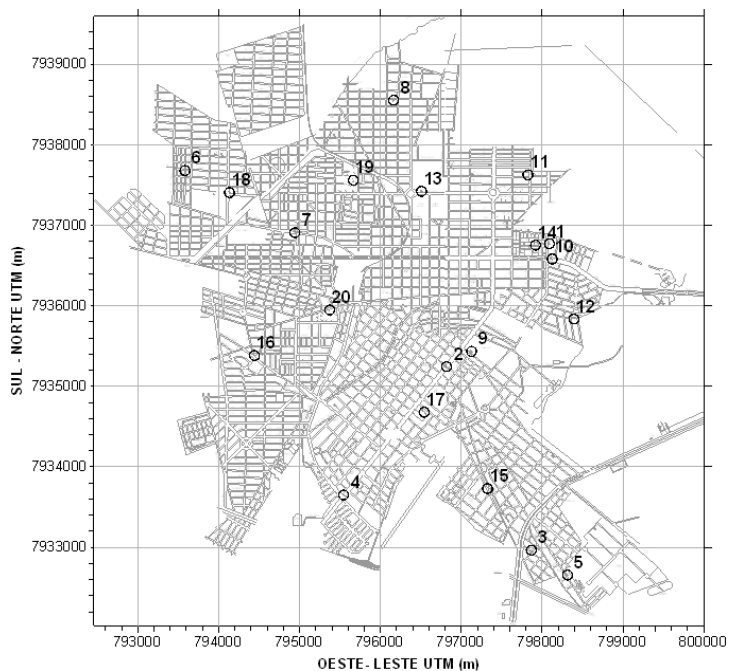


**Figura 1: Cidade de Araguari, MG com a localização da área de estudo e distribuição dos poços tubulares. Fonte: Alamy Filho e Segantini (2010).**

Os poços considerados para coleta das amostras de água foram selecionados da seguinte forma:

- *Distribuição espacial*: poços bem distribuídos na área urbana, objetivando obter melhores resultados na interpolação dos dados obtidos;
- *Operacionalidade*: poços em operação;
- *Estrutura*: poços dotados de registro para coleta de água;
- *Disposição geográfica*: poços localizados, preferencialmente em locais potencialmente mais vulneráveis, como por exemplo, regiões desprovidas de rede de esgoto.

Neste trabalho, foram analisados 20 poços, correspondendo a aproximadamente 17,5 % dos poços utilizados pela concessionária local. Os poços analisados estão ilustrados na Figura 2.



**Figura 2: Distribuição espacial dos pontos de amostragem de água subterrânea.**

Posteriormente à seleção dos pontos de amostragem, foram realizadas quinzenalmente campanhas de campo para a coleta de água e entre outubro e dezembro de 2011. Para isto, foram utilizados poços tubulares em operação da rede de abastecimento da SAE-Araguari, dotados de torneiras, para coleta de água (Figura 3). Nota-se que, embora a água subterrânea distribuída na cidade receba a desinfecção, as amostras foram coletadas em momento anterior ao acréscimo do desinfetante, garantindo os aspectos qualitativos da água bruta.



**Figura 3: Poço dotado de torneira com registro para coleta de água (seta branca) e orifício para sondagem de nível freático (seta preta). Fonte: arquivo pessoal dos autores.**



A cada campanha, foram coletadas 5 amostras de água que, após serem etiquetadas e reconhecidas, foram enviadas para o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. A sistemática da coleta e da preservação das amostras seguiu a metodologia utilizada pelo referido laboratório, que adota como procedimento padrão a ABNT - NBR 9898/1987.

## ETAPAS LABORATORIAIS

Na fase laboratorial, desenvolveram-se dois tipos de atividades: as análises da água e os trabalhos computacionais que visaram ao mapeamento da distribuição dos parâmetros de qualidade obtidos.

As amostras foram submetidas a ensaios de pH, Sólidos Totais e Dissolvidos, Nitrito, Nitrato, Fósforo, DQO, DBO<sub>5</sub> e E. coli. As análises supracitadas seguiram as recomendações estabelecidas pelo APHA – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995).

Os resultados das etapas de campo e das análises da água forneceram elementos para o mapeamento dos parâmetros de qualidade avaliados neste estudo. A partir do mapeamento, foi possível identificar as áreas mais críticas em termos de poluição do lençol freático. Este mapeamento foi obtido a partir da interpolação espacial dos valores de concentração determinados em laboratório, utilizando as coordenadas dos pontos de coleta (poços) obtidas durante as campanhas de campo. Para as interpolações espaciais e elaboração dos mapas foi utilizado o programa computacional *Surfer 10*. As interpolações espaciais foram efetuadas utilizando método de *Kriging*.

## RESULTADOS

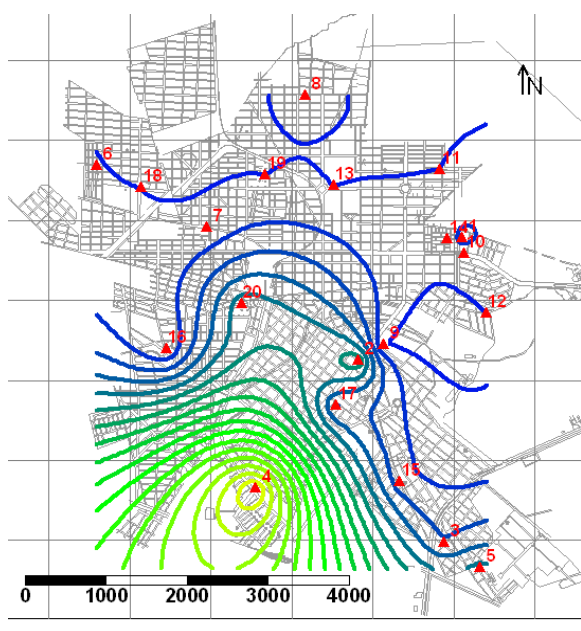
### PARÂMETROS: Nitrato, Nitrito e Fósforo

A presença de Nitrato, Nitrito e Fósforo na água subterrânea pressupõe enriquecimento por atividades antropogênicas. Os resultados obtidos indicaram uma concentração média de Nitrato de 0,4 mg/L (Tabela 1). Os maiores valores foram detectados nos poços Formigão (3,4 mg/L), Agroara (2,2 mg/L), Padre Nilo (0,9 mg/L) e Fátima 13.

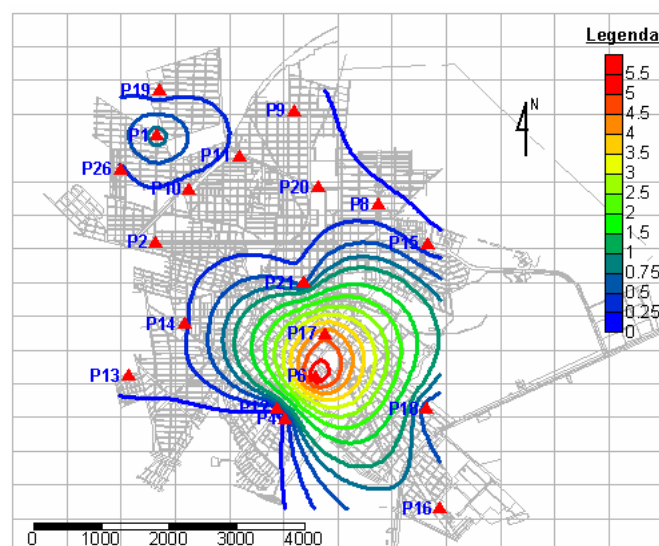
**Tabela 1: Concentrações de Nitrato obtidas nos pontos de coleta.**

ID	POÇO	NITRATO (em N) (mg/L)
1	Rodoviária	0,3
2	Agroara	2,2
3	Satélite	0,4
4	Formigão	3,4
5	Padre Nilo	0,9
6	Jaca	0,0
7	São Judas	0,1
8	Walter Santiago	0,0
9	Bosque	0,0
10	BR	0,1
11	Ouro Verde	0,0
12	Sibipiruna	0,0
13	Exposição	0,0
14	Vila Paraiso 1	0,0
15	Maria Cleonora	0,3
16	Chancia 6	0,0
17	Estadual 3	0,4
18	Sebastião 4	0,0
19	Independência 8	0,0
20	Fátima 13	0,9

A Figura 4, construída a partir da interpolação dos dados obtidos, ilustra a distribuição espacial das concentrações de Nitrato, bem como a localização dos poços relacionados na Tabela 1. A Figura 5 apresenta os resultados obtidos por Souza (2009).



**Figura 4: Linhas de iso-concentração de Nitrato, em mg/L.**



**Figura 5 – Distribuição espacial das concentrações de nitrato, em mg/L. Fonte: Souza (2009).**

De uma forma geral, as águas subterrâneas apresentam teores de Nitrato entre 0,1 e 10 mg/L (Santos, 2003). Segundo a Resolução CONAMA Nº 396 de 2008, a água destinada ao abastecimento humano não deve conter mais que 10 mg/L de Nitrato. Concentrações elevadas podem causar metahemoglobinemia (cianose) em crianças.

A concentração de Nitrato, detectada no poço Padre Nilo pode estar associada à ausência de rede coletora de esgoto na circunvizinhança do local, cuja destinação final dos efluentes ocorre pelo sistema tanque séptico/sumidouro. Em relação à presença de Nitrato nos demais poços, por estarem na área urbana provida de rede coletora, há indícios de poluição pontual por esgoto doméstico relacionado a eventuais rupturas da tubulação de coleta de efluentes, relativamente antiga. Observa-se que os poços Formigão e Agroara, onde foram diagnosticadas as maiores concentrações de Nitrato, estão próximos de redes coletoras de efluentes antigas (canteiro central da via onde se localizam os poços em questão), onde, segundo informações fornecidas pela SAE, foram observadas rupturas com vazamentos recentes.

Apesar de estarem presentes nas amostras coletadas, as concentrações de Nitrato enquadram-se nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 396 de 2008 e pela Portaria M. S. Nº 518 de 2004, não apresentando concentrações superiores. No entanto, houve certa diferença entre a distribuição espacial de Nitrato, obtida neste trabalho, com aquela verificada em Souza (2009). Esta diferença resulta de coletas feitas em poços distintos e em instantes distintos. De toda forma, os dois trabalhos revelam concentrações baixas de Nitrato nos setores norte da cidade. Em pontos do centro e no sudoeste, foram mapeadas as maiores concentrações.

Os valores de Nitrito e Fósforo encontraram-se abaixo do limite de detecção dos métodos analíticos utilizados.

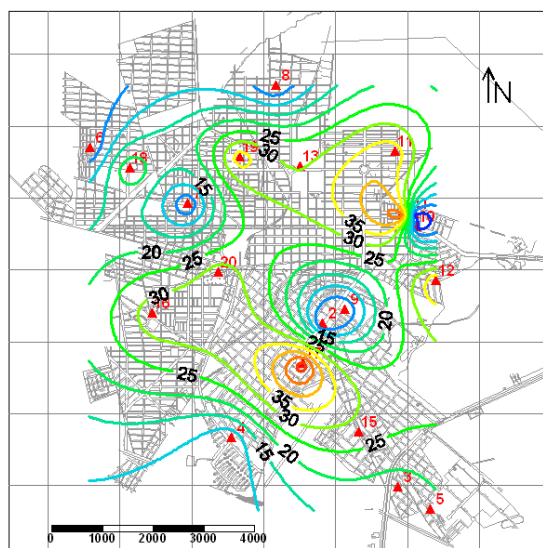
## PARÂMETROS: DBO<sub>5</sub> e DQO

Os valores de DQO e DBO<sub>5</sub> encontram-se detalhados na Tabela 2.

**Tabela 2: Parâmetros DQO e DBO<sub>5</sub> obtidos nos pontos de coleta.**

ID	POÇO	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
1	Rodoviária	0	0
2	Agroara	0	0
3	Satélite	16,9	6,1
4	Formigão	5,8	0
5	Padre Nilo	19,1	7,3
6	Jaca	0	0
7	São Judas	0	0
8	Walter Santiago	0	0
9	Bosque	0	0
10	BR	0	0
11	Ouro Verde	38	17,7
12	Sibipiruna	39,7	18,7
13	Exposição	29,7	13,1
14	Vila Paraíso 1	48	23,2
15	Maria Cleonora	28	12,2
16	Chancia 6	33	15
17	Estadual 3	53	26
18	Sebastião 4	24,7	10,4
19	Independência 8	38	17,7
20	Fátima 13	33	15

O valor médio de DQO encontrado a partir das análises realizadas foi 20,3 mg/L. Os maiores valores foram detectados no poço Estadual 3 (53 mg/L), Vila Paraíso 1 (48 mg/L) e Sibipiruna (39,7 mg/L). A Figura 6 ilustra a estimativa da distribuição espacial do parâmetro DQO no aquífero, obtida por procedimento de interpolação.



**Figura 6: Linhas de iso-concentração de DQO mg/L.**

A Resolução CONAMA Nº 396 de 2008 e a Portaria M. S. Nº 518 de 2004 não fazem referência quanto aos valores máximos permitidos para o parâmetro  $DBO_5$ . Dessa forma, utilizou-se a Resolução CONAMA Nº 357 de 2005 para comparação e classificação em relação a este indicador. Essa resolução indica uma concentração máxima de 3 mg/L para as classes especial e 1, 5 mg/L para classe 2 e 10 mg/L para classe 3, não estabelecendo valores para classe 4. A partir das análises realizadas para redação do presente artigo, constatou-se uma  $DBO_5$  média 9,1 mg/L, com extremo de 26 mg/L no Poço Estadual 3 (Tabela 2), indicando presença de carga orgânica poluidora.

Utilizando como referência os valores indicados pela Resolução CONAMA Nº 357 de 2005, em relação à classe 2, destinada para abastecimento público, observa-se que 50 % dos poços analisados superaram o mínimo estabelecido de 5 mg/L. Foram registrados valores acima do permitido nos poços Ouro Verde, Sibipiruna, Exposição, Vila Paraíso 1, Maria Cleonora, Chancia 6, Estadual 3, São Sebastião 4, Independência 8 e Fátima 13 (Tabela 2). A Figura 7 ilustra a distribuição espacial de  $DBO_5$ . Na Figura 8, são apresentados os resultados do mapeamento obtido por Souza (2009).

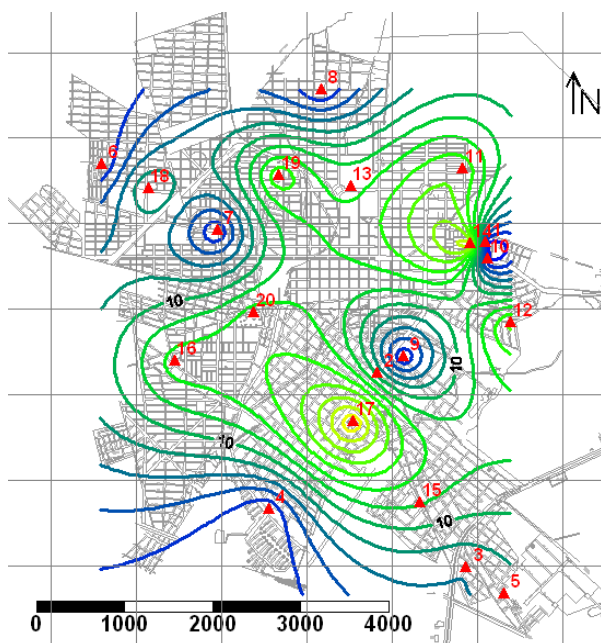


Figura 7: Linhas de iso-concentração de DBO<sub>5</sub>, em mg/L.

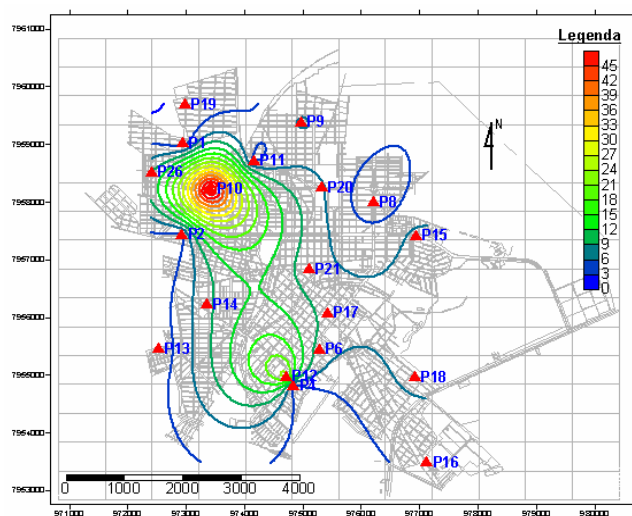


Figura 8 – Distribuição espacial das concentrações de DBO<sub>5</sub>, em mg/L. Fonte: Souza (2009).

Em termos médios, os dados obtidos relacionados à DBO<sub>5</sub> aproximam-se dos dados obtidos por Souza (2009) que encontrou uma média de 12,49 mg/L, para este mesmo período. A despeito disto, a distribuição espacial, aqui obtida, registrou teores menores em relação ao trabalho de Souza (2009). Há a confirmação de maiores valores de DBO<sub>5</sub> nos setores próximos ao poço 17 (Estadual 3), mas diferenças notáveis nas proximidades do poço 7 (São Judas). De maneira geral, visualiza-se que curvas de iso-valores de DBO<sub>5</sub> próximas de 20 mg/L cruzam os setores centrais da cidade, onde as redes coletoras tendem a ser mais antigas.

### PARÂMETRO: E-Coli

A contagem de *Escherichia coli* é considerada uma das melhores técnicas para estimar o grau de poluição fecal (Yáñez et al., 2006).

Em Araguari, existem áreas, notadamente periféricas, desprovidas de rede de esgoto, cuja destinação final dos efluentes ocorre pelo sistema tanque séptico/sumidouro, como é o caso da área circunvizinha do Poço Padre Nilo. Estes locais podem ser considerados como áreas potencialmente mais favoráveis para a contaminação fecal.

Analisando a qualidade da água dos poços selecionados em relação à presença da bactéria *E. Coli.*, foi constatada a ausência deste microorganismo nas amostras. Segundo Souza (2009), a inexistência de microorganismos nesta área pode ser resultado da reduzida velocidade do escoamento e da capacidade filtrante do meio. Outra explicação está relacionada com a acidez da água analisada que torna o meio inibitório ou letal para a célula microbiana.

### PARÂMETRO: pH

Os valores de pH permaneceram entre 4,9 e 6,6, valores próximos aos encontrados por Minardi et al.(2008), indicando águas ácidas a moderadamente ácidas. Segundo esses autores, essa agressividade das águas do aquífero Bauru no local deve ser uma das causas das frequentes corrosões dos filtros que failitam entrada de areia nos poços.

### PARÂMETROS: Sólidos Totais e Sólidos Dissolvidos

A análise da qualidade da água em relação a Sólidos Totais e Sólidos Dissolvidos indicou valores médios de 3 mg/L e 3,3 mg/L, respectivamente. Os resultados são resumidos na Tabela 3. As ordens de grandeza das concentrações assemelham-se aos valores obtidos por Minardi et al.(2008), que encontraram valores abaixo de 7 mg/L.

**Tabela 3: Parâmetros Sólidos Totais e Sólidos Dissolvidos obtidos nos pontos de coleta.**

ID	POÇO	SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)	SÓLIDOS DISSOLVIDOS (mg/L)
1	Rodoviária	1,4	2,2
2	Agroara	1,3	1,2
3	Satélite	2,4	1,0
4	Formigão	1,1	8,5
5	Padre Nilo	1,2	7,2
6	Jaca	2,1	3,5
7	São Judas	2,1	3,4
8	Walter Santiago	3,3	2,8
9	Bosque	2,2	2,6
10	BR	3,4	2,9
11	Ouro Verde	3,2	2,4
12	Sibipiruna	2,4	2,0
13	Exposição	1,2	3,6
14	Vila Paraiso 1	2,4	1,6
15	Maria Cleonora	3,4	3,3
16	Chancia 6	2,6	1,5
17	Estadual 3	4,8	2,7
18	Sebastião 4	8,6	5,2
19	Independência 8	1,0	3,6
20	Fátima 13	9,6	4,8

Destaca-se que as concentrações encontradas ficaram abaixo do máximo indicado pela Resolução CONAMA N° 396 de 2008 para água destinada ao abastecimento humano (1000 mg/L). Os mapas de distribuição destes parâmetros são indicados pelas Figuras 9 e 10.

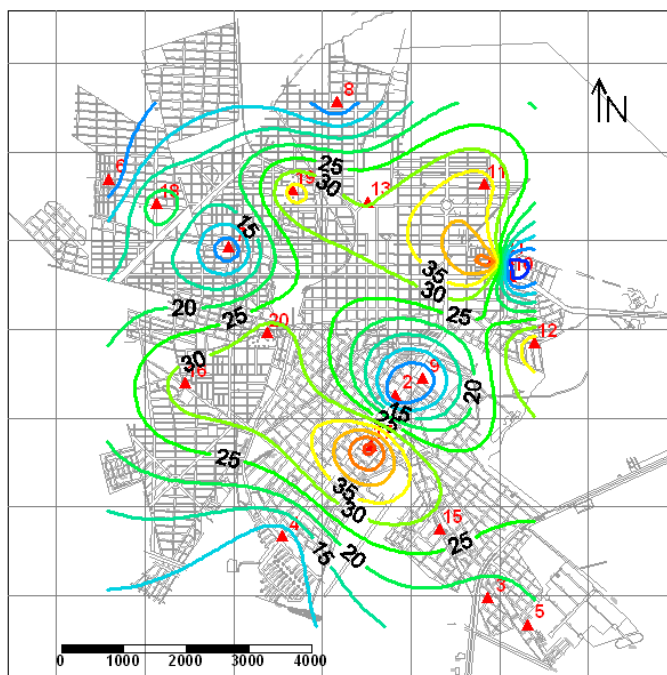


Figura 9: Linhas de iso-concentração Sólidos Totais, em mg/L.

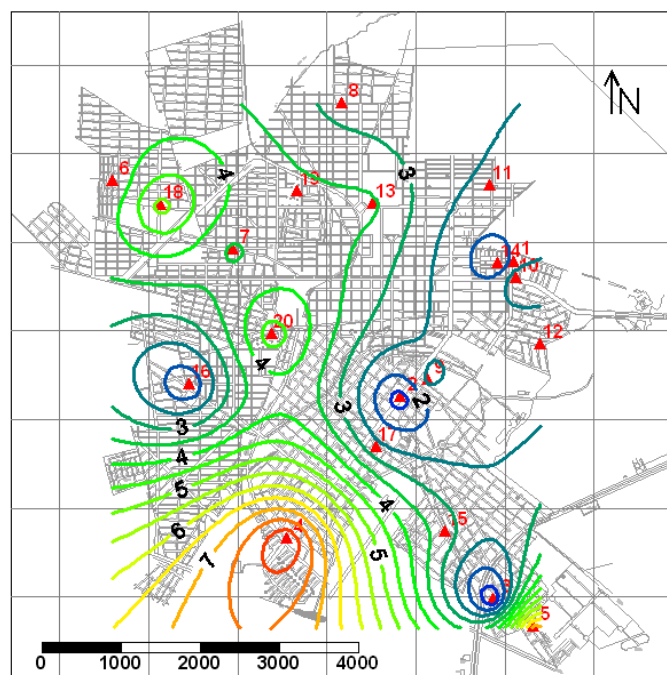


Figura 10: Linhas de iso-concentração Sólidos Dissolvidos, em mg/L.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e comparação com outros estudos desenvolvidos na área abordada, observam-se locais onde há deteriorização da qualidade da água subterrânea do aquífero Bauru, na área urbana de Araguari.

Apesar desta constatação, na maior parte da cidade, a água do referido aquífero ainda apresenta boa qualidade com propriedades físico-químicas e bacteriológicas adequadas a diversos usos.



Contudo faz-se necessário o estudo relacionado ao uso e ocupação do solo, bem como de fluxos de água subterrânea para precisar as possíveis fontes de Nitrato e de DBO, entre outros parâmetros, cujas concentrações foram destacadas neste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALAMY FILHO, J. E.; SEGANTINI, M.O. Um modelo híbrido para simulação de escoamentos em aquíferos situados em zonas urbanas. In: XXIV Congresso Latinoamericano de Hidráulica. Punta del Este, Uruguai, 2010.
2. ARAUJO, F. A. V; SOARES, B. R: O processo de modernização agrícola como condicionante à nova relação urbano rural no município de Araguari (MG) *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*, v.1, n.1, p.02-20, jan. 2009. 2
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 15 de março de 2005. Brasília, DF. 2005.
4. FOSTER, S. et.al Groundwater Quality Protection: A Guide for Water Service Companies, Municipal Authorities and Environment Agencies:
5. MINISTÉRIO DA SAÚDE / Portaria MS n.º 518/2004, Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2004.
6. OLIVEIRA, L. A.; CAMPOS, J. E. G. Parâmetros hidrogeológicos do sistema aquífero Bauru na região de Araguari/MG: Fundamentos para a gestão do sistema de abastecimento de água. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 2, p. 213-218, 2004.
7. SANTOS, M. R. P. Transporte advectivo de poluentes do riacho dos Macacos ao aquífero rio da Batateira na cidade de Juazeiro do Norte-Ceará. 120 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2003.
8. SEGANTINI, M. O: Mapeamento do Aquífero Bauru situado sobre a zona urbana de Araguari: Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2010
9. SOUZA, Nathália A.; ALAMY FILHO, José Eduardo. Monitoramento da Qualidade da Água do Manancial Subterrâneo da Cidade de Araguari, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25o, 2009, Recife. Anais... Recife, CBESA, 2009.
10. SOUZA, Nathália Assunção. Vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas – um estudo do aquífero Bauru na zona urbana de Araguari, MG. 2009.135 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.
11. VELÁSQUEZ, L. N. M.; ROMANO, A. W. Relatório Final – Caracterização Hidrogeológica do município de Araguari, MG. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.