



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

# **Programa de Cadastramento de Fontes Hídricas Subterrâneas, PBA-26**

**ANÁLISE DA SEGUNDA CAMPANHA DE MONITORAMENTO**

## **Relatório 2**

**Recife, outubro de 2014**

## Apresentação

Este relatório apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos do Programa de Cadastramento de Fontes Hídricas Subterrâneas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional prevista no Plano Básico Ambiental (PBA-26), como condicionante da Licença de Instalação do IBAMA para o referido projeto. Os dados apresentados correspondem ao período da 2ª campanha deste PBA. Este documento final está sendo submetido à Coordenação do PISF no Ministério de Integração, em nome da Sra. Elianeiva Odísio, para avaliação e complementações que se façam necessárias.

# Equipe

## COORDENAÇÃO

Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral (UFPE)

## PESQUISADORES

Prof. Dr. José Geilson Alves Demetrio (UFPE)

Dr. Gustavo Melo (UFPE)

M.Sc. Janaina Assis (UFPE)

# Sumário

|  |   |
|--|---|
| 1. INTRODUÇÃO, .....                   | 5 |
| 2. ANÁLISE DOS NÍVEIS ESTÁTICOS, ..... | 5 |
| 3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA, ..... | 6 |

## 1. INTRODUÇÃO

A campanha de coleta de água para a análise de nitrato, coliformes fecais e coliformes termotolerantes ocorreu entre os dias 20 e 29 de janeiro de 2014. As amostras foram coletadas pelos técnicos da CMT Engenharia Ambiental e as análises foram realizadas pelo laboratório Agrosafety Monitoramento Agrícola Ltda, sediado em Brasília.

As medidas de nível estático (NE), pH, temperatura, condutividade elétrica da água (CE), oxigênio dissolvido (OD) e turbidez foram feitas no mesmo período da coleta das amostras de água. O parâmetro sólidos totais dissolvidos (STD) obtido nesta campanha não foi medido, mas calculado a partir do valor da CE ( $STD=0,64 \times CE$ ). Este é o procedimento padrão dos condutivímetros portáteis. Ao todo foram coletadas informações em 40 poços, 2 a mais do que na primeira campanha, porém nesses dois poços extras (poço 3 e 48) foram apenas medidos os níveis estáticos. Nos poços 49, 22A e 41A na campanha atual também só foram feitas as medidas de NE. Dos 40 poços observados 25 estão no eixo norte e 15 no eixo leste.

Os resultados das análises de laboratório e os dados obtidos em campo são apresentados na Tabela 1.

## 2. ANÁLISE DOS NÍVEIS ESTÁTICOS

Como os poços são muitos distantes entre si, mesmo aqueles pertencentes a um mesmo eixo, considerando a heterogeneidade e anisotropia do meio, não há sentido fazer um mapa potenciométrico usando as informações de NE, como dito no relatório da campanha anterior. Estes dados vão ser importantes a medida que novas campanhas de monitoramento forneçam mais dados para se obter um registro da variação do NE em cada poço. A partir do monitoramento de, pelo menos, um ciclo hidrológico completo será possível extrair informações sobre as flutuações dos NEs..

Os NEs variaram entre 3,0m e 25,2m, com média de 10,14m, valores muito próximos da campanha anterior.

Como foram realizadas apenas duas campanhas de monitoramento foi feita uma análise global da variação do nível estático nos poços, para tanto foi utilizado um gráfico cartesiano, sendo representando no eixo X os poços de monitoramento e no eixo Y as medidas de nível estático feitas na primeira campanha (julho/2013) e da segunda campanha (janeiro/2014).

Não foram feitas, na primeira campanha, as medidas de NE nos poços 16 e 21.

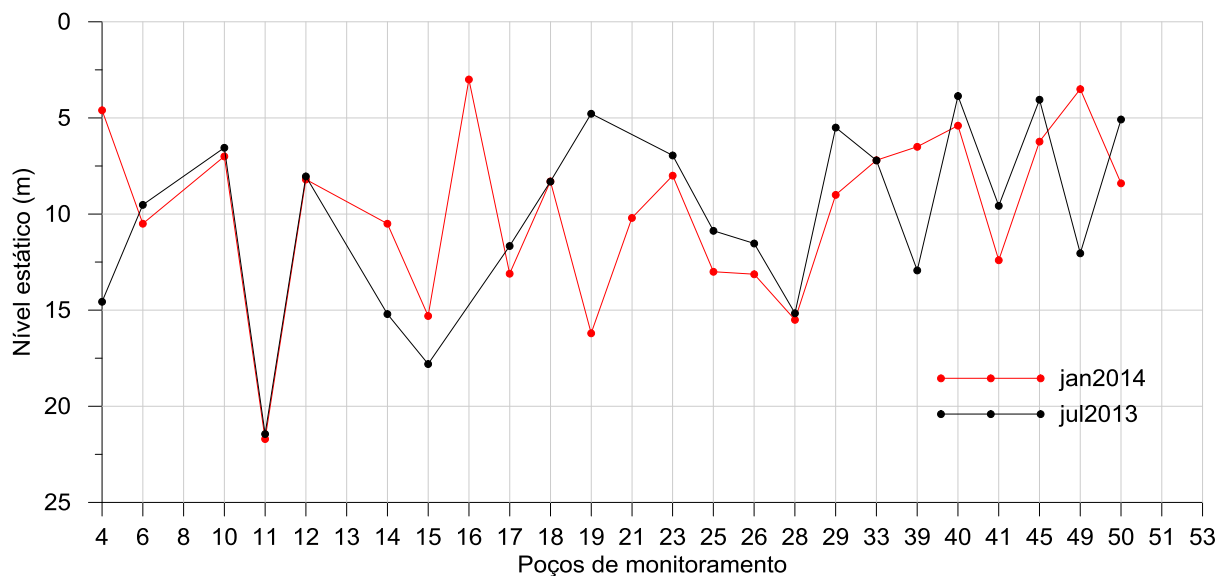


Figura 01 – Variação do Nível Estático

Como se observa na figura 01 não houve grandes variações de NE entre as duas campanhas. Não se percebe nenhum tipo de tendência. Em alguns poços houve aumento do NE, em outros diminuição e nos outros praticamente não houve variação. O maior rebaixamento registrado, 11,42m, foi no poço 19, enquanto a maior recuperação, 9,96m, foi observada no poço 4, ambos os poços no eixo norte.

Ainda recomendamos ao pessoal responsável pela coleta dos dados, que abra uma coluna na planilha de dados para informar há quanto tempo a bomba foi desligada antes da medida do NE. No caso dos poços instalados com cata-vento, nessa coluna, preencher somente com a sigla CV.

### 3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Quanto à qualidade da água, na atual campanha, os parâmetros analisados permitem de imediato constatar que todas as amostras estão contaminadas por coliformes totais, enquanto na campanha anterior 60,5% das amostras estavam contaminadas. Quanto aos coliformes termotolerantes 71,0% dos poços apresentaram águas contaminadas, contra 30% da campanha anterior. Houve, portanto, um aumento generalizado da contaminação bacteriológica. Os dados disponíveis não permitem identificar as razões dessa elevação, porém uma possível causa, ou, pelo menos, um dos fatores que contribuíram para esse aumento, é a época do ano das duas coletas de amostras. A campanha atual foi realizada no mês de janeiro, quando normalmente chove mais do que em julho, quando foi realizada a primeira campanha. Uma maior quantidade de chuva,

principalmente no início da quadra chuvosa, poderia carrear mais material contaminado para os poços, uma vez que a proteção sanitária dos mesmos é precária.

Tal como mostrado no relatório da campanha anterior, isso demonstra a precariedade da proteção sanitária dos poços. O que é preocupante porque o uso pela população das águas desses poços a coloca em risco de adquirir doenças transmitida via água. Nos gráficos da figura 02 é apresentada a comparação das análises bacteriológica entre a atual campanha e a campanha anterior.

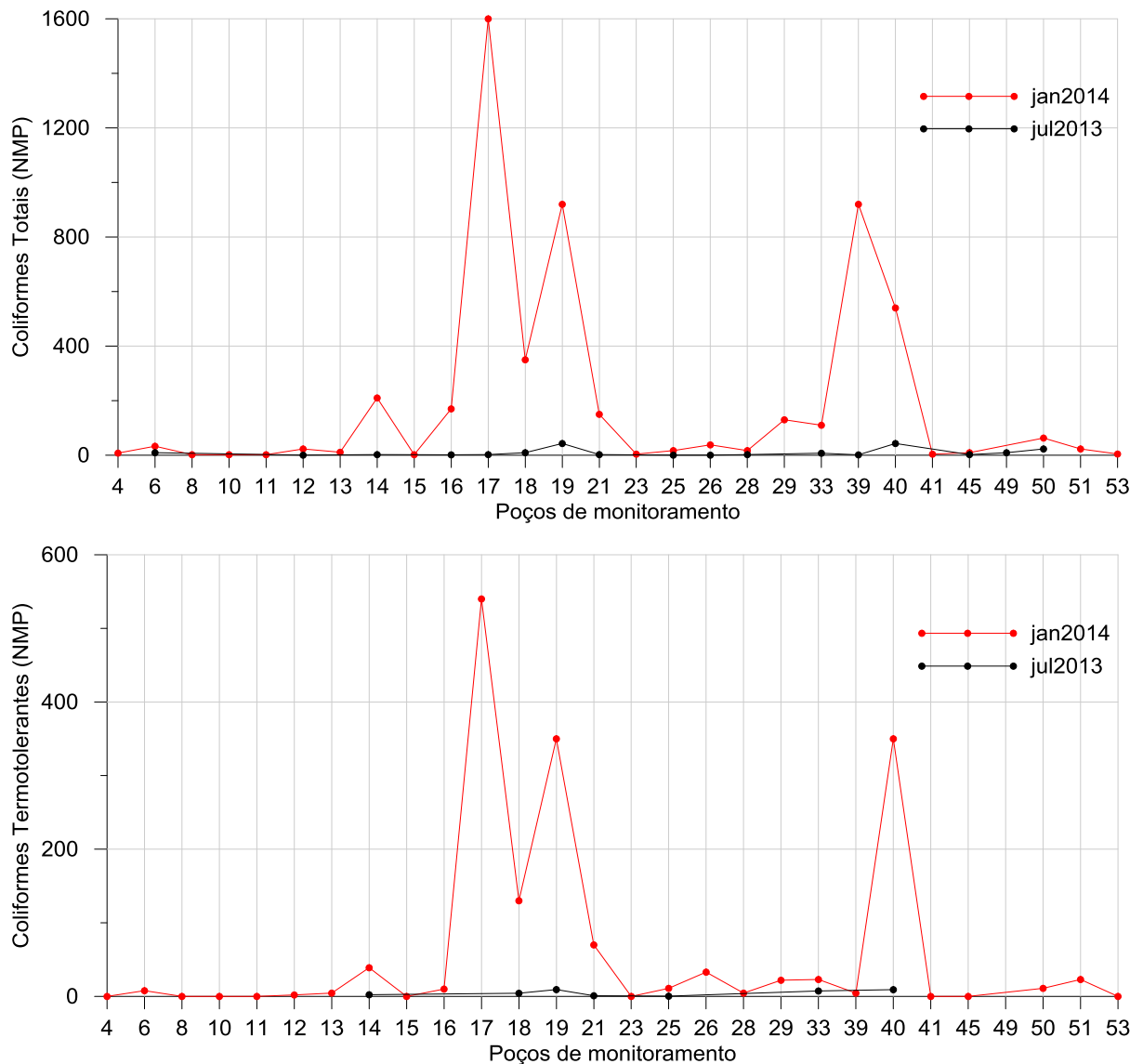


Figura 02 – Comparação das análises bacteriológicas

A comparação das curvas dos coliformes totais e termotolerantes, na campanha atual, mostra que praticamente há uma coincidência no formato das duas curvas. Isto mostra que provavelmente as principais causas de contaminação estão associadas aos poços. Apenas no poço 39 não coincidiu o pico nos dois gráficos.

Quando mal tamponados, os poços permitem a entrada de insetos e animais de pequeno porte. É comum a existência de poço mal cuidado, às vezes, até com presença de lixo. Nas fotografias da Figura 3 são mostrados dois exemplos de poços com bocas em situações inadequadas.



Poço 25

Poço 15A

Figura 03 – Exemplos de condições de boca de poço

No relatório da campanha anterior foi mostrado que havia uma boa correlação entre o nível estático e a quantidade de coliformes totais. A correlação encontrada foi de -0,63. Na atual a correlação entre esses dois parâmetros foi modificada substancialmente, passando para -0,15, ou seja, correlação baixíssima (figura 04). Isso mostra que houve algum evento que alterou completamente o comportamento da contaminação bacteriológica.

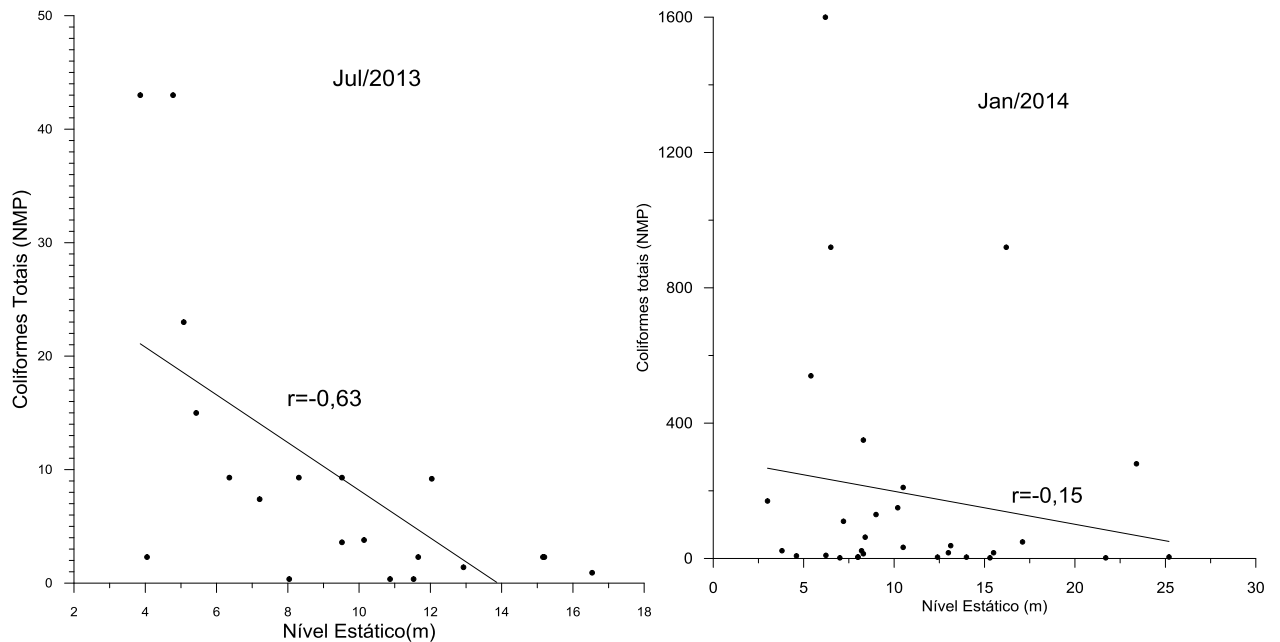


Figura 04 – Relação entre o NE e os coliformes totais na campanha atual e anterior



A salinidade da água é fator comum nos poços construídos no embasamento cristalino do semiárido nordestino, segundo Demetrio<sup>1</sup> et.al., 2007, há uma probabilidade de cerca de 60% para um poço apresentar água com sólidos totais dissolvidos acima de 1000 mg/L, limite estabelecido para a potabilidade conforme a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, que regulamenta a matéria.

Um fato que chama a atenção, tal como na campanha anterior, na questão da salinidade é que a maioria das águas salinizadas concentraram-se no eixo Leste, nove amostras contra duas do eixo Norte.

A comparação, figura 04, poço a poço, da condutividade elétrica da água entre a campanha atual e a anterior mostra que praticamente não houve variações desse parâmetro

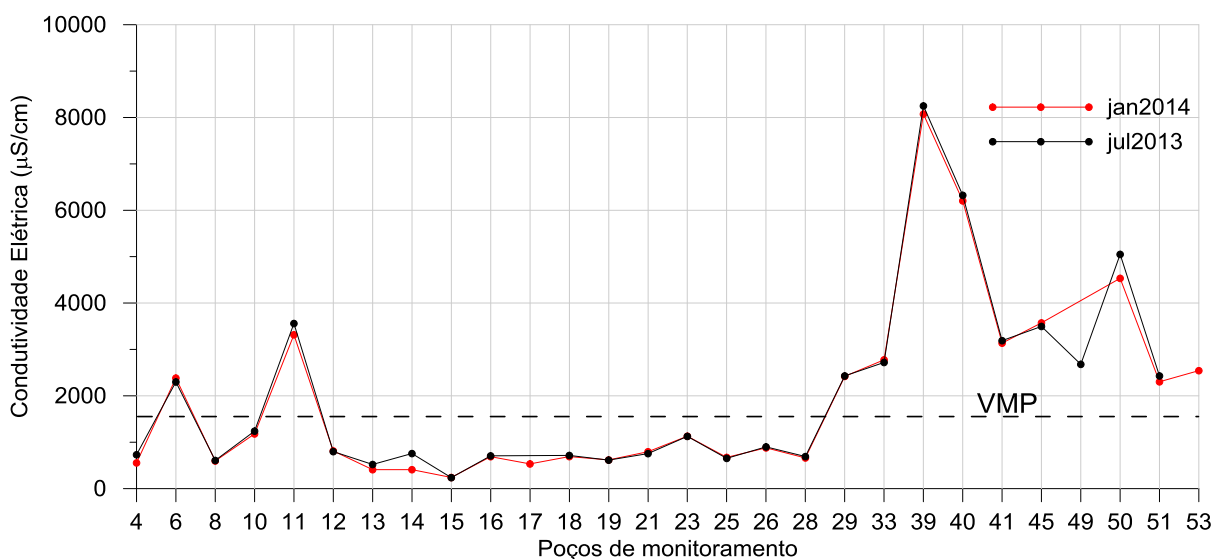


Figura 05 – Variação da CE da água entre a campanha atual e a anterior

Quanto ao nitrato, o valor máximo permitido (VMP) pela Portaria 2914/11 é de 10 mg/L. Este parâmetro é indicativo de contaminação antrópica, principalmente através de esgoto.

Na figura 06 é mostrada graficamente a variação do nitrato entre as duas campanhas de monitoramento. Na primeira campanha apenas o poço 50 apresentou concentração acima do VMP, na atual, além do poço 50, também apresentaram concentrações acima do VMP os poços 39, 45 e 53. Tal como no caso dos coliformes, houve também uma deterioração da qualidade da água em relação ao nitrato. Chama a atenção a concentração encontrada no poço 39 de 80 mg/L. Uma justificativa para essa elevada concentração seria sua proximidade com um curral. Porém, essa proximidade não pode explicar sozinha a alta concentração encontrada, pois na campanha anterior foi apenas de 0,36 mg/L. Deve ter havido algum outro fato, que associado à proximidade do curral, foi o responsável pelo valor encontrado.

<sup>1</sup> Demetrio, J.G.A., Feitosa, E.C., Saraiva, A.L, Água Aquífero Fissurais, Capítulo 4, O Uso Sustentável dos Recursos Hídricos em Regiões Semi-Áridas, org por Cirilo J.A. et.Al, Editora Universitária UFPE, Recife, 2007.

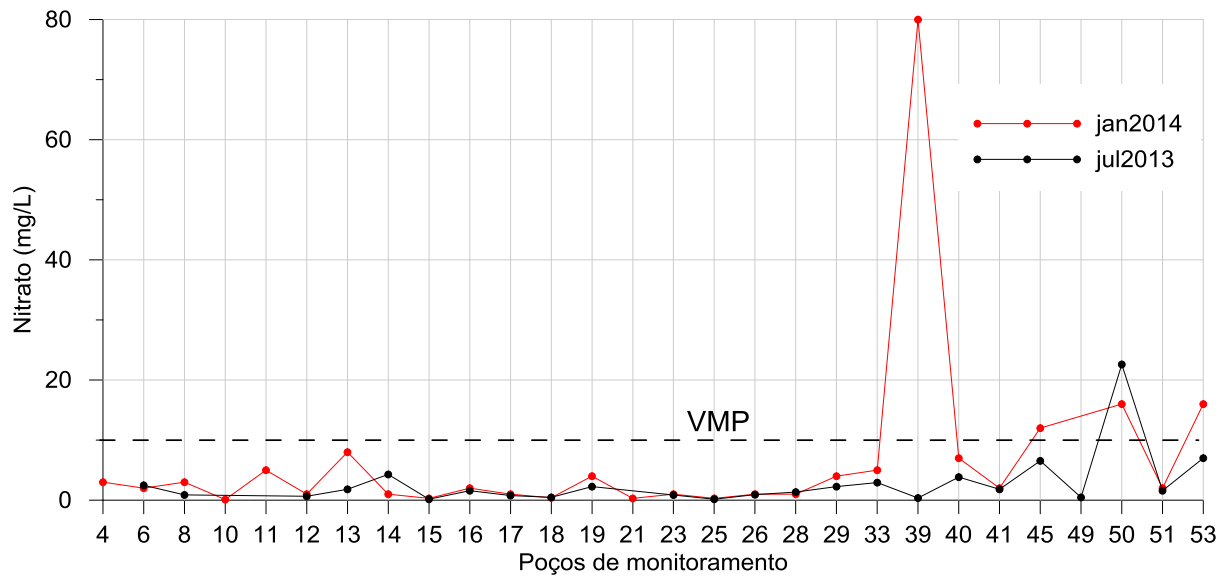


Figura 06 – Variação do nitrato

Quanto ao pH todas as amostras estão na faixa recomendada pelo Ministério da Saúde, que é de 6,0 a 9,5, tal como na campanha anterior. Analisando a variação do pH, figura 07, entre as duas campanhas, percebe-se que não houve alterações significativas.

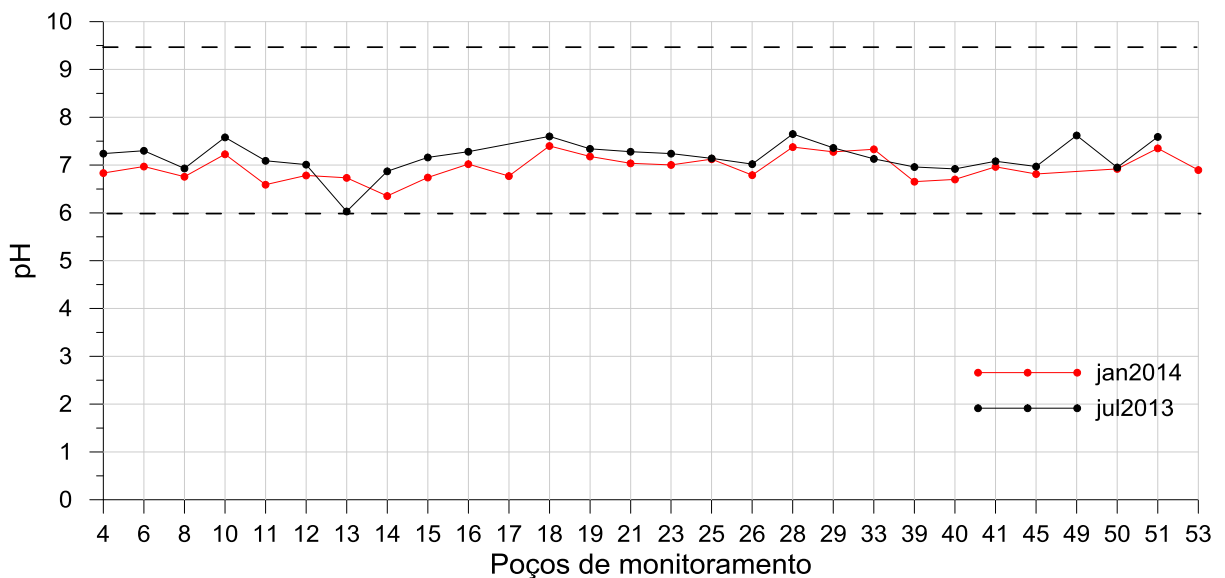


Figura 07 – Variação do pH

Segundo Custódio e Llamas, 1983<sup>2</sup>, as concentrações de oxigênio dissolvido na água subterrânea variam entre 0 e 5 mg/L, frequentemente inferior a 2 mg/L, enquanto na água de superfície é em torno de 10 mg/L. Os valores encontrados variaram entre 4,15 e 8,30 mg/L, com média de 5,99 mg/L. Valores muito próximos aos da campanha anterior. Os valores são superiores

<sup>2</sup> Custódio, E. e Llamas, M.R., Hidrologia Subterrânea, Edições Omega, Barcelona, 2ª Edição, 1983

àqueles esperados para as águas subterrâneas. Estas concentrações de oxigênio dissolvido devem-se a facilidade com que água infiltrada chega à zona saturada, ainda com concentrações mais próximas aquelas da água de superfície.

De uma forma geral entre a primeira e segunda campanha houve uma deterioração na qualidade da água no que diz respeito ao conteúdo bacteriológico e de nitrato, mas no tocante a salinidade, oxigênio dissolvido e pH não houve variações significativas. Quanto aos níveis não se pode estabelecer nenhum tipo de tendência, nem mesmo comparando-se separadamente os poços por eixo. Aconteceram variações positivas e negativas do nível estático e em alguns poços os valores de NE permaneceram inalterados.

Tabela 1 – Dados coletados na primeira campanha de monitoramento

| Poço | EIXO | UTME(m)   | UTMN      | Data coleta | NE (m) | Nitrato (mg/L N) | CTT           | CT              | pH   | T °C  | CE (mS/cm) | STD (mg/L)     | OD (mg/l) | Turbidez (NTU) |
|------|------|-----------|-----------|-------------|--------|------------------|---------------|-----------------|------|-------|------------|----------------|-----------|----------------|
| 3    | N    | 459.634*  | 9.086.400 | 29/01/2014  | 3,80   | -                | -             | -               | -    | -     | -          | -              | -         | -              |
| 4    | N    | 461416*   | 9088940   | 29/01/2014  | 4,60   | 3,00             | 0,00          | <b>7,80</b>     | 6,83 | 26,92 | 555,67     | 355,67         | 4,10      | 0,79           |
| 6    | N    | 495.849*  | 9.132.308 | 29/01/2014  | 10,50  | 2,00             | <b>7,80</b>   | <b>33,00</b>    | 6,97 | 28,93 | 2383,33    | <b>1523,33</b> | 4,93      | 0,05           |
| 8    | N    | 498.929** | 9.146.200 | 27/01/2014  | -      | 3,00             | 0,00          | <b>2,00</b>     | 6,76 | 26,84 | 597,00     | 382,00         | 6,47      | 0,25           |
| 10   | N    | 516.047** | 9.166.278 | 27/01/2014  | 7,00   | 0,10             | 0,00          | <b>2,00</b>     | 7,23 | 28,42 | 1180,00    | 756,67         | 4,92      | 0,64           |
| 11   | N    | 499.891** | 9.148.856 | 27/01/2014  | 21,70  | 5,00             | 0,00          | <b>2,00</b>     | 6,59 | 27,30 | 3316,67    | <b>2126,67</b> | 4,12      | 0,56           |
| 12   | N    | 514.044** | 9.161.608 | 27/01/2014  | 8,20   | 1,00             | <b>2,00</b>   | <b>23,00</b>    | 6,78 | 26,74 | 813,00     | 520,33         | 3,70      | <b>5,96</b>    |
| 13   | N    | 517.557** | 9.164.658 | 27/01/2014  | -      | 8,00             | <b>4,50</b>   | <b>11,00</b>    | 6,73 | 28,52 | 409,00     | 266,00         | 5,44      | 0,11           |
| 14   | N    | 519.639** | 9.165.738 | 27/01/2014  | 10,50  | 1,00             | <b>39,00</b>  | <b>210,00</b>   | 6,35 | 28,46 | 409,00     | 266,00         | 7,66      | 0,57           |
| 15   | N    | 517.621** | 9.175.449 | 27/01/2014  | 15,30  | 0,30             | 0,00          | <b>2,00</b>     | 6,74 | 28,27 | 241,00     | 157,00         | 2,68      | 4,29           |
| 16   | N    | 539.487** | 9.210.903 | 28/01/2014  | 3,00   | 2,00             | <b>10,00</b>  | <b>170,00</b>   | 7,02 | 29,12 | 689,00     | 441,00         | 4,80      | 2,92           |
| 17   | N    | 542.341** | 9.209.016 | 28/01/2014  | 13,10  | 1,00             | <b>540,00</b> | <b>&gt;1600</b> | 6,77 | 30,14 | 533,00     | 341,00         | 4,37      | 0,16           |
| 18   | N    | 544.515** | 9.212.001 | 28/01/2014  | 8,30   | 0,40             | <b>130,00</b> | <b>350,00</b>   | 7,40 | 30,07 | 691,00     | 442,00         | 4,65      | 0,50           |
| 19   | N    | 544.415** | 9.213.433 | 28/01/2014  | 16,20  | 4,00             | <b>350,00</b> | <b>920,00</b>   | 7,18 | 29,91 | 618,67     | 396,00         | 6,19      | 1,36           |
| 21   | N    | 547.975** | 9.215.233 | 28/01/2014  | 10,20  | 0,30             | <b>70,00</b>  | <b>150,00</b>   | 7,04 | 28,91 | 796,00     | 509,33         | 4,87      | 0,04           |
| 23   | N    | 544.890** | 9.222.592 | 28/01/2014  | 8,00   | 1,00             | 0,00          | <b>4,00</b>     | 7,00 | 28,07 | 1130,00    | 723,33         | 3,49      | 0,09           |
| 25   | N    | 553.281** | 9.222.246 | 28/01/2014  | 13,00  | 0,30             | <b>11,00</b>  | <b>17,00</b>    | 7,12 | 28,71 | 674,00     | 431,33         | 5,59      | 0,24           |
| 26   | N    | 554.921** | 9.223.994 | 28/01/2014  | 13,13  | 1,00             | <b>33,00</b>  | <b>38,00</b>    | 6,79 | 28,44 | 879,00     | 562,67         | 7,68      | 0,69           |
| 28   | L    | 587.663*  | 9.039.449 | 20/01/2014  | 15,50  | 1,00             | <b>4,50</b>   | <b>17,00</b>    | 7,38 | 28,67 | 662,00     | 423,67         | 5,74      | 0,07           |
| 29   | L    | 591.583*  | 9.039.839 | 20/01/2014  | 9,00   | 4,00             | <b>22,00</b>  | <b>130,00</b>   | 7,28 | 29,44 | 2420,00    | <b>1550,00</b> | 4,90      | 0,99           |
| 33   | L    | 593.207*  | 9.042.326 | 20/01/2014  | 7,20   | 5,00             | <b>23,00</b>  | <b>110,00</b>   | 7,33 | 29,57 | 2776,67    | <b>1780,00</b> | 3,72      | <b>12,08</b>   |

Obs.: NE=nível estático; CTT=Coliformes termotolerante(NMP)s; CT=Coliformes totais(NMP); T=temperatura; CE=Condutividade elétrica; STD=Sólidos totais dissolvidos; OD=Oxigênio dissolvido; LQ=Abaixo do limite de detecção; (\*) zona 24L; (\*\*)=zona 24M; Valores em vermelho = Superior a máximo recomendado pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

Tabela 1 – Dados coletados na primeira campanha de monitoramento (continuação)

| Poço | EIXO | UTME(m)   | UTMN      | Data coleta | NE (m) | Nitrato (mg/L N) | CTT     | CT      | pH   | T °C  | CE (mS/cm) | STD (mg/L) | OD (mg/l) | Turbidez (NTU) |
|------|------|-----------|-----------|-------------|--------|------------------|---------|---------|------|-------|------------|------------|-----------|----------------|
| 39   | L    | 644.045*  | 9.073.999 | 20/01/2014  | 6,50   | 80,00            | 4,50    | 920,00  | 6,65 | 29,03 | 8073,33    | 5086,67    | 3,53      | 0,92           |
| 40   | L    | 640.554*  | 9.080.082 | 20/01/2014  | 5,40   | 7,00             | 350,00  | 540,00  | 6,70 | 27,00 | 6203,33    | 3913,33    | 5,08      | 0,68           |
| 41   | L    | 670.050*  | 9.100.563 | 21/01/2014  | 12,40  | 2,00             | 0,00    | 4,00    | 6,96 | 26,75 | 3136,67    | 2006,67    | 6,37      | 0,00           |
| 45   | L    | 673.739*  | 9.102.343 | 21/01/2014  | 6,23   | 12,00            | 0,00    | 9,30    | 6,81 | 27,15 | 3573,33    | 2286,67    | 5,94      | 0,10           |
| 48   | L    | 687.137*  | 9.108.601 | 21/01/2014  | 7,14   | -                | -       | -       | -    | -     | -          | -          | -         | -              |
| 49   | L    | 687.050*  | 9.111.179 | 21/01/2014  | 3,50   | -                | -       | -       | -    | -     | -          | -          | -         | -              |
| 50   | L    | 693.102*  | 9.110.405 | 21/01/2014  | 8,40   | 16,00            | 11,00   | 63,00   | 6,92 | 27,23 | 4533,33    | 2903,33    | 3,90      | 0,04           |
| 51   | L    | 720.861** | 9.127.930 | 22/01/2014  | 3,80   | 2,00             | 23,00   | 23,00   | 7,35 | 27,79 | 2303,33    | 1480,00    | 6,65      | 0,88           |
| 53   | L    | 721.917** | 9.128.922 | 22/01/2014  | 8,00   | 16,00            | 0,00    | 4,50    | 6,90 | 27,66 | 2543,33    | 1630,00    | 5,23      | 2,42           |
| 10A  | N    | 517.656** | 9.165.840 | 27/01/2014  | 14,00  | 4,00             | 0,00    | 4,00    | 5,72 | 28,49 | 238,67     | 155,00     | 5,34      | 0,24           |
| 15A  | N    | 516.092** | 9.178.864 | 27/01/2014  | 25,20  | 0,80             | 0,00    | 4,50    | 5,91 | 28,27 | 624,00     | 399,33     | 5,87      | 0,36           |
| 15B  | N    | 514.244** | 9.182.824 | 27/01/2014  | 11,78  | 3,00             | 1600,00 | >1600   | 5,77 | 27,98 | 605,33     | 387,33     | 4,71      | 0,07           |
| 22A  | N    | 543.387** | 9.211.226 | 28/01/2014  | 4,53   | -                | -       | -       | -    | -     | -          | -          | -         | -              |
| 41A  | L    | 640.210*  | 9.082.019 | 20/01/2014  | 6,90   | -                | -       | -       | -    | -     | -          | -          | -         | -              |
| 44A  | L    | 672.270*  | 9.101.276 | 21/01/2014  | 6,20   | 0,60             | 46,00   | 1600,00 | 6,41 | 27,20 | 6196,67    | 3903,33    | 5,06      | 0,09           |
| 52B  | L    | 721.271** | 9.128.981 | 22/01/2014  | 8,30   | 1,00             | 0,00    | 14,00   | 6,83 | 27,11 | 10866,67   | 6746,67    | 3,56      | 3,05           |
| 5A   | N    | 480.641*  | 9.108.592 | 29/01/2014  | 17,10  | 7,00             | 33,00   | 49,00   | 6,86 | 29,69 | 1393,33    | 893,67     | 5,58      | 0,00           |
| 5B   | N    | 480.217*  | 9.107.077 | 29/01/2014  | 23,40  | 7,00             | 17,00   | 280,00  | 7,04 | 27,71 | 742,33     | 475,33     | 5,18      | 15,23          |
| 7A   | N    | 494.744*  | 9.133.910 | 29/01/2014  | 8,40   | -                | -       | -       | -    | -     | -          | -          | -         | -              |

Obs.: NE=nível estático; CTT=Coliformes termotolerante(NMP); CT=Coliformes totais(NMP); T=temperatura; CE=Condutividade elétrica; STD=Sólidos totais dissolvidos; OD=Oxigênio dissolvido; LQ=Abaixo do limite de detecção; (\*) zona 24L; (\*\*)=zona 24M; Valores em vermelho = Superior a máximo recomendado pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.