

Preparado para:



## Programa de Monitoramento dos Aqüíferos Frios e Quentes UHE Foz do Chapecó

### Relatório da Campanha 16 Fase Pós-Enchimento

Período: Janeiro/2014



Florianópolis, março de 2014.

**PROGEO**

Consultoria de Engenharia Ltda  
e



## ÍNDICE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | APRESENTAÇÃO.....                                  | 3  |
| 2     | ATIVIDADES REALIZADAS .....                        | 4  |
| 3     | A CAMPANHA.....                                    | 4  |
| 3.1   | POÇOS MONITORADOS .....                            | 4  |
| 3.2   | INFORMAÇÕES GERAIS.....                            | 5  |
| 4     | ANÁLISE DOS RESULTADOS .....                       | 6  |
| 4.1   | PARÂMETROS FÍSICOS .....                           | 6  |
| 5     | ASPECTOS GERAIS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....          | 10 |
| 5.1   | POÇOS FRIOS.....                                   | 10 |
| 5.2   | POÇOS TERMAIS .....                                | 14 |
| 5.2.1 | MONITORAMENTO DA VAZÃO, TEMPERATURA E PRESSÃO..... | 14 |
| 6     | VERIFICAÇÃO DA EXATIDÃO DAS ANÁLISES .....         | 16 |
| 6.1   | BALANÇO DE MASSA .....                             | 16 |
| 6.2   | BALANÇO DE CARGA.....                              | 17 |
| 7     | MEMÓRIA FOTOGRÁFICA.....                           | 19 |
| 8     | LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS MONITORADOS .....            | 21 |

/ /

---

## 1 Apresentação

Apresentamos neste relatório uma síntese referente às atividades desenvolvidas em função da realização da 16ª campanha da fase Pós-Enchimento, referente ao **Programa de Monitoramento dos Aqüíferos Frio e Termal da UHE Foz do Chapecó**, realizada no mês de janeiro de 2014.

Os trabalhos foram desenvolvidos sob a coordenação da PROGEO, com a SOCIOAMBIENTAL realizando os serviços de campo. As análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram efetuadas sob a responsabilidade do Laboratório ECOLABOR.

A equipe técnica envolvida é listada a seguir:

### **PROGEO (Coordenação)**

**Fernando Olavo Franciss**

Eng. Civil

### **SOCIOAMBIENTAL (Supervisão e Análises de Água)**

**Ricardo M. Arcari**

Eng. Sanitarista-Ambiental

**Edijan Corrêa**

Eng. Sanitarista-Ambiental

**Carlito Duarte**

Eng. Sanitarista-Ambiental

**Vitor Zimmermann**

Analista de Geoprocessamento

**Deison Hack**

Técnico Ambiental

**Daniel Michelin**

Biólogo

**Joyce Ganassali de Oliveira**

Estagiária

## 2 Atividades Realizadas

As principais atividades realizadas foram as seguintes:

- Planejamento da logística de campo a ser executada nas medições de níveis, bem como na amostragem de água;
- Medições de nível estático em campo;
- Amostragem de água;
- Avaliação dos resultados laboratoriais;
- Confeção do relatório após o processamento das informações obtidas em campo.

## 3 A Campanha

### 3.1 Poços Monitorados

Nesta campanha foram monitorados os seguintes poços:

| Poço  | Município        | Localidade               | Proprietário                    |
|-------|------------------|--------------------------|---------------------------------|
| APT04 | Alpestre         | Vila Barra Grande        | Comunidade                      |
| AGC01 | Águas de Chapecó | Balneário                | Cia Hidr Oeste Catarinense      |
| AGC06 | Águas de Chapecó | Linha Pegoraro           | Alvadi Both                     |
| AGC12 | Águas de Chapecó | N. Sra. das Graças       | Comunidade                      |
| CXS07 | Caxambu do Sul   | Linha Lamberdor          | Prefeitura                      |
| CXS10 | Caxambu do Sul   | Linha Laranjeiras        | Casan                           |
| CXS11 | Caxambu do Sul   | Linha Humaita            | Comunidade                      |
| CXS12 | Caxambu do Sul   | Linha Humaita            | Pedro A Munerol                 |
| CXS13 | Caxambu do Sul   | Linha Humaita            | Cleomar Munerol                 |
| CXS17 | Caxambu do Sul   | Sede                     | Casan                           |
| CXS18 | Caxambu do Sul   | Sede                     | Fábrica doces Dococa/Comunidade |
| CXS19 | Caxambu do Sul   | Linha Lamberdor          | Comunidade                      |
| CPC30 | Chapecó          | Porto Goio-en            | Comunidade                      |
| ITS01 | Itatiba do Sul   | Pitanguinhas             | Comunidade                      |
| ITS05 | Itatiba do Sul   | Porto Mau                | Comunidade                      |
| PAI01 | Paial            | Linha Pinheirinho        | Prefeitura                      |
| PAI05 | Paial            | Linha Prainha            | Prefeitura                      |
| PAI06 | Paial            | Linha Prainha            | Prefeitura                      |
| PAI16 | Paial            | Linha Salete             | Prefeitura                      |
| PMT24 | Palmitos         | Ilha Redonda             | Água Mineral Ilha Redonda       |
| PMT26 | Palmitos         | Sede Oldenburg-Esperança | Comunidade                      |
| SCL01 | São Carlos       | Sede                     | Laticínio Tirol Ltda            |
| SCL17 | São Carlos       | Baln. Rio Águas de Prata | Águas de pratas mineração       |
| SCL18 | São Carlos       | Baln. Rio Águas de Prata | Águas de pratas mineração       |

### 3.2 Informações Gerais

Entre os dias 27 de janeiro a 05 de fevereiro foram realizadas as atividades referentes à 16ª campanha do monitoramento dos aquíferos do UHE Foz do Chapecó, Fase Pós-Enchimento.

Os valores referentes às leituras realizadas durante a campanha de medição dos níveis estáticos e dinâmicos, vazões de bombeamento, bem como as datas em que foram realizadas as coletas nos poços selecionados para amostragem, são apresentados na **Tabela 3-I**.

**Tabela 3-I: Resumo Geral da 16ª campanha – Fase Pós-Enchimento**

| Poço  | Estado | Data de Amostragem | Resultados dos testes realizados |        |              |
|-------|--------|--------------------|----------------------------------|--------|--------------|
|       |        |                    | NE (m)                           | ND (m) | Vazão (m³/h) |
| APT04 | RS     | 30/01/2014         | 8,18                             | 10,55  | 8,64         |
| AGC01 | SC     | 30/01/2014         | Jorrante                         |        |              |
| AGC06 | SC     | 28/01/2014         | 14,28                            | 46,86  | 3,14         |
| CXS07 | SC     | 04/02/2014         | 12,66                            | 21,28  | 7,20         |
| CXS10 | SC     | 04/02/2014         | 4,95                             | 20,17  | 13,93        |
| CXS11 | SC     | 05/02/2014         | 5,88                             | 10,48  | 5,26         |
| CXS12 | SC     | 05/02/2014         | 49,00                            | 66,29  | 5,94         |
| CXS13 | SC     | 05/02/2014         | 1,18                             | 9,91   | 9,60         |
| CXS17 | SC     | 04/02/2014         | 4,53                             | 23,09  | 12,34        |
| CXS18 | SC     | 04/02/2014         | 24,93                            | 29,31  | 3,92         |
| CXS19 | SC     | 04/02/2014         | 37,14                            | 39,28  | 8,30         |
| CPC30 | SC     | 04/02/2014         | 5,50                             | -      | 2,48         |
| ITS01 | RS     | 03/02/2014         | 27,88                            | 35,26  | 3,43         |
| ITS05 | RS     | 03/02/2014         | 27,63                            | -      | -            |
| PAI01 | SC     | 31/01/2014         | 31,25                            | 64,43  | 9,19         |
| PAI05 | SC     | 29/01/2014         | 26,59                            | 91,39  | 5,18         |
| PAI06 | SC     | 30/01/2014         | 6,59                             | 26,94  | 6,11         |
| PAI16 | SC     | 30/01/2014         | 10,29                            | 18,04  | 24,00        |
| PMT24 | SC     | 30/01/2014         | Jorrante                         |        |              |
| PMT26 | SC     | 30/01/2014         | 1,38                             | -      | -            |
| SCL01 | SC     | 05/02/2014         | 18,31                            | 21,97  | 6,26         |
| SCL17 | SC     | 30/01/2014         | Jorrante                         |        |              |
| SCL18 | SC     | 30/01/2014         | Jorrante                         |        |              |

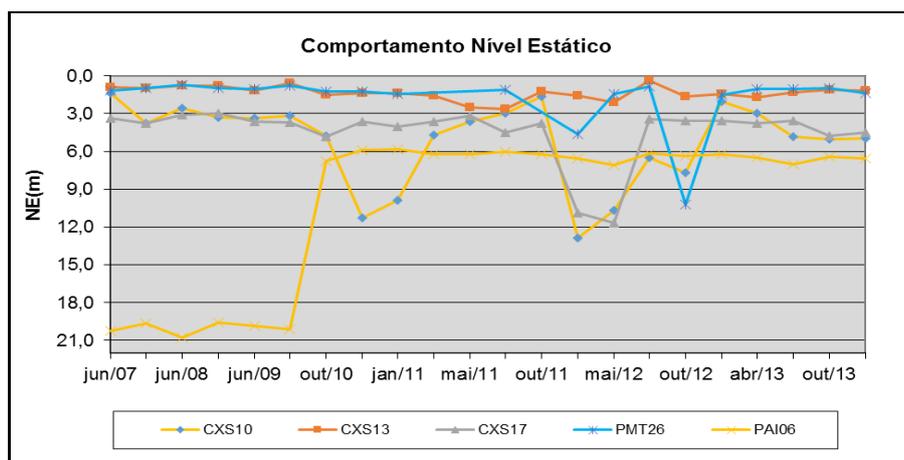
As medições de níveis e vazão e a coleta de água nos poços foram realizadas pela equipe da Socioambiental formada pelos Técnicos Deison Hack e Daniel Michelon, que ao fim de cada dia de coleta enviou as amostras, via transporte rodoviário, ao laboratório Ecolabor de São Paulo.

## 4 Análise dos Resultados

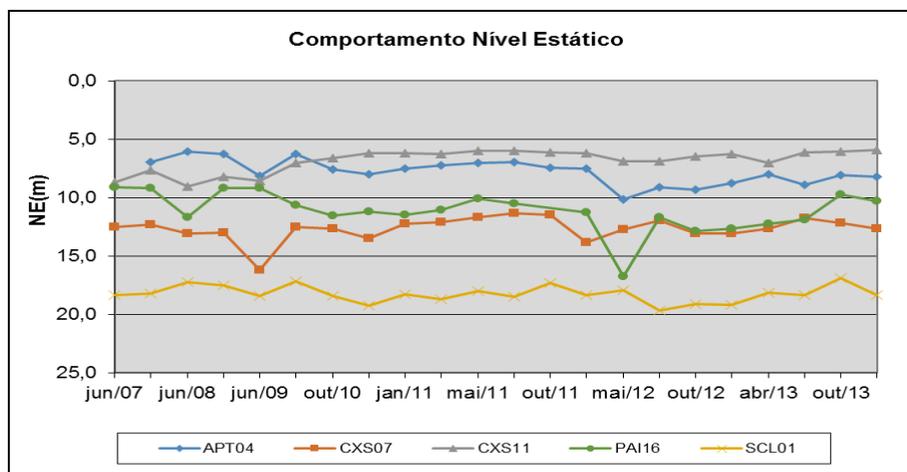
### 4.1 Parâmetros Físicos

#### Evolução do Nível Estático

Através dos **Gráficos 4-I a 4-IV**, que mostram a evolução do nível estático desde o início do monitoramento, é possível verificar que as variações de praticamente todos os pontos verificadas durante a 22ª campanha, 16ª da Fase Pós-Enchimento, estão entre os mínimos e máximos já ocorridos em todos os poços.



**Gráfico 4-I: Nível Estático**



**Gráfico 4-II: Nível Estático**

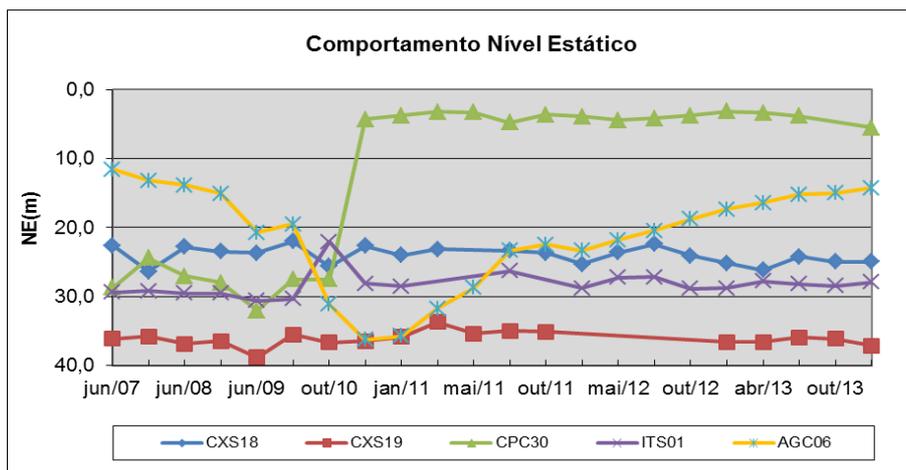


Gráfico 4-III: Nível Estático

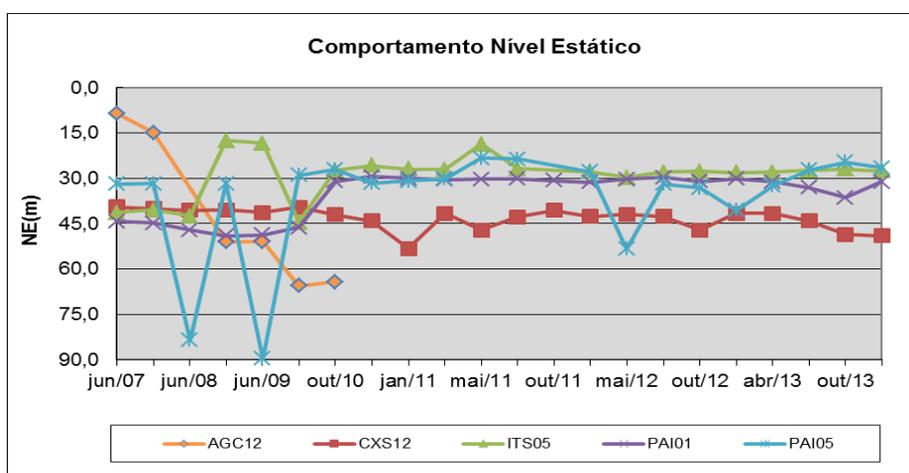


Gráfico 4-IV: Nível Estático

**Evolução do Nível Dinâmico**

Nesta campanha praticamente todos os poços apresentaram variações pouco significativas, conforme Gráficos 4-V a 4-VIII.

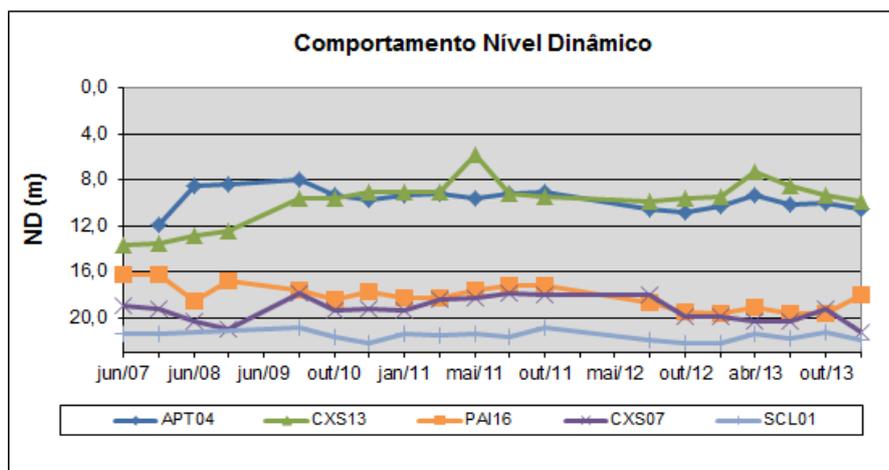


Gráfico 4-V: Nível Dinâmico

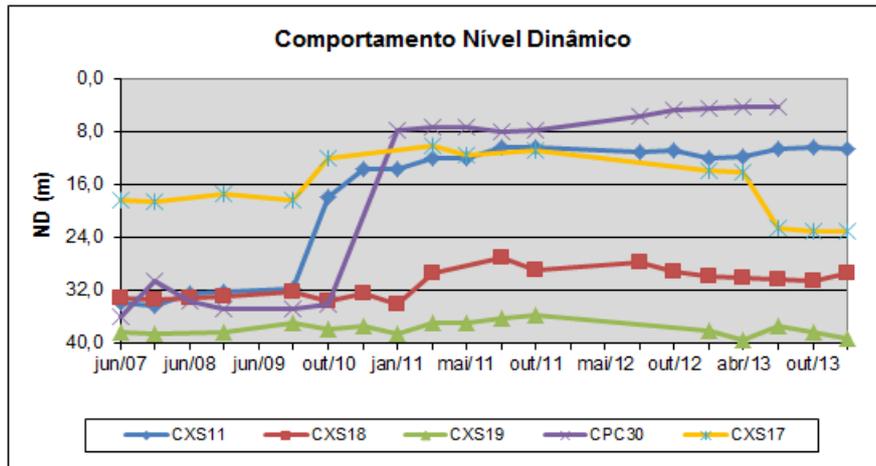


Gráfico 4-VI: Nível Dinâmico

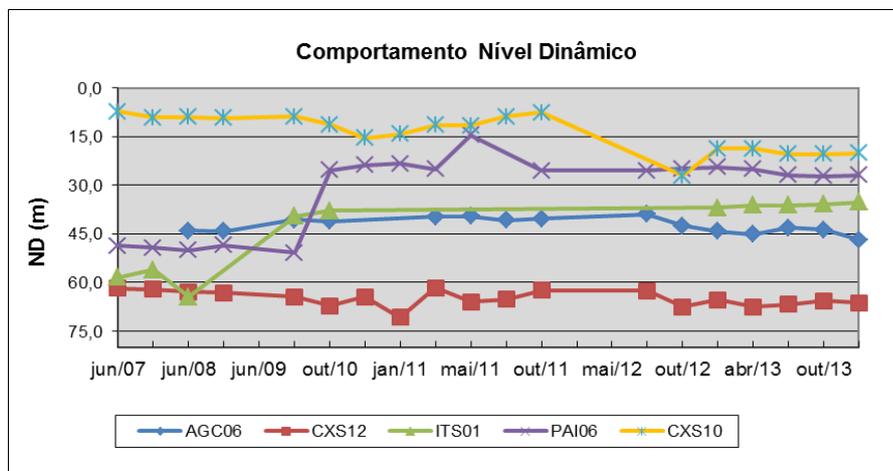


Gráfico 4-VII: Nível Dinâmico

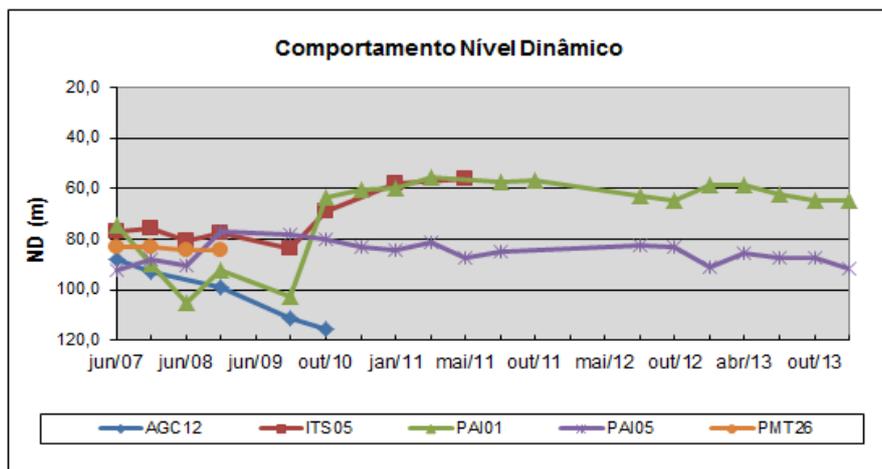


Gráfico 4-VIII: Nível Dinâmico

### Evolução da Vazão

Os Gráficos 4-IX a 4-XV apresentam o comportamento da vazão, onde é possível observar que não ocorreu variações significativas.

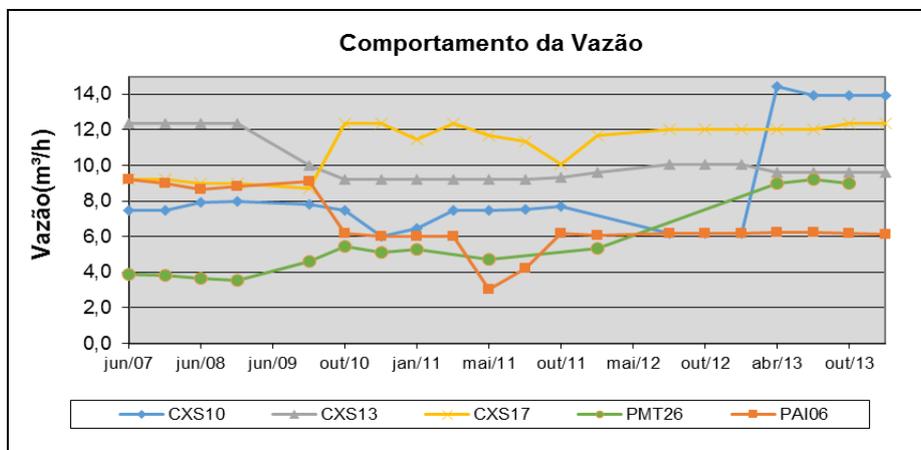


Gráfico 4-IX: Vazão

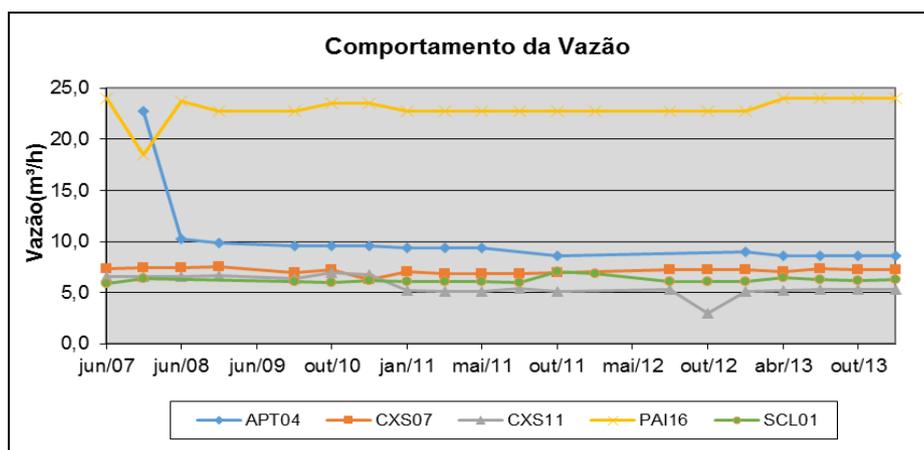


Gráfico 4-X: Vazão

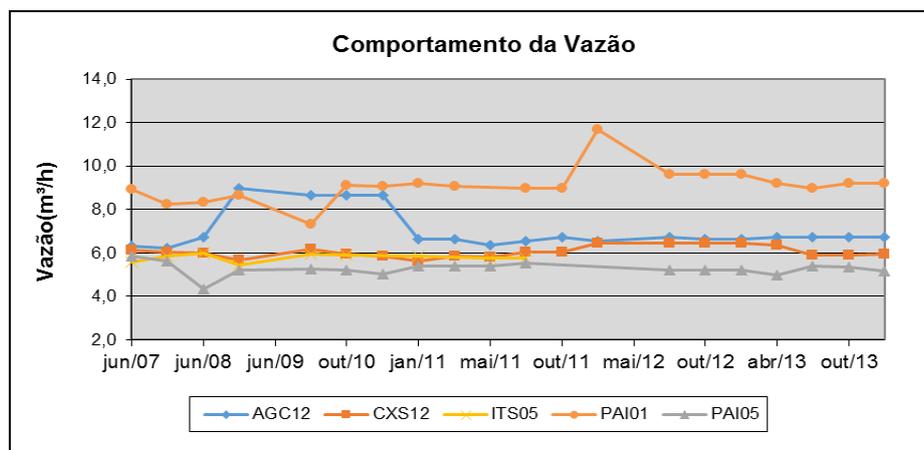


Gráfico 4-XI: Vazão

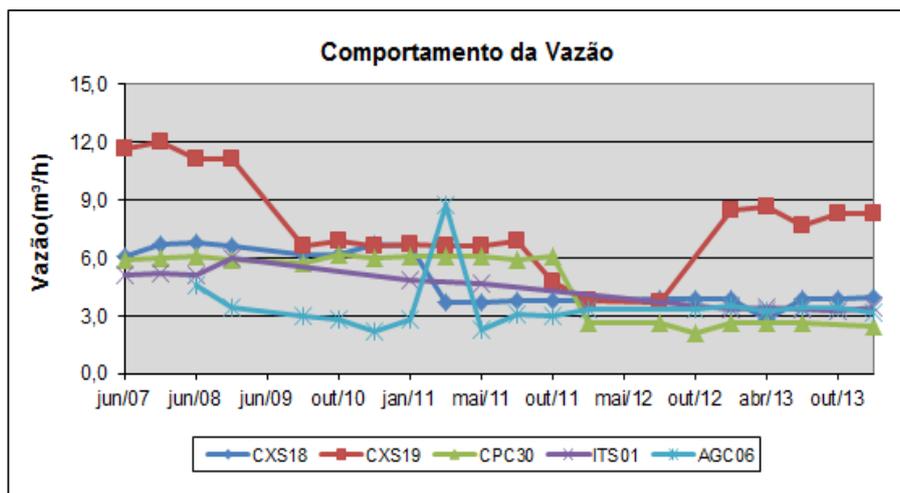


Gráfico 4-XII: Vazão

## 5 Aspectos Gerais de Qualidade da Água

### 5.1 Poços Frios

Os resultados das análises realizadas na 16ª campanha da Fase pós-enchimento estão apresentados em forma de tabela, e comentados a seguir.

Para a avaliação da potabilidade das águas foram utilizados os Valores Máximos Permitidos (VMP's) definidos pelo Ministério da Saúde, através da Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 e pela Resolução Conama nº 396 de 03/04/08.

Dos poços frios monitorados nesta campanha 72,2% atenderam aos VMPs da legislação, para os parâmetros analisados. Os parâmetros que excederam os VMPs foram: Nitrato, Ferro, pH, Turbidez e Coliformes Totais, conforme comentários a seguir:

- O poço AGC01 apresentou **Nitrato** em concentração acima do estabelecido pela Portaria 2.914/11.;
- Nos poços AGC06 e APT04 detectou-se concentração de **Ferro** acima do estabelecido pela Portaria nº2914/11.
- Nesta campanha 02 poços frios (PAI01 e ITS01) apresentaram **Coliformes Totais**, estando em desconformidade com os padrões de potabilidade;
- O poço PAI05 apresentou **pH** fora da faixa estabelecido pela Portaria nº 2914/11;
- Todos os poços apresentaram concentração de **Fluoreto** de acordo com estabelecido pela Portaria nº 2914. Porém, considerando a Portaria Estadual nº 10/99 – RS, que recomenda valores de Fluoreto entre 0,6 e 0,9 mg/L, verificamos que os 02 poços localizados no Rio Grande do Sul apresentaram concentração abaixo do recomendado.

**Quadro 5-I: Resumo da situação dos poços frios (16ª campanha - Fase Pós-Enchimento)**

| <b>Poço</b> | <b>Proprietário</b>          | <b>Parâmetros em desacordo com a Portaria nº2.914/11</b> |
|-------------|------------------------------|--|
| APT04       | Comunidade                   | Ferro  |
| AGC01       | Cia Hidr Oeste Catarinense   | Sódio  |
| AGC06       | Alvadi Both                  | Nitrato, Turbidez e Ferro                                |
| CPC30       | Comunidade                   | Nenhum   |
| CXS07       | Prefeitura                   | Nenhum   |
| CXS10       | Casan                        | Nenhum   |
| CXS11       | Comunidade                   | Nenhum   |
| CXS12       | Pedro A Munerol              | Nenhum   |
| CXS13       | Cleomar Munerol              | Nenhum   |
| CXS17       | Casan                        | Nenhum   |
| CXS18       | Fab. Doces Dococa/Comunidade | Nenhum   |
| CXS19       | Comunidade                   | Nenhum   |
| ITS01       | Comunidade                   | Coliformes Totais  |
| PAI01       | Prefeitura                   | Coliformes Totais  |
| PAI05       | Prefeitura                   | pH   |
| PAI06       | Prefeitura                   | Nenhum   |
| PAI16       | Prefeitura                   | Nenhum   |
| PMT24       | Comunidade                   | Fluoreto, Sódio e Sulfato                                |
| PMT26       | Comunidade                   | Nenhum   |
| SCL01       | Laticínio Tirol Ltda         | Nenhum   |
| SCL17       | Águas de pratas mineração    | Sulfato  |
| SCL18       | Águas de pratas mineração    | Nitrato  |

Tabela 5-I: Resultados analíticos da água dos poços monitorados (1/2)

| Parâmetro                     | Unidade                               | Poço    |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         | VMP <sup>1</sup>   |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
|                               |                                       | APT04   | AGC01    | AGC06   | CPC30   | CXS07   | CXS10   | CXS11   | CXS12   | CXS13   | CXS17   | CXS18   |                    |
| N-Amoniacal                   | mg NH <sub>3</sub> /L                 | 0,074   | 0,021    | 0,200   | n.d.    | nd      | nd      | 0,024   | 0,033   | n.d.    | nd      | nd      | 1,50               |
| N-Nitrato                     | mg N/L                                | 0,012   | 0,078    | #15,400 | 1,930   | nd      | 2,035   | 0,687   | nd      | 1,218   | 3,241   | 1,571   | 10,00              |
| N-Nitrito                     | mg N/L                                | 0,001   | nd       | 0,030   | 0,001   | nd      | 0,015   | 0,012   | nd      | 0,007   | 0,018   | 0,004   | 1,000              |
| Orto - Fosfato                | mg P/L                                | 0,103   | nd       | 0,070   | 0,059   | 0,055   | nd      | 0,010   | 0,023   | n.d.    | 0,081   | 0,020   | -                  |
| Ferro                         | mg Fe/L                               | # 0,350 | 0,030    | #0,806  | 0,270   | 0,190   | 0,030   | 0,040   | 0,100   | 0,040   | 0,200   | 0,060   | 0,300              |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 11,00   | 26,00    | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | 21,00   | nd      | nd      | nd      | -                  |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 128,00  | 142,00   | 117,00  | 98,00   | 100,00  | 70,00   | 69,00   | 49,00   | 74,00   | 71,00   | 63,00   | -                  |
| Alcalinidade OH <sup>-</sup>  | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | nd      | nd       | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | -                  |
| Alcalinidade Total            | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 139,00  | 168,00   | 117,00  | 98,00   | 100,00  | 70,00   | 69,00   | 70,00   | 74,00   | 71,00   | 63,00   | -                  |
| Dureza                        | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 43,40   | 9,30     | 128,00  | 93,00   | 128,60  | 110,30  | 77,00   | 12,70   | 100,50  | 92,80   | 65,20   | 500,0              |
| Silica Solúvel                | mg SiO <sub>2</sub> /L                | 32,85   | 18,80    | 27,60   | 53,25   | 43,05   | 46,89   | 33,62   | 28,42   | 37,47   | 34,58   | 36,31   | -                  |
| Cloreto                       | mg Cl/L                               | 25,33   | 118,75   | 35,80   | 2,16    | 1,67    | 1,81    | 1,63    | 0,54    | 1,80    | 4,63    | 0,86    | 250,00             |
| Fenóis                        | mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L | nd      | nd       | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | -                  |
| Coliformes Totais             | NMP/100 mL                            | ausente | ausente  | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausência em 100 mL |
| Coliformes Fecais             | NMP/100 mL                            | ausente | ausente  | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausência em 100 mL |
| Fluoreto                      | mg F/L                                | 0,082   | 0,055    | 0,052   | 0,005   | 0,061   | 0,015   | 0,050   | 0,212   | 0,037   | 0,027   | 0,039   | 1,50               |
| Turbidez                      | NTU                                   | 1,22    | 0,28     | #6,70   | 0,64    | 0,88    | 0,37    | 0,45    | 0,29    | 0,42    | 1,46    | 0,38    | 5,00               |
| SDT                           | mg/L                                  | 270,00  | 546,00   | 252,00  | 106,00  | 109,00  | 100,00  | 138,00  | 86,00   | 97,00   | 141,00  | 125,00  | 1000,0             |
| Potássio                      | mg K/L                                | 0,72    | 1,46     | 0,53    | 0,47    | 1,26    | 0,78    | 0,78    | 0,30    | 1,19    | 1,01    | 0,88    | -                  |
| Sódio                         | mg Na/L                               | 79,10   | # 283,00 | 20,80   | 13,80   | 10,90   | 9,07    | 7,77    | 35,60   | 10,50   | 6,87    | 5,94    | 200,00             |
| Cálcio                        | mg Ca/L                               | 11,70   | 3,29     | 41,10   | 26,20   | 31,70   | 33,10   | 19,70   | 4,57    | 25,80   | 24,10   | 18,40   | -                  |
| Cálcio Solúvel                | mg Ca/L                               | 8,29    | 3,18     | 37,30   | 21,30   | 30,90   | 27,90   | 16,70   | 3,24    | 24,60   | 21,90   | 17,90   | -                  |
| Magnésio                      | mg Mg/L                               | 3,45    | 0,25     | 6,15    | 6,70    | 12,00   | 6,71    | 6,76    | 0,32    | 8,75    | 7,93    | 4,67    | -                  |
| Magnésio Solúvel              | mg Mg/L                               | 3,25    | 0,22     | 5,29    | 5,06    | 11,30   | 5,36    | 5,46    | 0,29    | 8,47    | 6,82    | 4,39    | -                  |
| Sulfato                       | mg SO <sub>4</sub> /L                 | 41,18   | 233,09   | 15,20   | 6,10    | 2,06    | 0,60    | 0,82    | 1,56    | 0,49    | 0,70    | 0,51    | 250,00             |
| Sulfeto                       | mg S/L                                | 0,054   | nd       | 0,079   | nd      | 0,05               |
| Dióxido de Carbono            | mg CO <sub>2</sub> /L                 | 0,63    | 0,47     | 34,60   | nd      | 1,48    | 2,93    | 0,21    | 0,62    | 0,38    | 0,80    | 0,74    | -                  |
| pH de Campo*                  | [H <sup>+</sup> ]                     | 8,61    | 8,78     | 6,83    | 9,48    | 8,13    | 7,68    | 8,82    | 8,20    | 8,59    | 8,25    | 8,23    | 6,0 - 9,5          |
| Temp. de Campo*               | °C                                    | 28,8    | 30,2     | 18,3    | 29,6    | 36,0    | 35,7    | 34,2    | 33,0    | 32,2    | 34,5    | 35,1    | -                  |
| Temp. da Amostra*             | °C                                    | 21,8    | 30,6     | 20,1    | 21,4    | 21,9    | 21,8    | 22,3    | 21,4    | 21,6    | 21,9    | 21,1    | -                  |
| Condutividade                 |                                       | 398,0   | 1076,0   | 361,0   | 226,0   | 227,0   | 187,0   | 162,0   | 144,0   | 166,0   | 202,0   | 150,0   | -                  |

1. VMP: Valores máximos permitidos segundo Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 e pela Resolução Conama nº 396 de 03/04/08, para consumo humano.

2. n.d.: não detectado

3. Fluoretos: A legislação do Rio Grande do Sul estabelece através da Portaria nº 10/99 que: Serão considerados dentro do padrão de Potabilidade as águas que apresentarem a concentração de ion fluoreto dentro da faixa de 0,6 a 0,9 mg/l.

Tabela 5-I: Resultados analíticos da água dos poços monitorados (2/2)

| Parâmetro                     | Unidade                               | Poço    |              |               |              |         |         |                 |         |         |                 |               | VMP <sup>1</sup>   |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------|--------------|---------------|--------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------|---------------|--------------------|
|                               |                                       | CXS19   | ITS01        | PAI01         | PAI05        | PAI06   | PAI16   | PMT24           | PMT26   | SCL01   | SCL17           | SCL18         |                    |
| N - NH <sub>3</sub>           | mg NH <sub>3</sub> /L                 | n.d.    | nd           | nd            | 0,106        | 0,034   | 0,033   | nd              | 0,040   | 0,086   | 0,031           | 0,020         | 1,50               |
| Nitrato                       | mg N/L                                | 0,790   | 1,660        | 0,003         | 0,049        | 0,022   | 1,594   | 0,007           | 1,809   | 0,307   | 0,007           | <b>#43,60</b> | 10,00              |
| Nitrito                       | mg N/L                                | 0,005   | 0,008        | 0,001         | nd           | nd      | nd      | 0,006           | 0,010   | nd      | nd              | nd            | 1,000              |
| Orto - Fosfato                | mg P/L                                | n.d.    | 0,047        | nd            | n.d.         | nd      | 0,036   | nd              | 0,022   | 0,014   | nd              | nd            | -                  |
| Ferro                         | mg Fe/L                               | 0,040   | 0,060        | 0,050         | 0,090        | 0,050   | 0,100   | 0,030           | 0,020   | 0,030   | 0,033           | 0,070         | 0,300              |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | nd      | nd           | nd            | 25,00        | nd      | nd      | 18,00           | 8,00    | nd      | nd              | 5,00          | -                  |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 72,00   | 92,00        | 86,00         | 46,00        | 92,00   | 66,00   | 153,00          | 104,00  | 109,00  | 126,00          | 102,00        | -                  |
| Alcalinidade OH-              | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | nd      | nd           | nd            | 0,00         | nd      | nd      | nd              | nd      | nd      | nd              | nd            | -                  |
| Alcalinidade Total            | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 72,00   | 92,00        | 86,00         | 71,00        | 92,00   | 66,00   | 161,00          | 112,00  | 109,00  | 126,00          | 107,00        | -                  |
| Dureza                        | mg CaCO <sub>3</sub> /L               | 38,30   | 84,60        | 6,40          | 6,80         | 131,50  | 56,90   | 15,90           | 81,50   | 84,00   | 11,60           | 10,00         | 500,0              |
| Silica Solúvel                | mg SiO <sub>2</sub> /L                | 34,39   | 46,32        | 52,98         | 34,58        | 40,55   | 35,54   | 19,86           | 39,39   | 33,81   | 17,78           | 20,35         | -                  |
| Cloreto                       | mg Cl/L                               | 0,52    | 1,13         | 1,24          | 1,56         | 3,93    | 1,86    | 142,00          | 5,01    | 11,07   | 211,43          | 84,77         | 250,00             |
| Fenóis                        | mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L | nd      | nd           | nd            | nd           | nd      | nd      | nd              | nd      | nd      | nd              | nd            | -                  |
| Coliformes Totais             | NMP/100 mL                            | ausente | <b># 1,0</b> | <b># 10,0</b> | ausente      | ausente | ausente | ausente         | ausente | ausente | ausente         | ausente       | ausência em 100 mL |
| Coliformes Fecais             | NMP/100 mL                            | ausente | ausente      | ausente       | ausente      | ausente | ausente | ausente         | ausente | ausente | ausente         | ausente       | ausência em 100 mL |
| Fluoreto                      | mg F/L                                | 0,191   | 0,102        | 0,071         | 1,131        | 0,122   | nd      | <b># 1,840</b>  | 0,004   | 0,333   | nd              | 0,068         | 1,50               |
| Turbidez                      | NTU                                   | 0,32    | 0,34         | 0,32          | 0,28         | 0,47    | 0,36    | 0,28            | 0,30    | 0,32    | 0,29            | 0,28          | 5,00               |
| SDT                           | mg/L                                  | 141,00  | 219,00       | 105,00        | 152,00       | 283,00  | 106,00  | 892,00          | 154,00  | 202,00  | 588,00          | 475,00        | 1000,0             |
| Potássio                      | mg K/L                                | 0,19    | 0,49         | 0,19          | 0,18         | 0,16    | 0,34    | 1,81            | 0,22    | 0,07    | 1,29            | 1,02          | -                  |
| Sódio                         | mg Na/L                               | 19,30   | 14,50        | 39,30         | 58,90        | 55,70   | 7,08    | <b># 338,00</b> | 13,10   | 20,50   | 225,00          | 185,00        | 200,0              |
| Cálcio                        | mg Ca/L                               | 13,20   | 24,10        | 2,38          | 2,63         | 49,40   | 15,50   | 5,29            | 21,80   | 29,10   | 4,32            | 3,84          | -                  |
| Cálcio Solúvel                | mg Ca/L                               | 11,10   | 17,90        | 2,20          | 1,99         | 35,30   | 11,40   | 4,78            | 18,10   | 29,30   | 3,27            | 3,35          | -                  |
| Magnésio                      | mg Mg/L                               | 1,28    | 5,92         | 0,11          | 0,04         | 1,94    | 4,41    | 0,64            | 6,57    | 2,73    | 0,20            | 0,09          | -                  |
| Magnésio Solúvel              | mg Mg/L                               | 1,07    | 4,12         | 0,07          | 0,02         | 1,39    | 3,19    | 0,64            | 6,21    | 2,72    | 0,24            | 0,09          | -                  |
| Sulfato                       | mg SO <sub>4</sub> /L                 | 0,84    | 5,10         | 12,41         | 49,69        | 235,95  | 0,27    | <b># 298,00</b> | 6,91    | 14,24   | <b># 254,00</b> | n.d.          | 250,00             |
| Sulfeto                       | mg S/L                                | nd      | nd           | n.d.          | nd           | n.d.    | nd      | 0,02            | nd      | nd      | nd              | nd            | 0,050              |
| Dióxido de Carbono            | mg CO <sub>2</sub> /L                 | 1,07    | 11,35        | 0,20          | nd           | 1,16    | 0,22    | 2,17            | 0,36    | 3,30    | 0,38            | 0,26          | -                  |
| pH de Campo*                  | [H <sup>+</sup> ]                     | 8,13    | 7,21         | 8,94          | <b>#9,53</b> | 8,20    | 8,77    | 8,15            | 8,76    | 7,82    | 8,82            | 8,89          | 6,0 - 9,5          |
| Temp. de Campo*               | °C                                    | 36,0    | 26,8         | 29,2          | 28,3         | 28,5    | 27,1    | 27,3            | 27,2    | 28,0    | 28,0            | 27,8          | -                  |
| Temp. da Amostra*             | °C                                    | 21,0    | 20,8         | 21,8          | 21,0         | 21,1    | 20,0    | 35,9            | 22,0    | 21,3    | 35,7            | 30,7          | -                  |
| Condutividade                 | µS/cm                                 | 152,0   | 186,0        | 198,0         | 303,0        | 445,0   | 125,0   | 1680,0          | 230,0   | 261,0   | 1127,0          | 843,0         | -                  |

1. **VMP:** Valores máximos permitidos segundo Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 e pela Resolução Conama nº 396 de 03/04/08, para consumo humano.

2. **n.d.:** não detectado

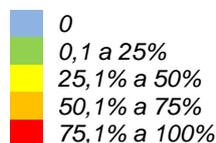
3. **Fluoretos:** A legislação do Rio Grande do Sul estabelece através da Portaria nº 10/99 que: Serão considerados dentro do padrão de Potabilidade as águas que apresentarem a concentração de ion fluoreto dentro da faixa de 0,6 a 0,9 mg/l.

**Quadro 5-II: Número de desconformidades, em relação à Legislação após a 22ª campanha (16ª Fase Pós-Enchimento)**

| Poços   |       | Parâmetros    |         |       |         |                   |                   |          |          |      |       |         |         |      |
|---------|-------|---------------|---------|-------|---------|-------------------|-------------------|----------|----------|------|-------|---------|---------|------|
|         |       | Campanhas: 22 |         |       |         |                   |                   |          |          |      |       |         |         |      |
|         |       | Dureza        | Nitrato | Ferro | Cloreto | Coliformes Totais | Coliformes Fecais | Fluoreto | Turbidez | SDT  | Sódio | Sulfato | Sulfeto | pH   |
| Termais | AGC01 | 0/22          | 0/22    | 0/26  | 0/22    | 8/22              | 4/22              | 15/22    | 0/22     | 0/22 | 19/21 | 1/22    | 1/22    | 0/22 |
|         | PMT24 | 0/21          | 0/22    | 0/25  | 11/21   | 2/21              | 0/21              | 14/21    | 0/20     | 7/21 | 21/21 | 21/21   | 0/21    | 0/21 |
|         | SCL17 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 4/22              | 2/22              | 12/22    | 0/22     | 0/20 | 19/22 | 3/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | SCL18 | 0/22          | 1/22    | 0/22  | 0/22    | 3/22              | 2/22              | 11/21    | 0/22     | 0/22 | 4/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
| Frios   | APT04 | 0/22          | 0/22    | 2/21  | 0/22    | 8/22              | 1/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | AGC06 | 0/22          | 10/20   | 3/21  | 0/20    | 15/20             | 7/20              | 0/20     | 1/20     | 0/21 | 0/20  | 0/20    | 0/20    | 0/20 |
|         | AGC12 | 0/22          | 0/22    | 2/22  | 2/22    | 8/22              | 2/22              | 7/22     | 0/22     | 0/22 | 21/22 | 5/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CPC30 | 0/21          | 0/21    | 0/20  | 0/21    | 11/21             | 3/21              | 2/21     | 0/21     | 0/21 | 0/21  | 1/21    | 0/21    | 0/21 |
|         | CXS07 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 10/22             | 0/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS10 | 0/22          | 0/22    | 1/22  | 0/22    | 5/22              | 1/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS11 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 5/22              | 1/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS12 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 9/22              | 2/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS13 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 9/22              | 2/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS17 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 11/22             | 1/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS18 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 4/22              | 0/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | CXS19 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 3/22              | 0/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 0/22 |
|         | ITS01 | 0/22          | 0/21    | 0/21  | 0/21    | 10/21             | 0/21              | 2/22     | 0/21     | 0/21 | 0/21  | 0/21    | 0/21    | 0/21 |
|         | PAI01 | 0/22          | 0/22    | 1/22  | 0/22    | 12/22             | 2/22              | 3/22     | 1/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 3/22 |
|         | PAI05 | 0/22          | 0/20    | 0/20  | 0/20    | 5/20              | 1/20              | 17/22    | 0/20     | 0/20 | 0/20  | 0/20    | 0/20    | 5/20 |
|         | PAI06 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 8/20              | 2/22              | 1/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 1/22    | 1/22    | 0/22 |
|         | PAI16 | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 0/22    | 8/22              | 0/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    | 1/22 |
| PMT26   | 0/22  | 0/22          | 0/22    | 0/22  | 9/22    | 7/22              | 0/22              | 0/22     | 0/22     | 0/22 | 0/22  | 0/22    | 0/22    |      |
| SCL01   | 0/21  | 0/21          | 0/21    | 0/21  | 10/20   | 0/21              | 0/21              | 0/21     | 0/21     | 0/21 | 0/21  | 0/21    | 0/21    |      |

Legenda: X/Y, onde X = número de campanhas com ocorrência de não conformidade em relação à Portaria n° 2.914/11; Y = número de campanhas

**Ocorrência de Não Conformidades em Relação à Legislação**



**5.2 Poços Termais**

Nesta campanha foram monitorados 04 poços termais: AGC01, SCL17 e SCL18, PMT24.

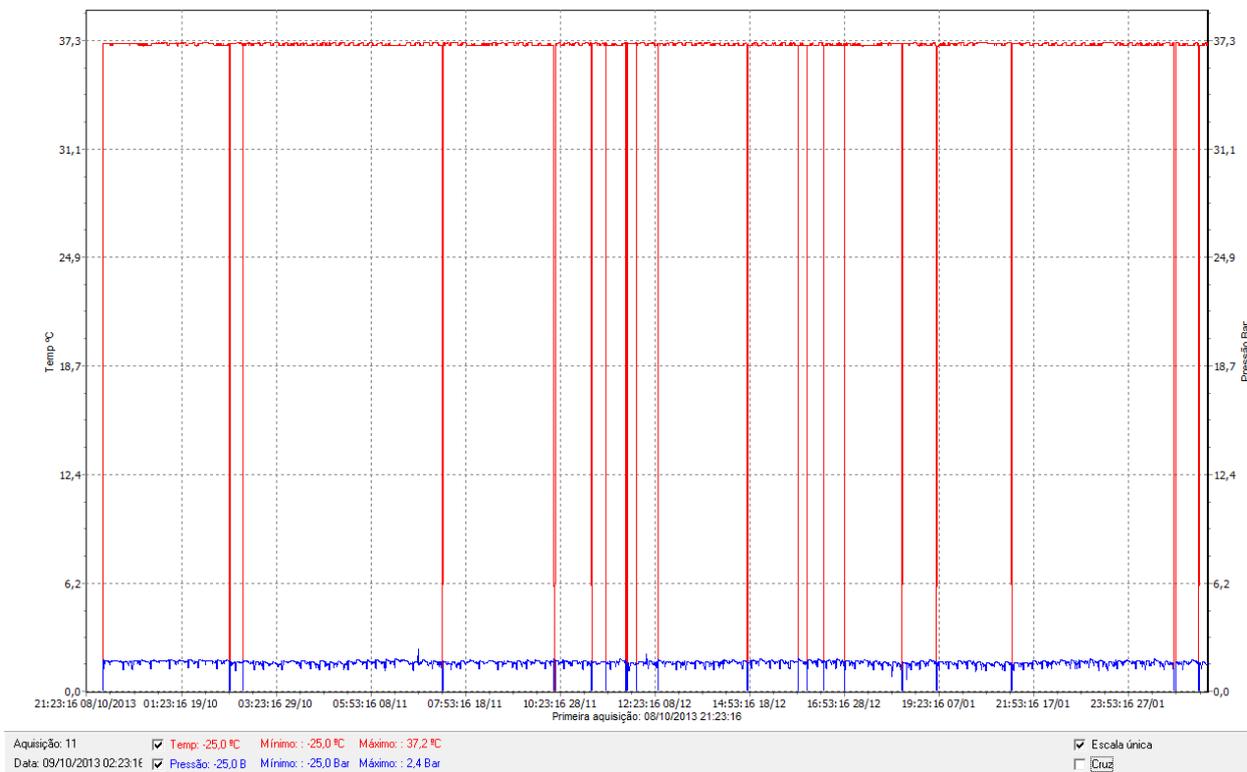
Nos pontos termais detectou-se Fluoreto, Sódio e Sulfato em desconformidade com os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/11. O que indica que a água destes poços não deve ser utilizada para o abastecimento doméstico com a finalidade de consumo humano. Esta situação já foi constatada durante o monitoramento dos aquíferos das UHE´s Itá e Machadinho, onde os poços termais apresentaram as mesmas características.

**5.2.1 Monitoramento da Vazão, Temperatura e Pressão**

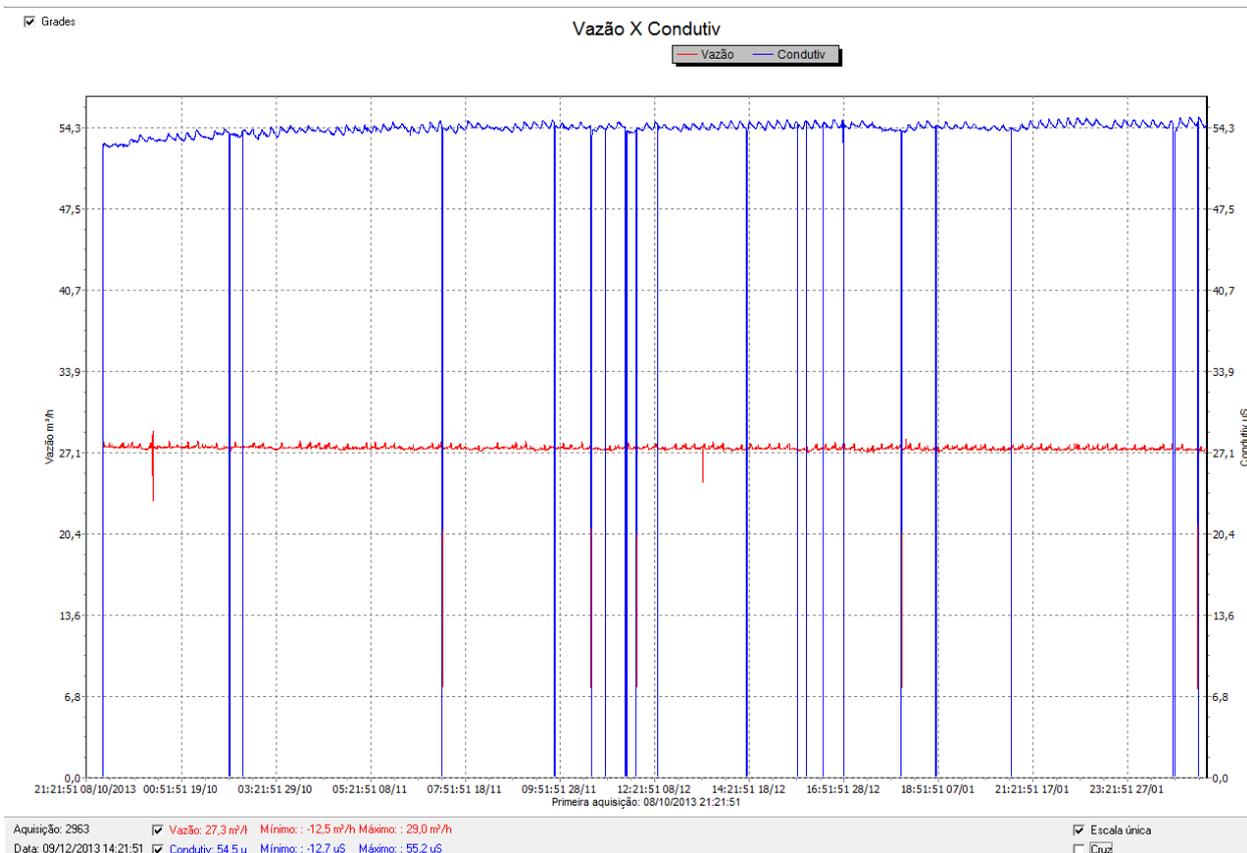
**POÇO PMT24 – Água Mineral Ilha Redonda – Palmito**

Nas Figuras 5-I e 5-II são apresentados os resultados do monitoramento da vazão, temperatura e pressão do poço termal de Palmitos (PMT24), realizado através equipamentos eletrônicos instalados no poço.

Através da **Figura 5-I** verifica-se que a pressão média no poço é de 1,70 Bar, enquanto a temperatura média da água é de 37,2 °C. A **Figura 5-II** apresenta os dados de vazão, onde é possível observar que a média era de 27,4 m<sup>3</sup>/h. Os picos são decorrentes da falta de energia elétrica.



**Figura 5-I: Dados de Pressão e Temperatura do poço PMT24**



**Figura 5-II: Dados de Vazão do poço PMT24**

## 6 Verificação da Exatidão das Análises

Os procedimentos seguintes para a verificação da exatidão das análises são aplicados especificamente para amostras de águas nas quais uma análise relativamente completa é realizada. Isto inclui o pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais, cátions e ânions mais abundantes, representados pelos seguintes íons: Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SiO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> e Ca.

Este tipo de verificação dispensa a comparação entre laboratórios, pois o método baseia-se exclusivamente no balanço de massas e cargas das amostras.

### 6.1 Balanço de Massa

Este balanço é dado pela seguinte expressão:

$$\text{SDT} = 0,6 \times (\text{alcalinidade}) + \text{Na} + \text{Mg} + \text{Cl} + \text{SO}_4 + (1,266) \times \text{SiO}_3 + \text{NO}_3 + \text{F} + \text{K} + \text{Ca}$$

Sendo que a unidade de cada fator é expressa em mg/L.

Na **Figura 6-I** observa-se o desempenho do balanço de massas durante a campanha 22, onde o coeficiente de correlação foi superior a 0,95, indicando uma ótima relação entre os valores de Sólidos Dissolvidos Totais calculados e medidos.

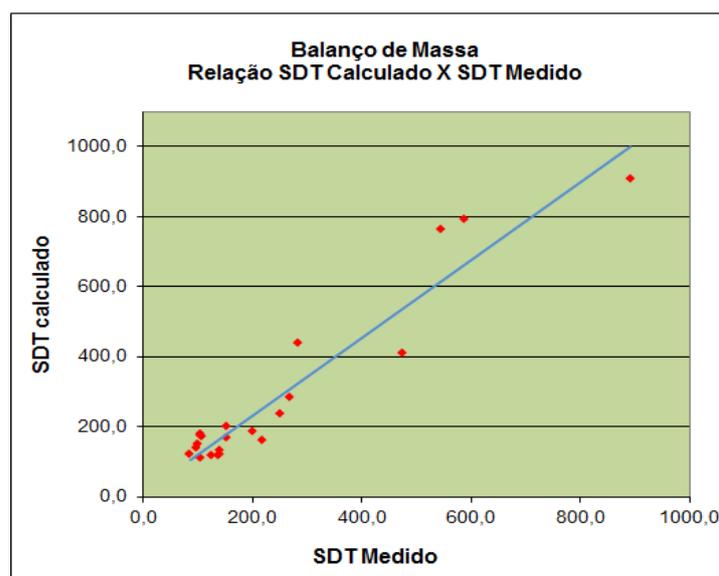


Figura 6-I: Balanço de massa dos poços para as amostras da 22ª campanha.

A **Figura 6-II** apresenta a distribuição dos erros de massas das amostras da 22ª campanha, 16ª da fase pós-enchimento. Como é possível observar, nesta campanha 04 amostras apresentaram erro superior à classe limite aceitável de até 20%.

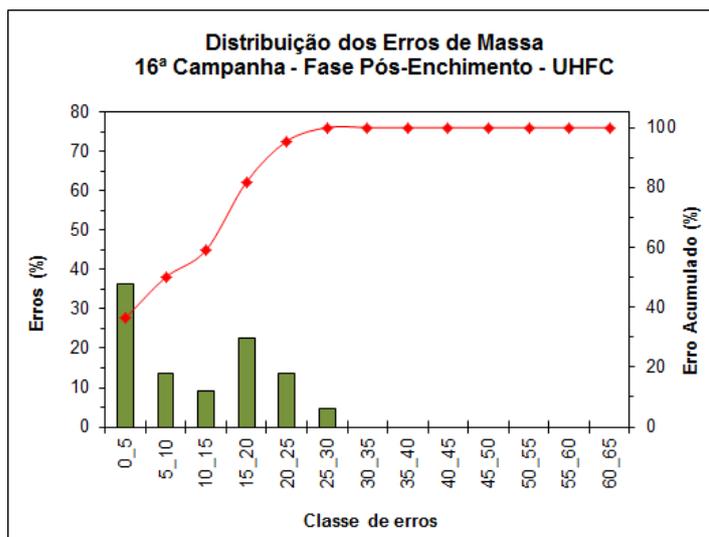


Figura 6-II: Distribuição dos erros de massa dos poços para as amostras da 22ª campanha.

## 6.2 Balanço de Carga

Para este teste são comparados os cátions totais e os ânions totais de uma mesma amostra, cujo somatório deve ser próximo da neutralidade. Nesse caso a unidade de ambos deve ser expressa em mEq/L. Este teste baseia-se na porcentagem de diferença entre ambas as cargas e a relação é dada pela seguinte expressão:

$$\% \text{diferença} = 100 \cdot \frac{\sum \text{cátions} - \sum \text{ânions}}{\sum \text{cátions} + \sum \text{ânions}}$$

A Figura 6-III ilustra o desempenho do balanço de cargas durante a campanha 22, onde o coeficiente de correlação foi da ordem de 0,96, indicado uma ótima relação entre os valores dos ânions e dos cátions.

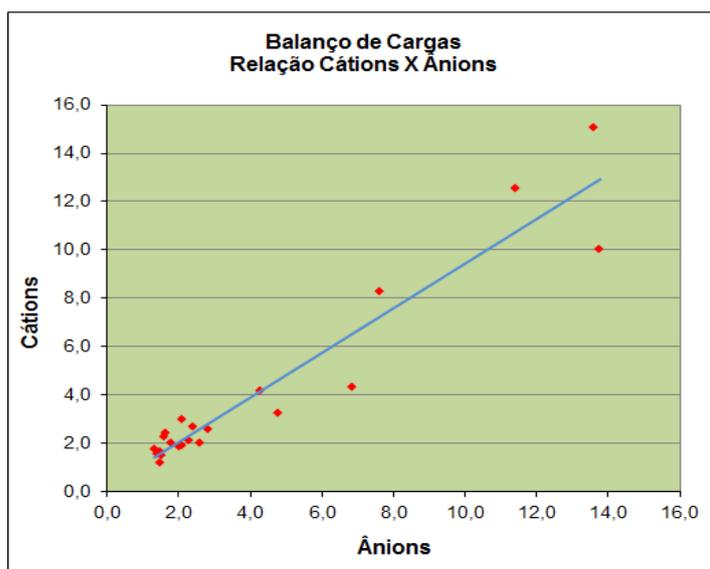
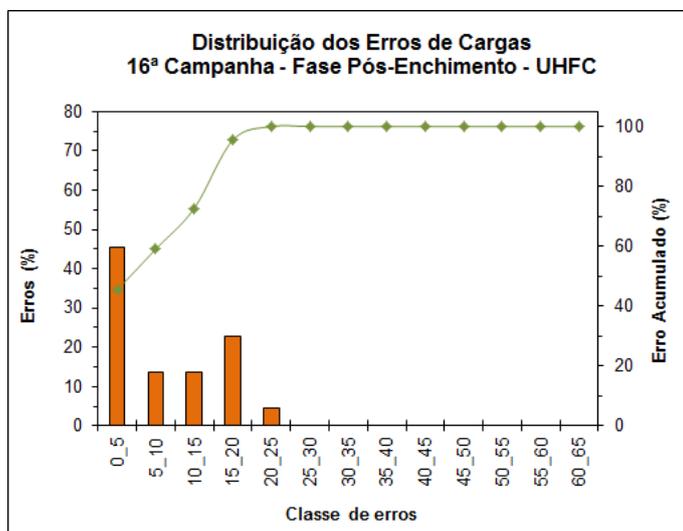


Figura 6-III: Balanço de cargas dos poços para as amostras da 22ª campanha.

Através da **Figura 6-IV** observa-se que o balanço de cargas da campanha 22 foi bom, visto que apenas uma amostra apresentou erro superior à classe de 15 a 20%.



**Figura 6-IV: Distribuição dos erros de cargas dos poços para as amostras da 22ª campanha.**

## 7 Memória Fotográfica





## **8 Localização dos Poços Monitorados**

