

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO PICI/UFC, FORTALEZA, CEARÁ

*Maria da Conceição Rabelo Gomes¹; Itabaraci Nazareno Cavalcante²; Ediu Carlos Lopes
Lemos³; Filipe da Silva Peixoto⁴*

RESUMO – Este trabalho foi realizado no Campus Universitário do Pici/UFC, no município de Fortaleza, Ceará. Teve como objetivo realizar o monitoramento das águas dos poços tubulares no Campus, permitindo, assim, caracterizar a variação mensal dos parâmetros de Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos e Nível estático. A seleção dos poços para o monitoramento seguiu alguns critérios pré-estabelecidos como: uso da água (no momento do cadastro) e a distribuição espacial. O monitoramento foi realizado em 10 poços tubulares no período de 23 meses (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008). Concluiu-se que as concentrações de STD estão dentro do padrão recomendado pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (1.000 mg/L). No geral a variação do nível d'água dos poços só teve uma recarga significativa nos meses de fevereiro a maio/2007, tendo nos restantes dos meses de 2007 um decréscimo de recarga e um pequeno acréscimo no início de 2008.

ABSTRACT– This work was carried out of the Pici Campus/UFC, in Fortaleza, Ceará. Aiming to carry out the monitoring of groundwater on the campus, there by characterizing the monthly variation of the parameters of Electrical Conductivity, Total Dissolved Solids and static level. The selection of drilling wells for monitoring follow some pre-established criteria such as the use of water (at registration) and spatial distribution. The monitoring was performed in 10 wells in 23-month period (February 2007 to December/2008). It is concluded that the concentrations of TDS are within the standards recommended by the Ordinance N° 2914/2011 the Ministry of Health (1000 mg/L). Overall the change in water table in wells only had a significant charge in February and May/2007 with the remaining months of 2007 a decrease of recharge and a small increase in early 2008.

Palavras-Chave – Monitoramento, Água subterrânea, Campus do Pici.

1)Doutoranda em Hidrogeologia/UFC/CC/DEGEO. Bolsista CAPES REUNI. Rua Alcides Gerardo, 71, Fortaleza/CE. E-mail: conceicaoabelo@yahoo.com.br

2)Prof. Dr. em Hidrogeologia/UFC/CC/DEGEO. Av. Humberto Monte, S/N, Bloco 912/913, PICI. Fortaleza/CE. E-mail: ita@fortalnet.com.br

3)Doutorando em Geociências/Centro de Tecnologia e Geociências/UFPE /Bolsista CNPq / e-mail: ediu.lemos@ufpe.br

4) Graduando em Geografia na UFC, bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, Rua dr. Abdengo – Pici /Fortaleza – CE, e-mail: fpeixoto10ufc@gmail.com

INTRODUÇÃO

Na identificação de possíveis processos de alteração do meio natural é necessário um acompanhamento temporal, com medidas periódicas, sendo este processo conhecido como monitoramento.

Nos estudos aplicados as águas subterrâneas, este processo representa uma ferramenta essencial para auxiliar na interpretação dos sistemas aquíferos, podendo ser qualitativo e/ou quantitativo. Ele é realizado através de poços, onde se realizam medições periódicas, representando uma rede de monitoramento de águas subterrâneas.

O objetivo desse trabalho foi realizar o monitoramento das águas dos poços tubulares no Campus do Pici/UFC permitindo, assim, caracterizar a variação mensal dos parâmetros de Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos e Nível estático.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no Campus Universitário do Pici da Universidade Federal do Ceará, inserida na carta topográfica SA.24.Z-C-I-V (Folha Fortaleza), delimitada pelas coordenadas geográficas de 3° 34'16".19 a 3° 34'43".49 de Latitude Sul e de 38° 34'03".81 a 38° 34'42".71 Longitude Oeste, bairro do Pici. Possui 2,13 km² (Figura 1) e está posicionada no setor noroeste da cidade de Fortaleza, Ceará.

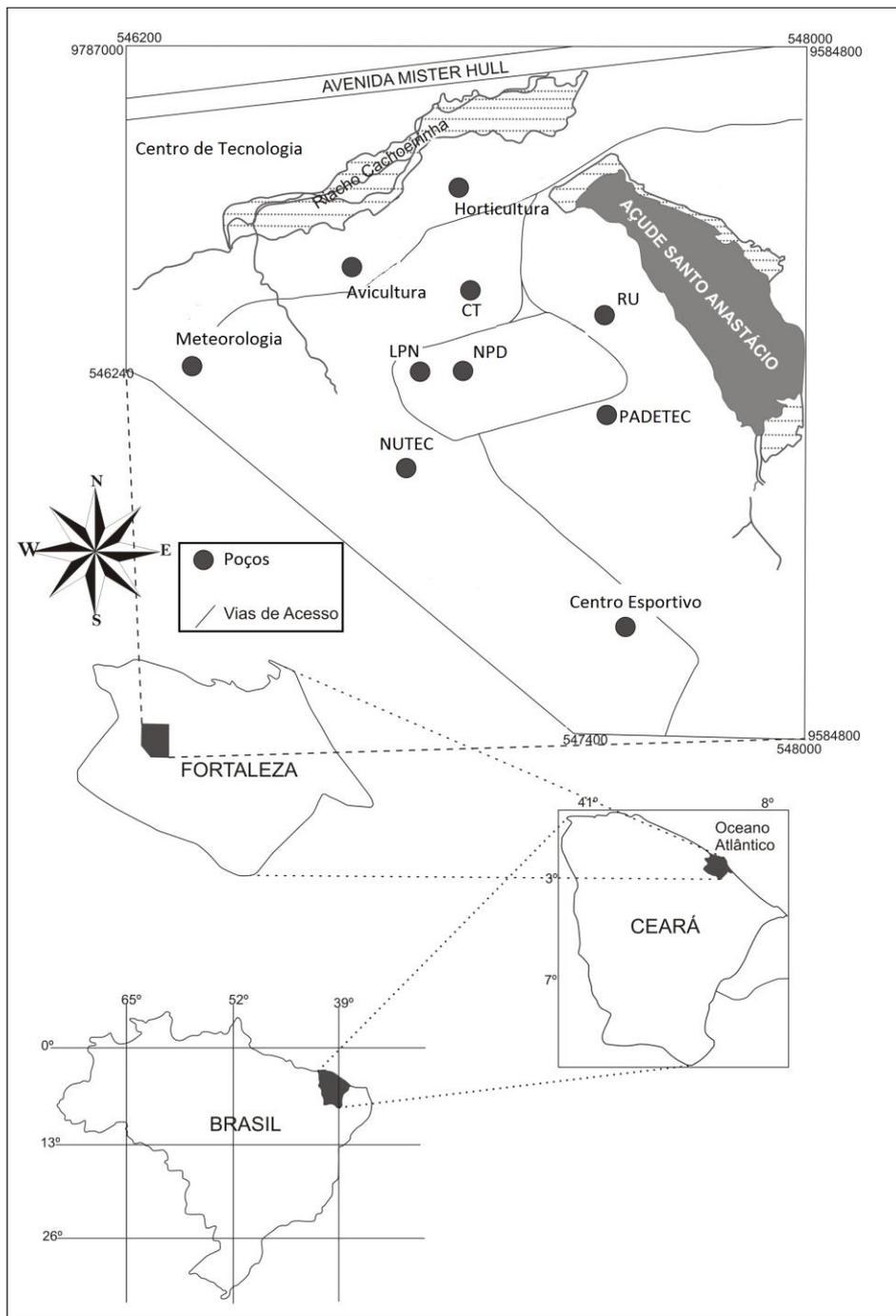


Figura 1 – Localização da área de estudo

METODOLOGIA

A partir do cadastramento dos poços existentes na área, pode-se selecionar os poços para o monitoramento, seguindo critérios pré-estabelecidos tais como: uso da água no momento do cadastro, acesso ao poço, existência do perfil técnico da obra e a distribuição espacial.

Foram selecionados 10 poços que estavam em uso no momento do cadastro, sendo eles: Restaurante Universitário (RU), Núcleo de Processamento de Dados (NPD), LPN (Laboratório de Produtos Naturais), Centro de Tecnologia (CT), Meteorologia, Horticultura, Aviário (Avicultura), Centro Esportivo, Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC) e Parque de Desenvolvimento Tecnológico (PADETEC).

O monitoramento ocorreu no período de 23 meses (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008), sempre nas últimas semanas de cada mês, utilizando planilha de campo, condutivímetro digital (METTLER TOLEDO) e medidor de nível d'água eletro-sonoro (Solinst – 50m).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

No Campus do Pici ocorrem dois sistemas hidrogeológicos que são diferenciados na vocação para o armazenamento hídrico e principalmente, para a produção de água subterrânea. O primeiro corresponde ao Sistema Hidrogeológico Barreiras onde se tem, em geral, as melhores perspectivas de exploração das águas subterrâneas. O segundo compreende o Sistema Hidrogeológico Cristalino, representado pelo embasamento cristalino não aflorante, que apresenta uma baixa vocação hidrogeológica, restrito apenas às zonas fraturadas das rochas gnáissicas do Complexo Caicó, capazes de armazenar e ceder água (GOMES, 2009).

Segundo Marinho et al. (1986), a cobertura sedimentar da área tem uma espessura média de 50m, destacando-se a base da Formação Barreiras formada por sedimento areno-argilosos e/ou argilo-arenosos com espessura média de 34m e, sobreposto a esses sedimentos, as areias lixiviadas da Formação Barreiras, constituindo um estrato muito regular do Barreiras, com espessura média de 9m. Os poços tubulares neste sistema hidrogeológico atingem, em média, 50m de profundidade, com vazões acima de 3m³/h, atingindo até 22m³/h. Este aquífero recebe recarga direta das águas oriundas das precipitações pluviométricas e das águas dos riachos situados ao norte da área. Como exutórios (saídas), evidenciam-se a evapotranspiração, o açude Santo Anastácio e a lagoa da Genibaú.

O embasamento cristalino não aflorante, representado litologicamente pelas rochas gnáissicas do Complexo Caicó de idade Pré-Cambriano, onde se intercalam corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e calcários cristalinos. Os poços que atingem profundidades superiores a 50m são classificados como pertencentes ao Sistema Cristalino podendo, ou não, estarem captando água do Barreiras e do Cristalino. Essa classificação é adotada devido à deficiência de informações hidrogeológicas e à espessura da cobertura sedimentar no Campus do Pici, com média de 50m. A recarga deste meio hidrogeológico na área estudada é realizada através de precipitações pluviométricas por infiltração indireta e, por intermédio dos sedimentos Barreiras que retêm essas águas até que ocorra a infiltração nas fraturas abertas, funciona,

também, como aquífero de transferência. O armazenamento e o fluxo também podem ocorrer ao longo das fraturas conectadas a espelhos d'água (lagoas e açudes) e rede de drenagem. O exutório é representado, particularmente, pelo açude Santo Anastácio, lagoa Genibaú e a evapotranspiração.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O monitoramento das águas dos poços tubulares no Campus do Pici permitiu caracterizar a variação mensal dos parâmetros de Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Nível estático.

⇒ **Poço RU (Restaurante Universitário)**

O poço localizado no RU possui profundidade de 50 metros, vazão de 15,8 m³/h e revestimento de ferro, que sobressai no terreno a uma altura de 15 cm, com laje de proteção sanitária. Atualmente o poço possui bomba injetora. No período do monitoramento o poço não tinha a tampa de proteção, sendo possível medir o nível d'água.

A água é utilizada para abastecimento do restaurante (consumo, cozinha e lavagem) e para irrigação do jardim. Os alimentos preparados no RU são consumidos por residentes, estudantes e servidores e professores da UFC, denotando a importância do monitoramento da água desse poço.

De acordo com os dados do monitoramento, os valores de condutividade elétrica variaram de 270 a 308 µS/cm a 25°C. Os Sólidos Totais Dissolvidos oscilaram de 135 a 154 mg/L (Figura 2), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria N° 2914/20121 do Ministério da Saúde, que considera o valor máximo tolerável para o consumo humano de 1000 mg/L.

O nível estático do poço variou de 4,25 a 4,75 m, configurando um nível freático e um aquífero livre (Figura 3). O poço só teve uma recarga significativa no primeiro semestre de 2007 e apresentou um decréscimo nos meses de 2008.

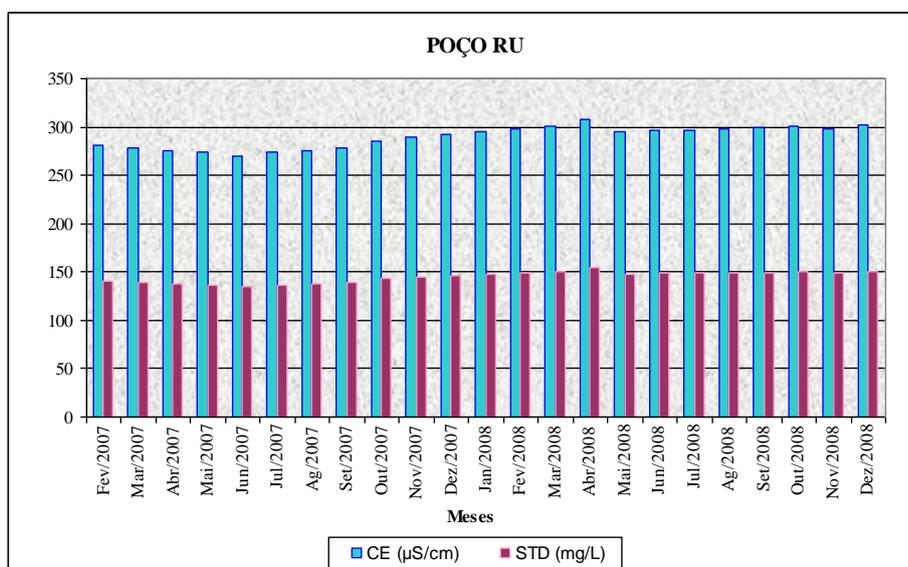


Figura 2 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço RU, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

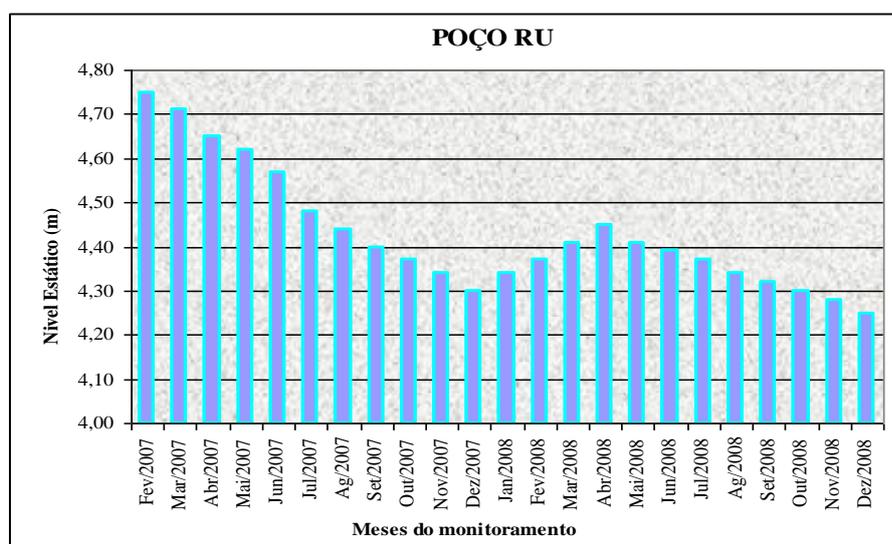


Figura 3 – Resultados do monitoramento do nível estático no poço do RU, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poço NPD (Núcleo de Processamento de Dados)**

O poço localizado no NPD tem profundidade de 50 metros, vazão de 11 m³/h e o revestimento de ferro, que sobressai no terreno a uma altura de 50 cm, com ausência de laje de proteção sanitária. O poço possui duas bombas injetoras: uma funciona e a outra fica de reserva.

A água do poço é utilizada no abastecimento do bloco (banheiros, cantina e bebedouro) e na irrigação dos jardins.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 202 a 249 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C ; O STD variou de 101 a 124,5 mg/L (Figura 4), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria N° 2914/2011 do Ministério da Saúde. A mostra maior concentração de sais no ano de 2008 devido à maior evaporação da água no poço.

O nível estático do poço variou de 6,80 a 7,45 m (Freático) (Figura 5). O nível d'água teve uma ascensão em fevereiro a junho (primeiro semestre) e um decréscimo em julho a dezembro de 2007. A variação ocorreu devido à recarga no período chuvoso (primeiro semestre) e descarga na estiagem (segundo semestre). Entretanto, em 2008 a variação do nível foi irregular, ocorrendo acréscimo somente nos meses de abril a junho.

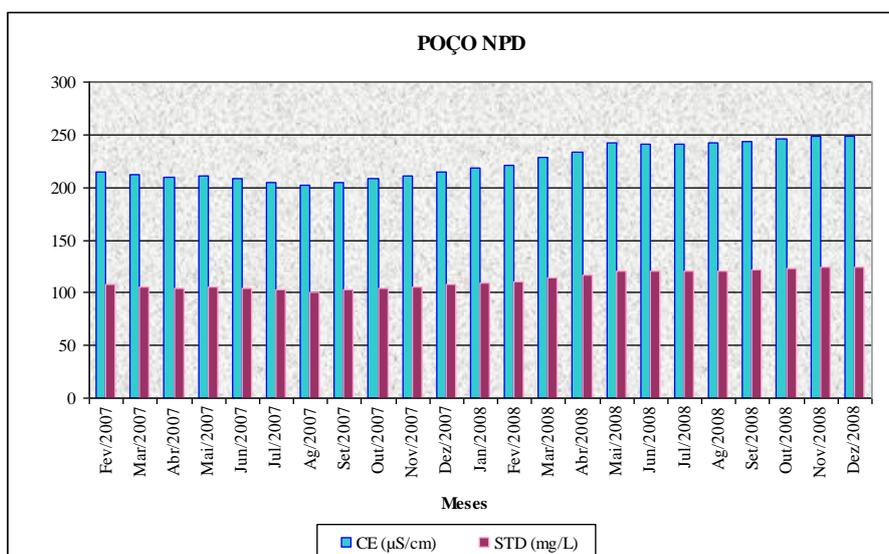


Figura 4 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço NPD, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

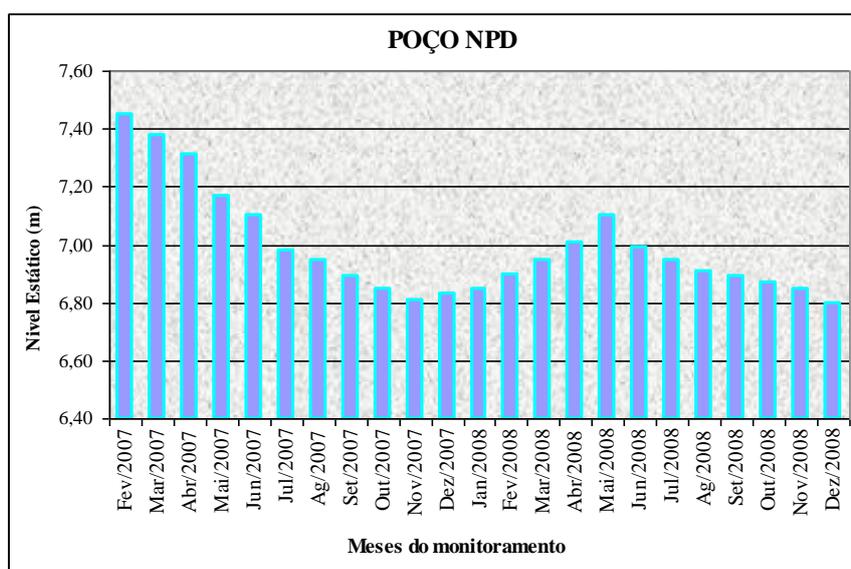


Figura 5– Resultados do monitoramento do nível estático no poço do NPD, Campus do Pici/UFC
(Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poço LPN (Laboratório de Produtos Naturais)**

O poço localizado no LPN do Centro de Ciências tem 50 metros de profundidade, vazão de 6.9 m³/h e revestimento de ferro que sobressai no terreno a uma altura de 15 cm. Observa-se ausência da tampa e laje de proteção sanitária; atualmente, o poço possui uma bomba injetora. A água do poço é utilizada somente para irrigar a horta das plantas medicinais do Departamento de Química.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 182 a 268 µS/cm a 25°C; O STD oscilou de 91 a 134 mg/L (Figura 6), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria vigente. A concentração de STD foi maior no ano de 2008, período de maior evaporação. É comum a diminuição de sais no período chuvoso devido à diluição provocada pela mistura com as águas provenientes da chuva, exceto quando há concentração de lixo doméstico ao redor do terreno, quando essas concentrações aumentam.

O nível estático do poço variou de 9,47 a 11,50 m (Freático) (Figura 7). No ano de 2007 ocorreu pouca variação (0,4m) dos níveis d'água desse poço. Em 2008 ocorreu uma recarga significativa (1,7m). Essa variação está relacionada com a evaporação, infiltração e exploração da água em cada período.

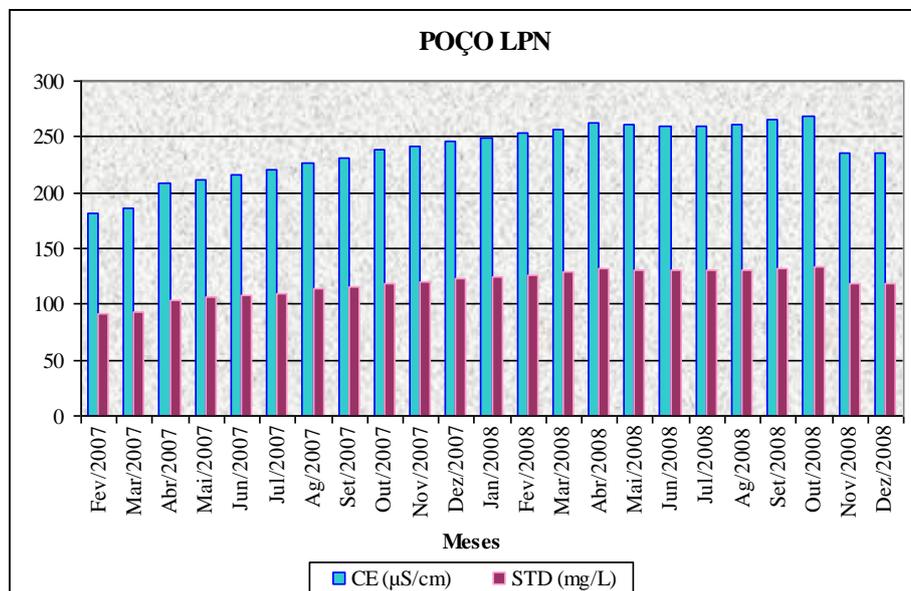


Figura 6 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço LPN, Campus do Pici/UFC
(Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

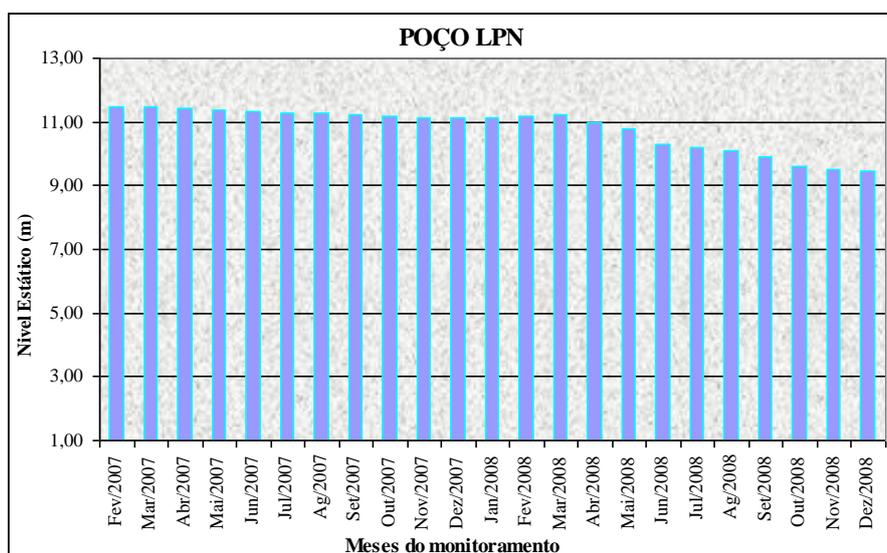


Figura 7 – Resultados do monitoramento do nível estático no poço do LPN, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ Poço Centro de Tecnologia

O poço localizado no Departamento de Engenharia Civil tem 30 metros de profundidade, vazão de 3,67 m³/h e revestimento de ferro, encontrando-se localizado sob a calçada, com uma tampa de cimento, o que impossibilita o monitoramento do nível d'água. O poço está com bomba submersa e a água é utilizada para irrigar os jardins dos blocos.

A condutividade elétrica variou de 178 a 234 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; O STD oscilou de 89 a 117 mg/L (Figura 8), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria vigente. A concentração de STD foi maior no segundo semestre (estiagem) de 2007, devido à evaporação. Em 2008 essa concentração apresentou-se de forma irregular, com valores maiores somente em setembro e outubro.

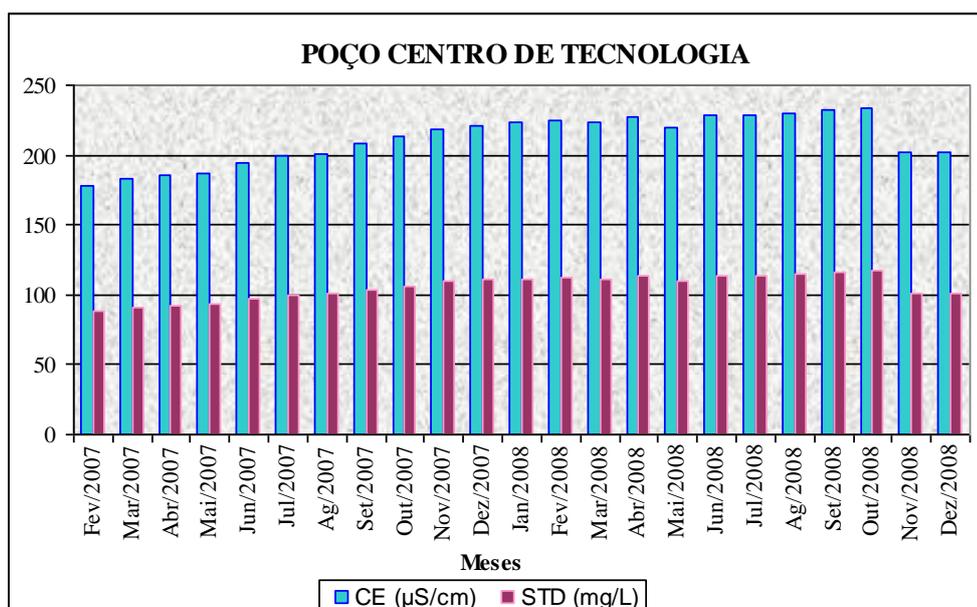


Figura 8 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço Centro Tecnologia, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ Poço Meteorologia

O poço localizado na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias tem 50 metros de profundidade, vazão de 5 m³/h e revestimento de ferro, que sobressai no terreno a uma altura de 25 cm, e ausência de tampa e laje de proteção sanitária. Ele está equipado com bomba submersa, sendo a água utilizada para consumo humano e irrigação dos jardins do bloco.

A condutividade elétrica oscilou de 802 a 859 µS/cm a 25°C. O STD oscilou de 401 a 429,5 mg/L (Figura 9), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria vigente. A concentração de STD foi maior nos segundos semestres de 2007 e 2008, período de evaporação.

O nível estático do poço variou de 14,90 a 15,45 m, ocorrendo uma variação durante todo o ano de 2007 e 2008, com níveis maiores nos meses de precipitação (Figura 10).

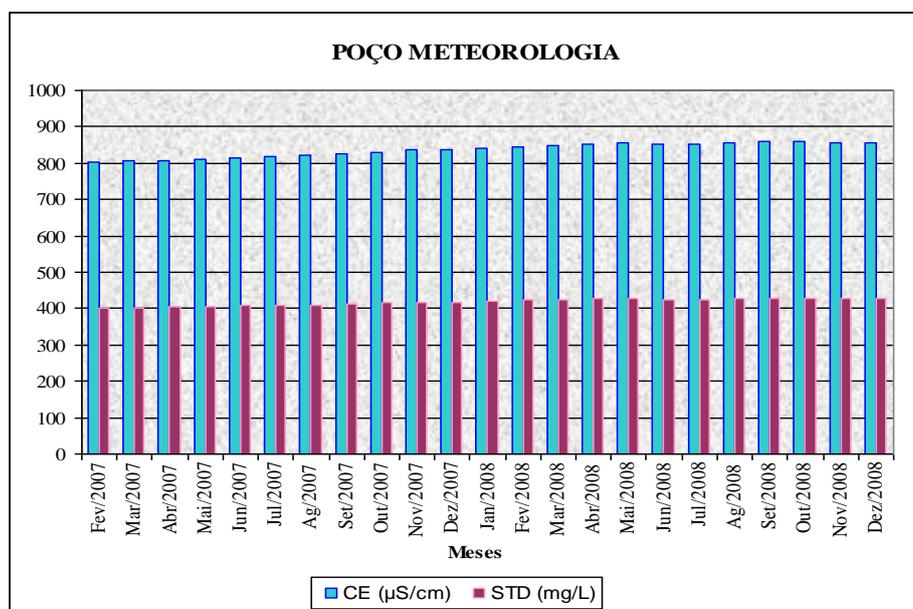


Figura 9 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço da Meteorologia, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

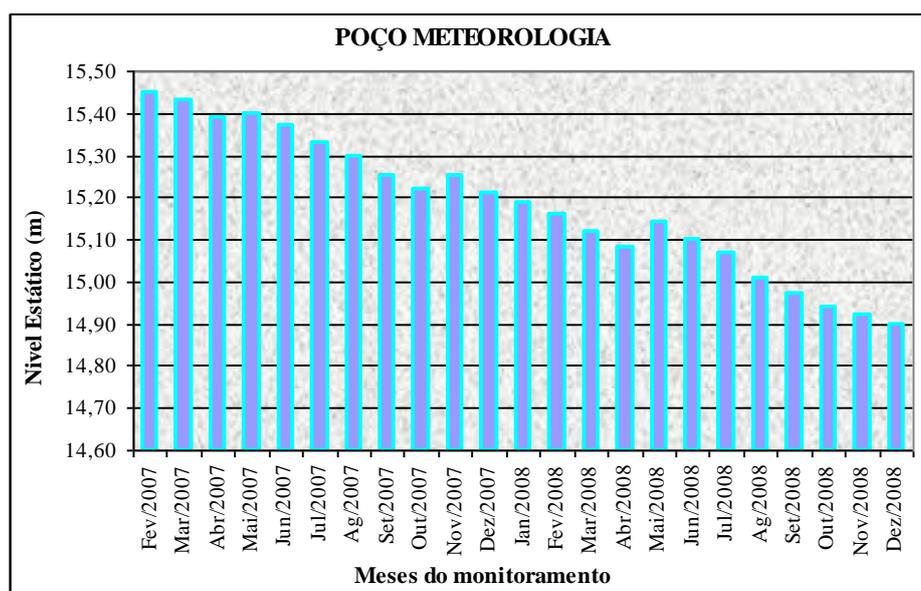


Figura 10 – Resultados do monitoramento do nível estático no poço da Meteorologia, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poço Horticultura**

O poço localizado no setor da Horticultura do Centro de Ciências Agrárias tem uma profundidade de 60 metros e revestimento de ferro que sobressai no terreno a uma altura de 15 cm, com ausência de

tampa e laje de proteção sanitária. O poço possui uma bomba injetora e a água é utilizada na irrigação da horta.

De acordo com os dados do monitoramento, os valores de condutividade elétrica variaram de 510 a 565 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C ; O STD variou de 255 a 282,5 mg/L (Figura 11), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria N° 2914/2011. De acordo com Pohlinget *et al.* (1981) as precipitações produzem um abaixamento na concentração dos sais nos poços mas, nos casos em que o terreno ao redor deles contém lixo, as concentrações aumentam durante as estações de chuva.

O nível estático do poço variou de 2,69 a 3,50 m (Figura 12), destacando-se uma descida brusca no ano de 2008. Provavelmente houve uma menor infiltração nesse sistema aquífero do que em 2007.

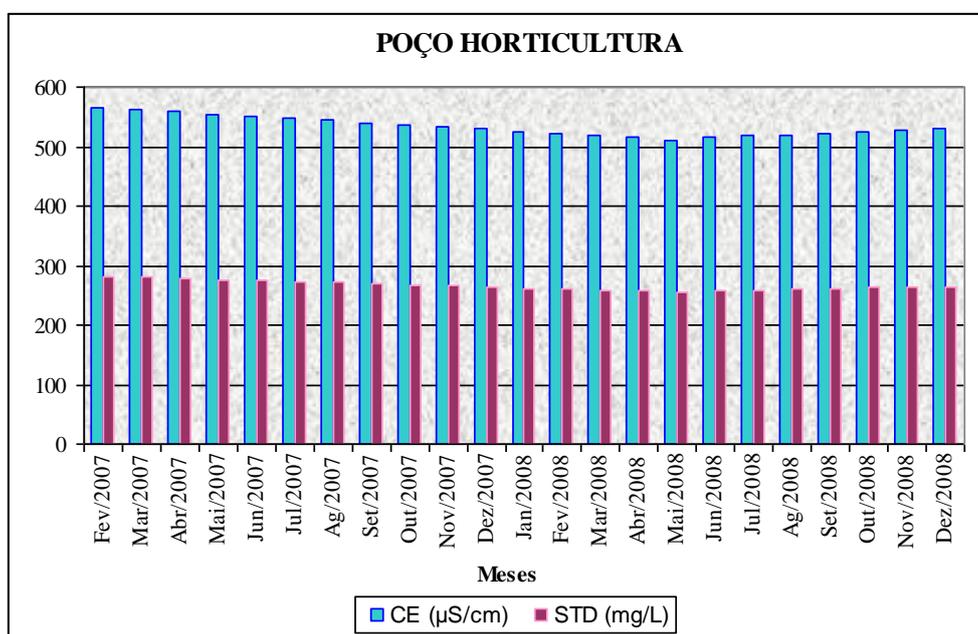


Figura 11 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço da Horticultura, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

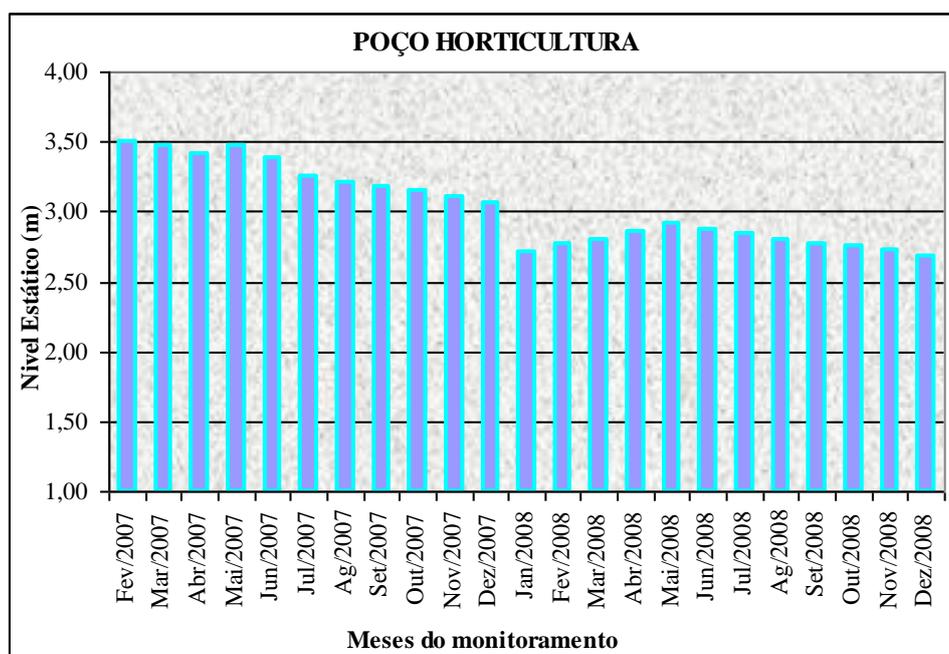


Figura 12– Resultados do monitoramento do nível estático no poço da Horticultura, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poço Aviário (Avicultura)**

Na etapa de cadastramento não foi encontrada informação sobre profundidade e vazão desse poço. Apresenta uma tampa de proteção, e não se pode monitorar o nível d'água. Nos meses de monitoramento o poço estava em uso, mas devido à existência de “capa rosa” (Fe) foi desativado.

A condutividade elétrica variou de 196 a 274 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; O STD variou de 98 a 137 mg/L (Figura 13), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria em vigor. A concentração de STD foi maior no primeiro semestre de 2007 do que em 2008.

De acordo com Pohlinget *et al.* (1981) as concentrações aumentam durante as estações de chuva devido à presença de lixo ao redor do terreno.

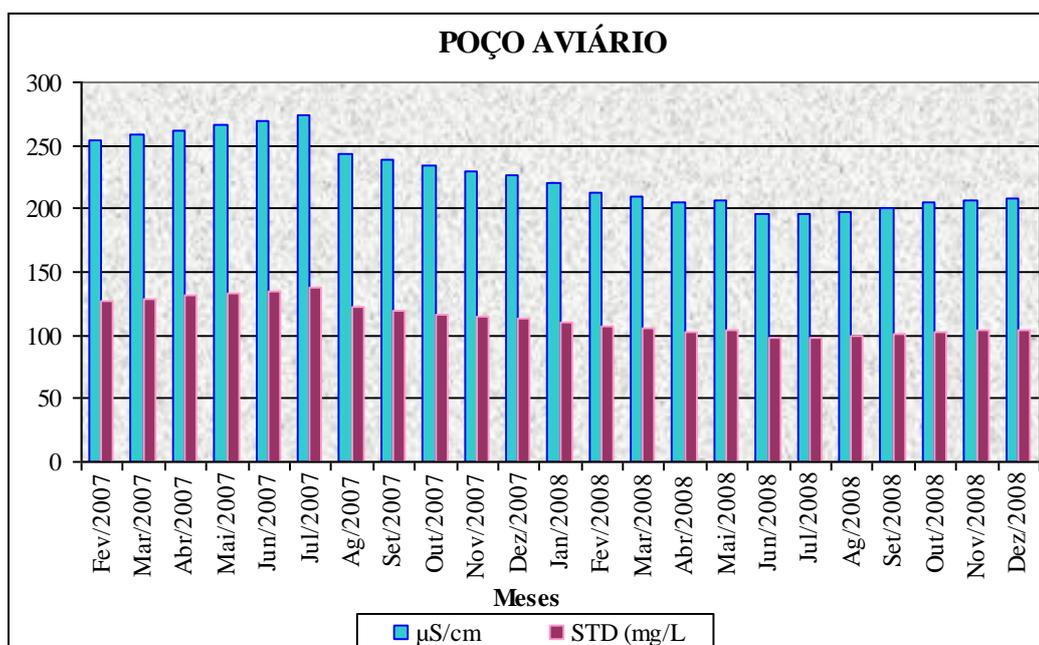


Figura 13 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço do Aviário, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poço Centro Esportivo**

O poço localizado no Centro Esportivo possui 50 metros, vazão de 6 m³/h e revestimento de ferro que sobressai no terreno a uma altura de 15 cm, sem proteção sanitária. O poço possui bomba injetora e a água é utilizada para recreação, onde são abastecidas duas piscinas, banheiros e bebedores.

De acordo com os dados do monitoramento, os valores de condutividade elétrica variaram de 523 a 618 μS/cm a 25°C; O SDT oscilou de 261,5 a 309 mg/L (Figura 14), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria vigente.

De acordo com Pohlinget *et al.* (1981) as precipitações produzem um abaixamento na concentração dos sais nos poços, sendo constatado na Figura 5.24. O nível estático do poço variou de 5,50 a 6,42 m (Figura 15), ocorrendo maior recarga no primeiro semestre de 2007, com uma variação de 0,8 m. Em 2008 houve pouca variação (0,2m) do nível d'água no período chuvoso.

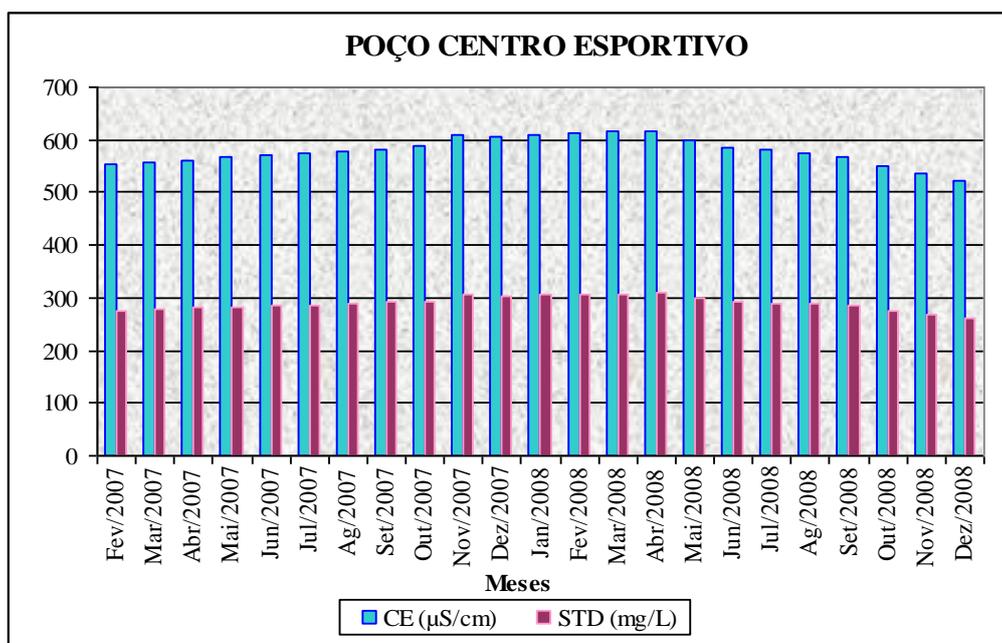


Figura 14 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço do Centro Esportivo, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

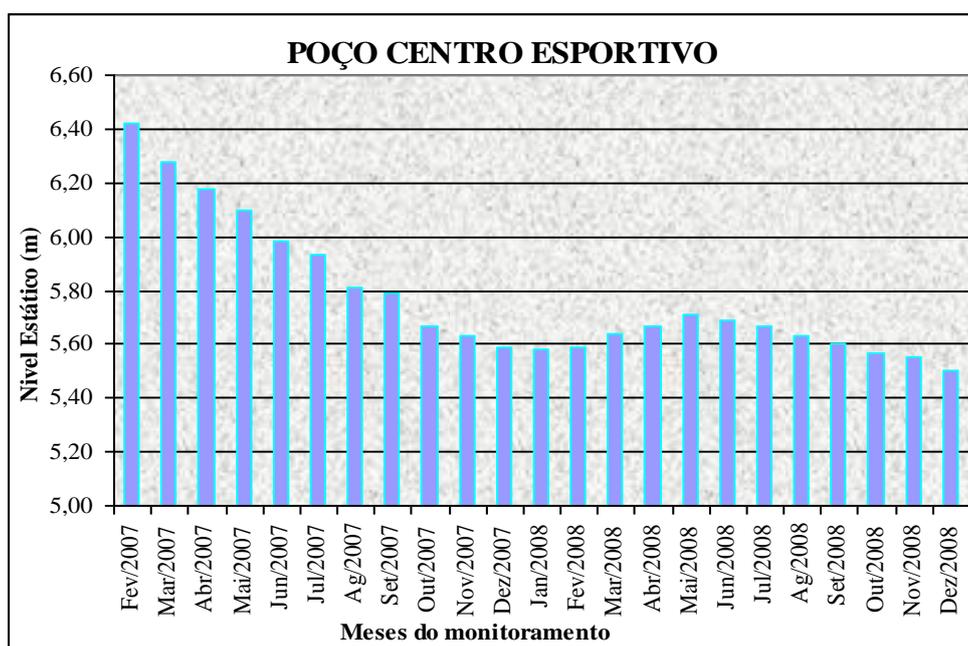


Figura 15– Resultados do monitoramento do nível estático no poço do Centro Esportivo, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ Poço NUTEC

O poço localizado no NUTEC tem 84 metros de profundidade, vazão de 1,4 m³/h e revestimento de PVC, que sobressai no terreno a uma altura de 19 cm. Observa-se a ausência de tampa e laje de proteção sanitária. O poço possui bomba submersa e a água é utilizada para abastecer todo o bloco, através das caixas d'águas, banheiros e laboratórios, não utilizando a água da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará).

A condutividade elétrica oscilou de 399 a 438 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C; O STD monitorado oscilou de 199,5 a 219 mg/L (Figura 16), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria vigente. Houve pouca variação (diferença de 20 mg/L) na concentração de STD comparando com os demais poços monitorados.

O nível estático do poço variou de 13,19 a 13,91m (Figura 17), ocorrendo maior recarga no ano de 2007.

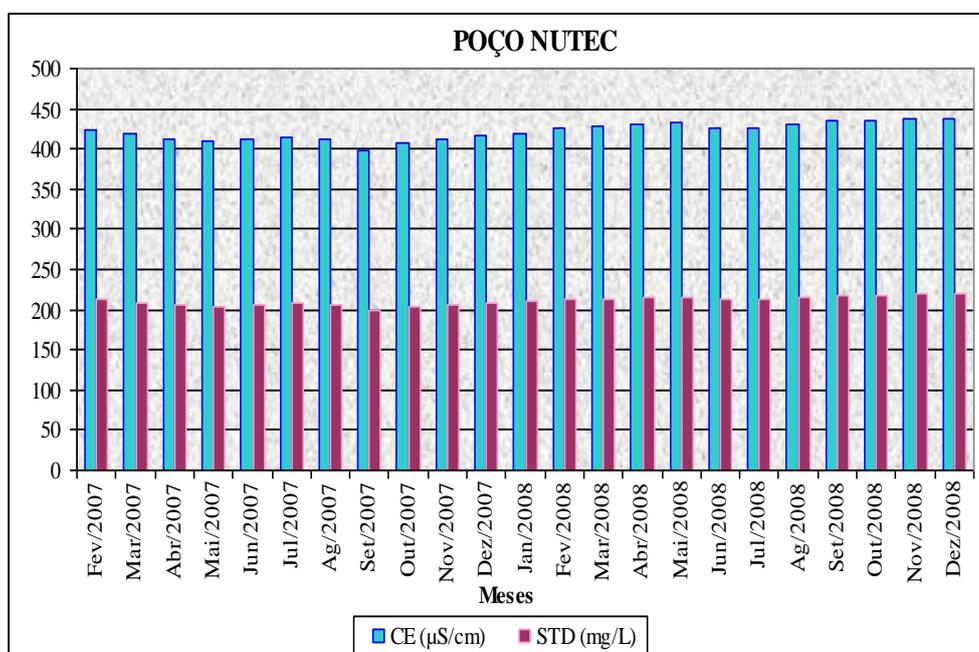


Figura 16 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço do NUTEC, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

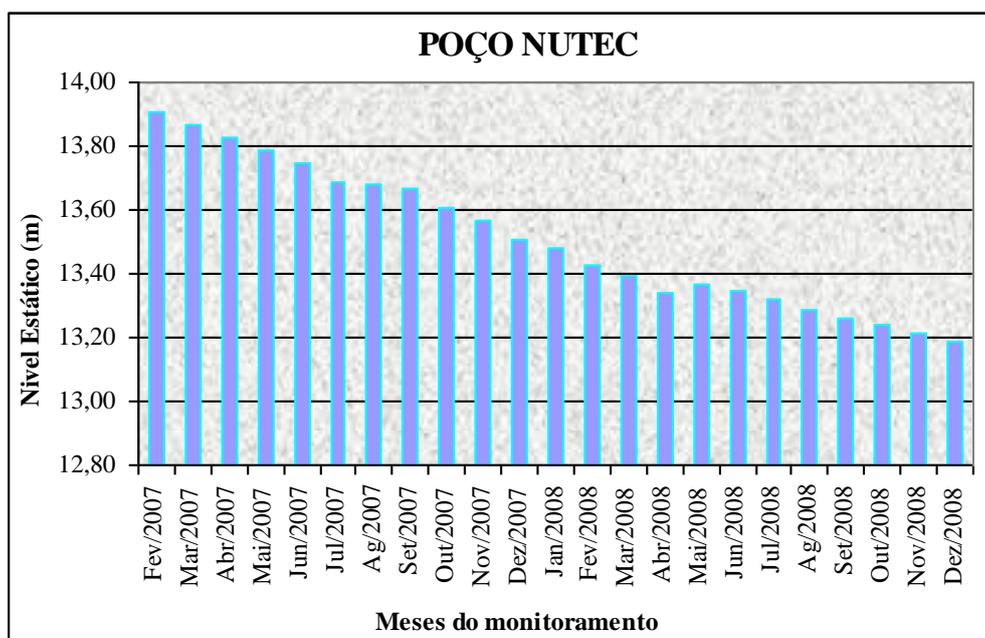


Figura 17 – Resultados do monitoramento do nível estático no poço do NUTEC, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

⇒ **Poco PADETEC**

O poço localizado no PADETEC tem 35 metros de profundidade, vazão de 8,0 m³/h e revestimento de PVC, que sobressai no terreno a uma altura de 16 cm, com ausência de uma tampa e laje de proteção sanitária. Tem instalada uma bomba submersa, sendo a água utilizada para abastecer as caixas d'água, banheiros e laboratórios.

De acordo com os dados do monitoramento, os valores de condutividade elétrica variaram de 453 a 685 µS/cm a 25°C; O STD variou de 226,5 a 342,5 mg/L (Figura 18), estando dentro dos padrões recomendados pela Portaria N° 2914/2011.

O aumento de STD deve-se à concentração de cloretos na amostra, pois a dissolução do cloreto de sódio (sal) gera íons com carga elétrica, o que permite a condução de eletricidade por este meio.

O nível estático variou de 2,61 a 3,40 m (Figura 19), com variação de 0,8 m durante todo o monitoramento, havendo maior recarga nos meses de fevereiro e março de 2007.

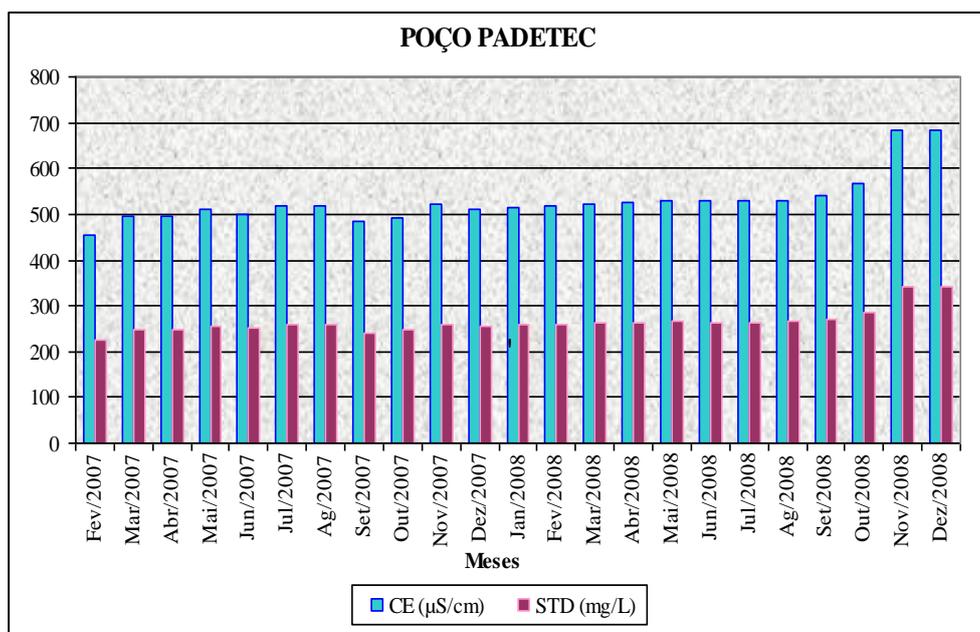


Figura 18 – Resultados do monitoramento de CE e STD no poço do PADETEC, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

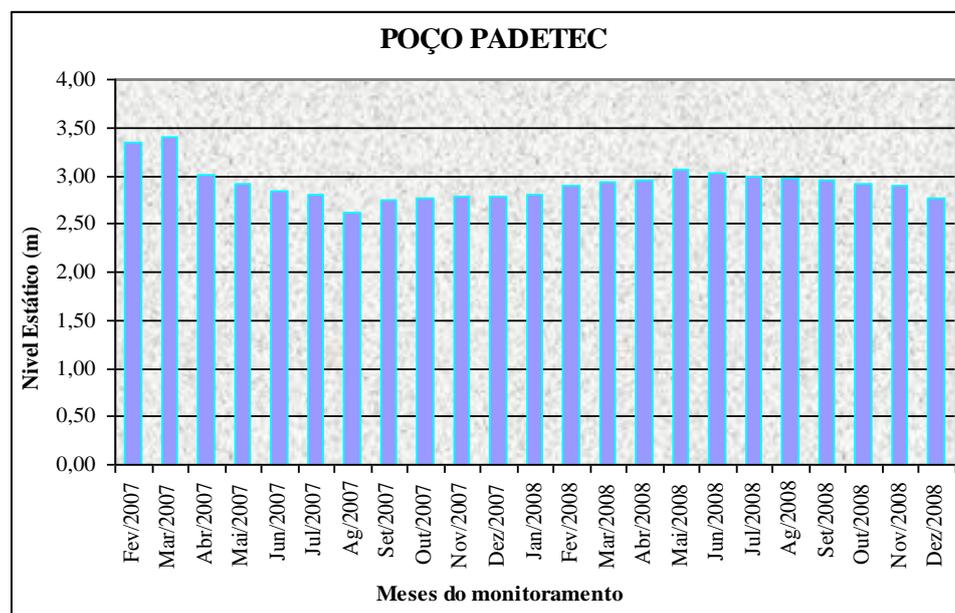


Figura 19– Resultados do monitoramento do nível estático no poço do PADETEC, Campus do Pici/UFC (Fevereiro/2007 a Dezembro/2008)

CONCLUSÕES

De acordo com o monitoramento mensal de 10 poços, pode-se constatar que as concentrações de STD estão dentro do padrão recomendado pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (1.000

mg/L). O aumento de STD nas águas dos poços deve-se à concentração de cloretos na amostra, pois a dissolução do cloreto de sódio (sal) gera íons com carga elétrica, o que permite a condução de eletricidade por este meio.

A concentração de sais nas águas subterrâneas produzida por dissolução tende a atingir um equilíbrio com as rochas com que está em contato e quanto mais lenta a circulação, maior é o tempo de contato e, conseqüentemente, maior será o acréscimo na concentração total de sais na água do aquífero. Quando essa concentração é influenciada essencialmente pelas condições climáticas, verifica-se o aparecimento de maiores concentrações de sais nas regiões de climas quentes e secos.

O aquífero no Campus do Pici é do tipo livre, poroso, clástico e o nível estático possui um comportamento freático, predominantemente inferior a 10m. No geral, a variação do nível d'água dos poços só teve uma recarga significativa nos meses de fevereiro a maio/2007 tendo nos restantes dos meses de 2007 um decréscimo de recarga e um pequeno acréscimo no início de 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, M. da C. R. O conhecimento hidrogeológico como instrumento de gestão das águas subterrâneas no Campus Universitário do Pici/UFC, Fortaleza – Ceará, 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MARINHO J.M.L.; VASCONCELOS, S. M. S.; CAVALCANTE I. N.; MONTEIRO J. A.1986. Resistividade Elétrica Aplicada a Prospecção de Água Subterrânea no Campus Universitário do Pici. Fortaleza -CE. XII Simpósio de Geologia do Nordeste-João Pessoa –PB, 15p.

POHLING, R.; SANTIAGO, M. F.; TORQUATO, J. R.; GARRETT, L. Estudo da qualidade da água de Fortaleza. In.: Estudo Hidrológicos do Nordeste – BNB. 1981. Organizado por RolfPohling. Serie: monografias. Vol. 3. p. 7 – 72.

PORTARIA MS nº 2914/2011 do Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em saúde. Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: Editora do Ministério da Saúde 2011. 34p.