

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO NA CIDADE DE NOVA OLINDA-CE

Glauciane Nunes Diniz de Oliveira¹; Roberto Felismino Lima²; Larissa Silva e Silva³; Maria da Conceição Rabelo Gomes⁴ & Itabaraci Nazareno Cavalcante⁵

RESUMO - Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas na cidade de Nova Olinda, localizada, ao sul do estado do Ceará. O abastecimento de água potável no município de Nova Olinda, cuja demanda é de 1.392 m³/dia (2008), encontra-se atualmente em situação delicada, visto que alguns parâmetros físico-químicos das águas apresentaram alterações em suas concentrações durante o monitoramento realizado pela CAGECE. Sendo utilizadas 09 análises físico-químicas de águas dos poços tubulares, com dados sobre Ca⁺², Fe, Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻ e N-NO³, condutividade elétrica, dureza, sólidos totais dissolvidos e pH.

ABSTRACT - This study aims to evaluate the quality of groundwater in city Nova Olinda, located south of the state of Ceará. The water supply in Nova Olinda, whose demand is 1392 m³/day (2008), is currently in a delicate situation as some physico-chemical properties of water had changes in their concentrations during the monitoring performed by CAGECE. Being used 09 physical and chemical analysis of water wells, with data on Ca⁺², Fe, Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻ and N-NO³, electrical conductivity, hardness, total dissolved solids and pH.

Palavras-chaves: Qualidade, Nova Olinda, Ceará.

1-Mestranda em Geologia - DEGEO/UFC (Bolsista CAPES/REUNI). Rua 26, 120. Conjunto Omega 1. Quintino Cunha. CEP: 60.351-630. Fortaleza/Ceará. E-mail: glaucianediniz@yahoo.com.br

2- Graduado em Geologia/UFC. Rua 26, 116. Conjunto Omega 1. Quintino Cunha. CEP: 60.351-630. Fortaleza/Ceará. E-mail: robertofelismino@yahoo.com.br

3- Graduanda do Curso de Geologia/UFC. Av. Isabel Maia e Silva de Alencar, 241. Alagadiço Novo. Fortaleza/Ceará. E-mail: larissa.ssgeo@gmail.com

4- Doutoranda em Geologia-DEGEO/UFC (Bolsista CAPES/REUNI). Rua Alcides Gerarde, 71. Fortaleza/Ceará. E-mail: conceicaoabelo@yahoo.com.br

5- Dr. em Hidrogeologia - Prof. do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (DEGEO/UFC). Rua Conselheiro Galvão, 80 - Bloco I, 102. Maraponga.CEP: 60.710-100. Fone: (085)33669869. Fortaleza/Ceará. E-mail: ita@fortalnet.com.br

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas constituem reservas estratégicas vitais para o abastecimento público. Este fato faz com que exista uma preocupação em se pesquisar o potencial dos aquíferos tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo para que se possam solucionar problemas tal como o do abastecimento público na cidade de Nova Olinda que hora passa por dificuldades. O monitoramento sistemático dos parâmetros físico-químicos realizados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE aponta para um aumento dos teores de carbonatos e cloretos na água dos poços, estando alguns desses com concentrações acima dos limites aceitáveis para consumo humano, conforme a Portaria Nº 518, do Ministério da Saúde do Brasil - MS (25/03/2004), obrigando a desativação desses poços e a consequente diminuição da oferta de água, além de outros inconvenientes como, a obstrução da rede de distribuição pela precipitação de carbonato, o que provoca suspensão temporária no fornecimento de água causando prejuízos tanto à população quanto à companhia de abastecimento. A CAGECE, através da Gerência de Meio Ambiente - GEMAM, realizou estudos objetivando encontrar uma área livre de carbonatos.

Este trabalho é parte do Relatório de Graduação, etapa final do Curso de Geologia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará.

2. LOCALIZAÇÃO

O município de Nova Olinda situa-se na região do Cariri, porção sul do estado do Ceará, limitando-se ao norte com os municípios de Farias Brito e Altaneira, ao sul com Santana do Cariri, a leste com Crato e Farias Brito e a oeste com Santana do Cariri.

A área objeto deste trabalho envolve parte da cidade do município de Nova Olinda compreendendo 64 km² (Figura 01).

3. OBJETIVO

Avaliar a qualidade das águas subterrâneas para o abastecimento público na cidade de Nova Olinda classificando-as em termos iônicos e analisando a sua qualidade para consumo humano.

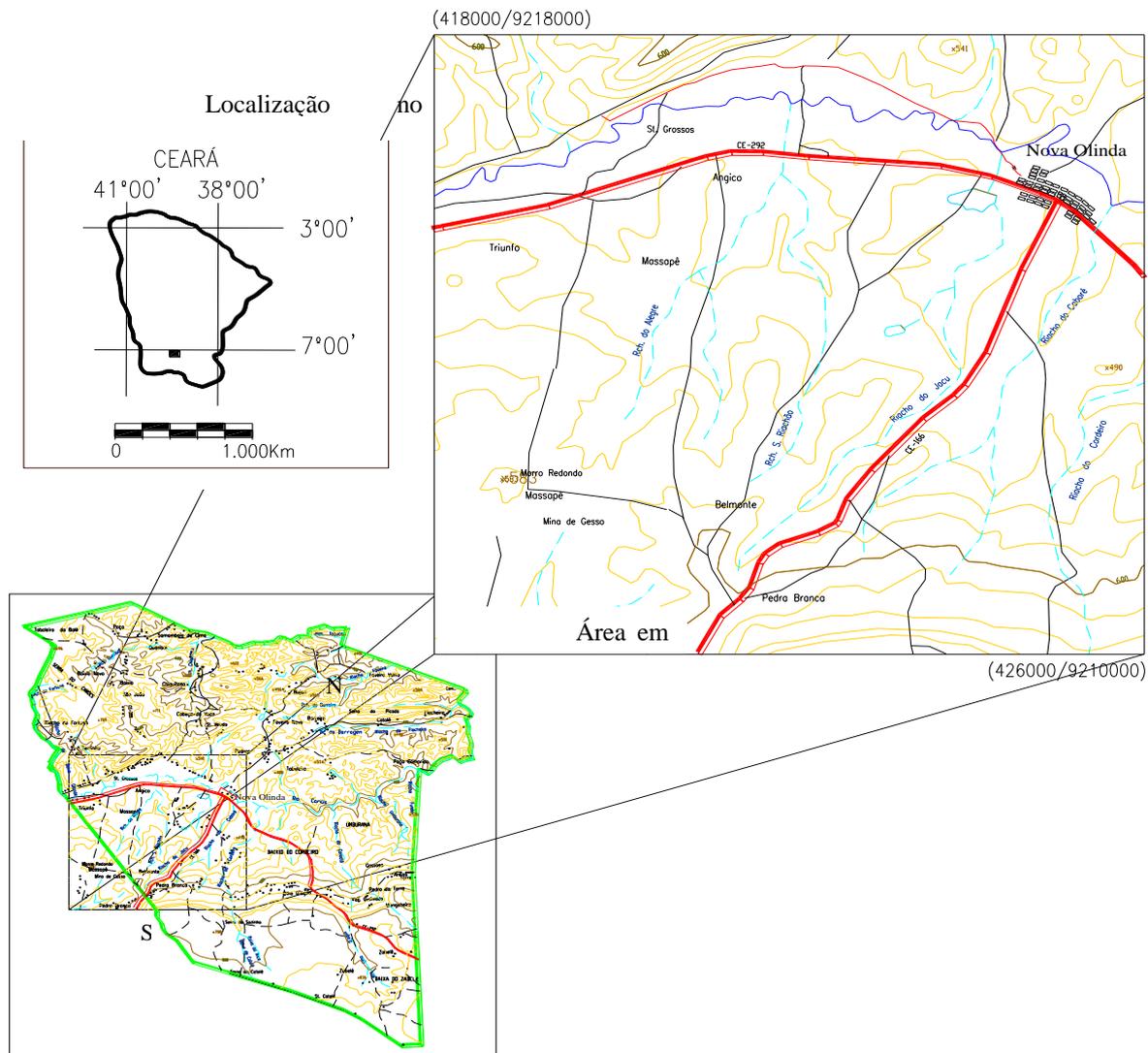


Figura 01 – Localização do município de Nova Olinda e da área em estudo.

4. METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico referente aos trabalhos na Bacia do Araripe e no município de Nova Olinda, de cunho hidroquímico, hidrogeológico, além de mapas temáticos.

Foram coletadas amostras de água em 09 poços tubulares na cidade de Nova Olinda, para análise físico-química. A coleta de água foi realizada em recipiente padrão de polietileno após a lavagem por várias vezes com a água do ponto amostrado, obedecendo as orientações dos técnicos do laboratório da Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará), dentro dos padrões de higiene, com uso de luvas esterilizadas descartáveis, etiquetagem das amostras com numeração e local do poço, horário e dia da coleta. As amostras foram refrigeradas até o momento da entrega no

laboratório de Controle de Qualidade de Água da CAGECE, que utiliza os métodos padrões de *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* para realização das análises físico-químicas.

Por fim, fez-se a compilação, a uniformização e a integração dos dados gerando bases de dados seguras para o desenvolvimento deste estudo, tais como: figuras, mapas, quadros e tabelas. Utilizando os softwares: *Word e Excel 2003, Surfer 8.0 e Arcgis 9.1.*

5. RESULTADOS

Foram coletadas 09 amostras de água de poços tubulares na cidade de Nova Olinda, para análise físico-química.

5.1. Características Hidroquímicas

Foram coletadas nove (09) amostras de água dos poços tubulares, no mês de junho de 2008, onde se analisou os seguintes parâmetros físico-químicos: condutividade elétrica, dureza, sólidos totais dissolvidos e pH, além das análises dos principais constituintes iônicos, tais como: cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), ferro (Fe), manganês (Mn), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), bicarbonato (HCO_3^-) e nitrato (N-NO_3^-). A seguir segue-se a descrição dos resultados das amostras analisadas:

5.1.1. Condutividade Elétrica - CE

A condutividade elétrica é a medida da facilidade de uma água conduzir a corrente elétrica, estando diretamente ligada com o teor de sais dissolvidos sob forma de íons (Santos, 2000).

Os valores de condutividade elétrica apresentaram média de 792 $\mu\text{S/cm}$, mínima de 285 $\mu\text{S/cm}$ e máxima de 1110 $\mu\text{S/cm}$. Das amostras analisadas 22,22% tem condutividade elétrica menor que 500 $\mu\text{S/cm}$, 44,44% entre 500 e 1000 $\mu\text{S/cm}$ e 33,33% maior que 1000 $\mu\text{S/cm}$ (Figura 02).

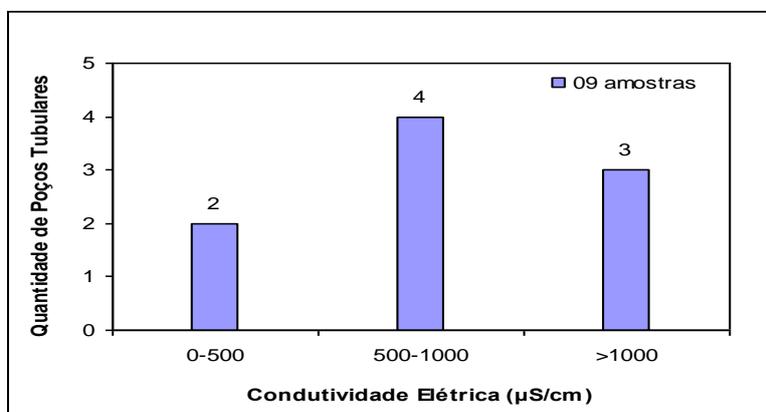


Figura 02 – Condutividade Elétrica dos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

5.1.2. Dureza Total

A dureza da água é produzida pela concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} expressa em teores de carbonato de cálcio, ou seja, de sais alcalino-terrosos e é demonstrada pela quantidade de sabão necessária para que se produza espuma (Custodio & Llamas, 1983 *apud* Santos, 2000).

Os valores de dureza apresentaram média de 265 mg/L, mínima de 71 mg/L e máxima de 544 mg/L. Destas, de acordo com a classificação citada acima, 11,11% tem teor de CaCO_3 entre 50 e 100 mg/L, sendo classificado como água do tipo pouco dura; 33,33% entre 100 e 200 mg/L, água do tipo dura e 55,56% das águas apresentaram dureza maior que 200 mg/L, sendo classificada como água muito dura (Figura 03).

As amostras d'água dos poços PT03 e PT04 apresentam-se acima dos padrões de potabilidade, de acordo com a Portaria N° 518 do MS (25/03/2004) que é de 500 mg/L para a dureza.

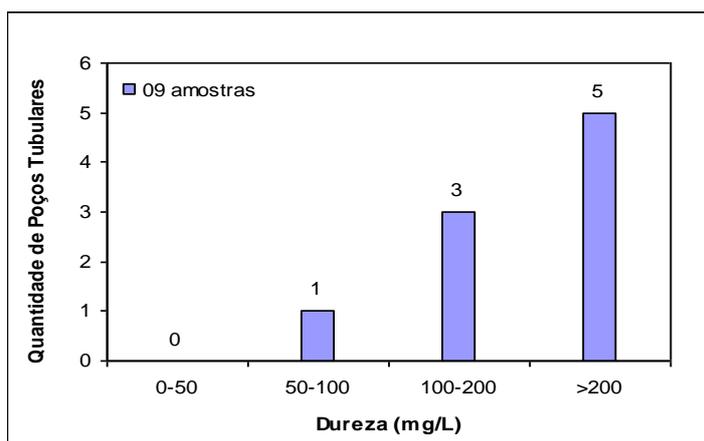


Figura 03 – Dureza dos poços de Nova Olinda-CE.

5.1.3. Sólidos Totais Dissolvidos - STD

STD é o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume, ou seja, representa a concentração de todo o material dissolvido na água, seja ou não volátil (Santos, 2000). Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos na água. Os dados de STD foram calculados a partir dos valores de condutividade elétrica multiplicada pela constante (0,65). Com base no STD estimado é apresentada a seguinte classificação de Möbus, 2003 *apud* Software Qualigrafy, versão Beta (Quadro 01).

Quadro 01–
segundo os
dissolvidos em

Tipo de Águas	STD (mg/L)
Doce	0 – 500
Salobra	500 – 1500
Salgada	> 1500

Classificação das águas
sólidos totais
mg/L (Möbus, 2003).

Fonte: Möbus, 2003 *apud* Software Qualigrafy, versão Beta.

De acordo com a classificação citada em Möbus (2003), as águas amostradas classificaram-se em água doce para quatro (04) poços, equivalente a 44,44 % e água salobra para cinco (05) poços, 55,56 %. Os valores de STD apresentaram média de 515 mg/L, mínima de 185 mg/L e máxima de 721 mg/L. Estando todas as amostras dentro dos padrões de potabilidade de acordo com a portaria Nº 518 do MS (25/03/2004).

A Figura 04 apresenta um mapa de isolinhas de sólidos totais dissolvidos na área de estudo, mostrando a distribuição espacial dos valores de sólidos totais dissolvidos das águas subterrâneas dos poços tubulares. Verifica-se que a porção centro-leste e sudeste da área encontram-se com valores de sólidos totais dissolvidos mais elevados em relação a porção norte e noroeste, onde a primeira porção apresenta valores que variam entre 500 e 740 mg/L e a porção norte e noroeste mostram valores menores que 500 mg/L.

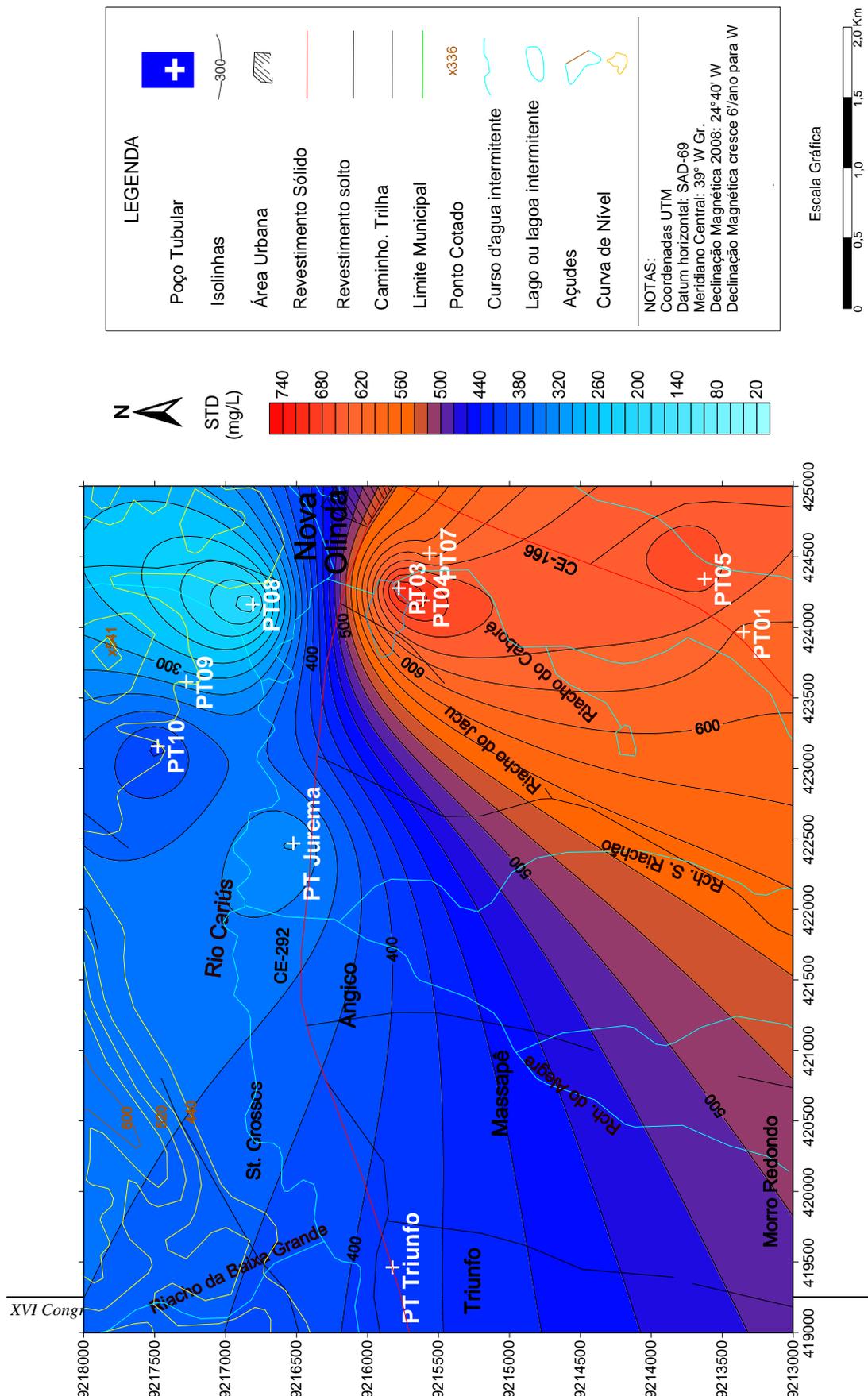


Figura 04- Distribuição espacial dos valores de sólidos totais dissolvidos das águas subterrâneas dos poços tubulares da cidade de Nova

5.1.4. pH

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes.

O pH analisado nas amostras de água apresentou valor médio de 7,30, mínimo de 6,20 e máximo de 8,08 (Figura 05), estando todas as amostras dentro dos padrões de potabilidade de acordo com a portaria N° 518 do MS (25/03/2004).

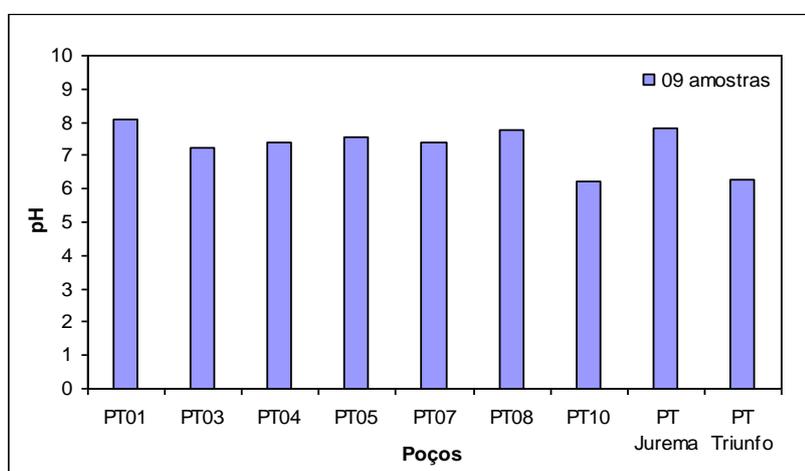


Figura 05 - Valores de pH dos poços de Nova Olinda-CE.

5.1.5. Cálcio (Ca^{+2})

O cálcio é o elemento mais abundante existente na maioria das águas e rochas do planeta Terra. Os sais de cálcio possuem moderada a elevada solubilidade, sendo muito comum precipitar como carbonato de cálcio (CaCO_3). É um dos principais constituintes da água e o principal responsável pela dureza. Apresenta-se, em geral, sob a forma de bicarbonato e, raramente, como carbonato.

A concentração de cálcio analisada nas amostras de água apontaram uma média de 84,11, mínima de 23,03 e máxima de 184,25 mg/L (Figura 06).

Atualmente, a cidade de Nova Olinda é abastecida pelos poços da CAGECE PT 03, 04, e 07. A seguir temos os gráficos referentes ao comportamento das concentrações de cálcio no período de novembro de 2006 e junho de 2008, em relação aos poços PT 03, PT 04, PT 05 e PT 07. Verifica-se

o crescimento significativo de cálcio nas águas utilizadas para abastecimento público, assim, aumentado cada vez mais a dureza das águas (Figura 07).

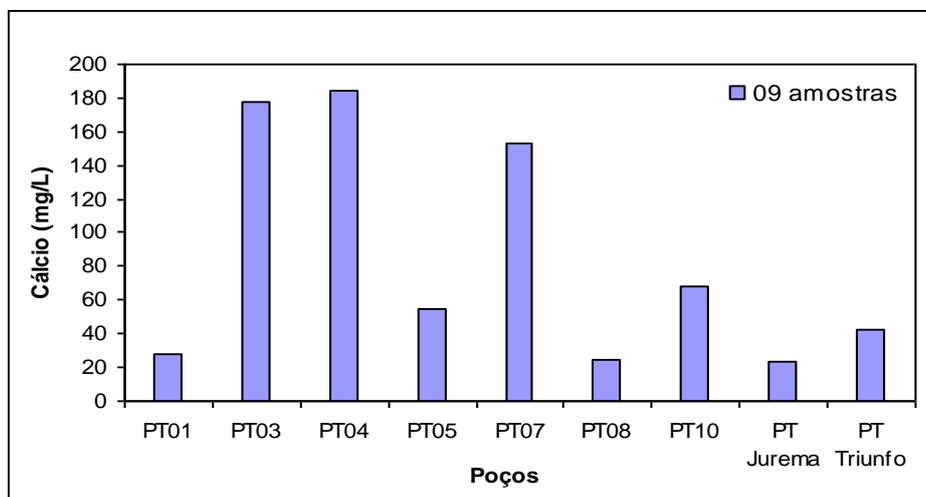


Figura 06-Concentração de cálcio nos poços de Nova Olinda -CE. Jun/2008.

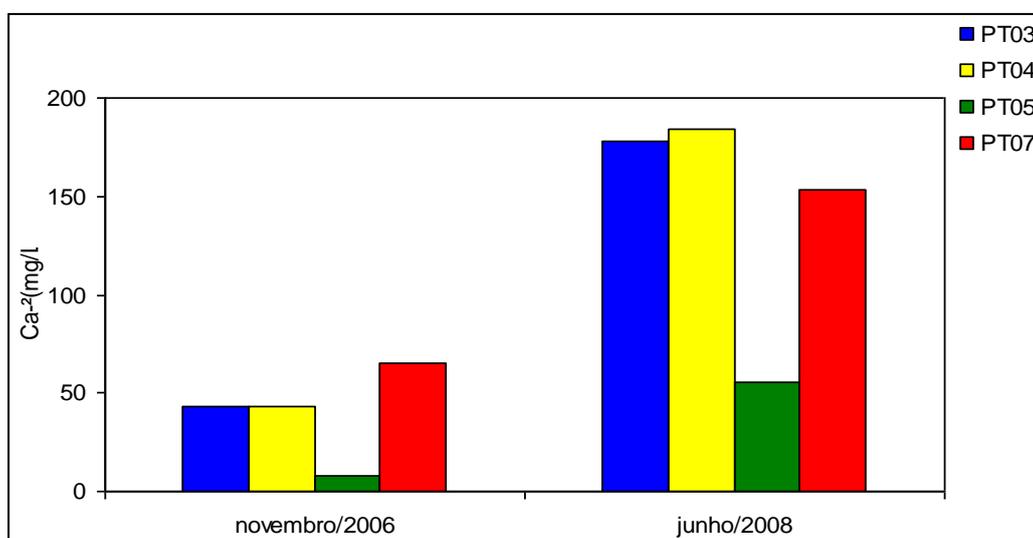


Figura 07 - Concentrações de cálcio a partir da análise físico-química das águas explotadas pelos dos poços PT03, PT04, PT05 e PT07, no período de novembro de 2006 e junho de 2008.

Desde 2006 as tubulações do sistema de abastecimento de água da cidade, bem como as canalizações residenciais, estão sendo progressivamente obstruídas por um precipitado que se apresenta na forma folhear. Este fenômeno vem causando prejuízos sucessivos à companhia de abastecimento, que é obrigada a substituir as tubulações obstruídas da rede de abastecimento e os

manômetros de algumas residências, e aos moradores, que constantemente são surpreendidos pela falta de água e danos às instalações hidráulicas (Fotos 01 e 02).



Fotos 01 e 02 – A) Precipitação do cálcio em forma de lâminas no interior das tubulações.
B) Hidrômetros obstruídos pelo carbonato de cálcio.

5.1.6. Ferro (Fe)

Pode estar presente com baixos teores ($< 0,3 \text{ mg/L}$) em quase todas as águas. Ocorre principalmente sob a forma de Fe^{+3} (hidróxido férrico) podendo também ocorrer como Fe^{+2} (hidróxido ferroso). O ferro, no estado ferroso, é instável na presença de oxigênio do ar, mudando para o estado férrico. Quando a água que o contém é exposta ao oxigênio do ar, os íons ferrosos se oxidam tornando-se férricos.

Os valores de ferro das amostras de água apresentaram média de $0,08 \text{ mg/L}$, mínima de $0,05 \text{ mg/L}$ e máxima de $0,13 \text{ mg/L}$ (Figura 08). Estando todas as amostras dentro dos padrões para potabilidade de acordo com a Portaria N° 518 do MS (25/03/2004).

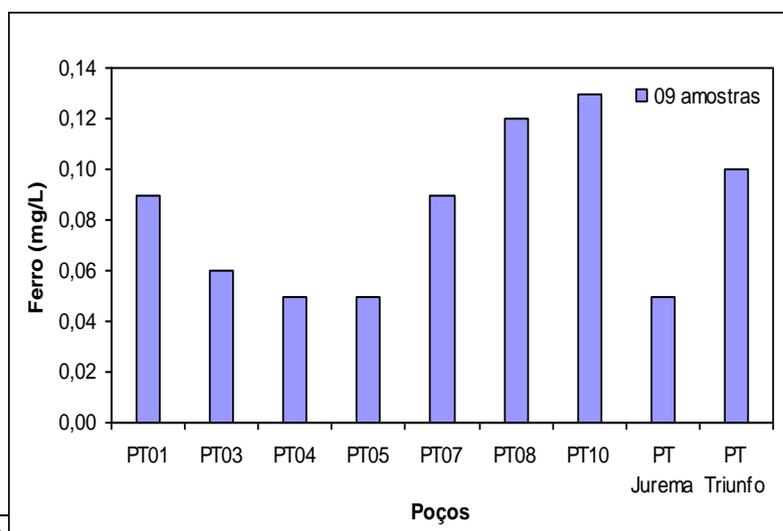


Figura 08 - Concentração de ferro nos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

5.1.7. Cloretos (Cl^-)

O cloreto, em geral, é muito solúvel e muito estável em solução, logo, dificilmente precipita. Não oxida e nem se reduz em águas naturais. É proveniente da lixiviação dos minerais ferromagnesianos de rochas ígneas e de rochas evaporíticas tal como o sal-gema.

O cloreto é um bom indicador de poluição para aterros sanitários e lixões. Altas quantidades de cloretos são tóxicos para a maioria dos vegetais, inibindo o seu crescimento.

Os valores de cloretos das amostras dos nove (09) poços tubulares analisados em junho de 2008 apresentaram mínima de 3,98 mg/L e máxima de 403,83 mg/L (Figura 09). O PT01 apresentou maior concentração de cloreto, com valor de 403,83 mg/L, muito acima dos padrões de potabilidade, de acordo com a Portaria N° 518 do MS (25/03/2004) que é de 250 mg/L para cloretos.

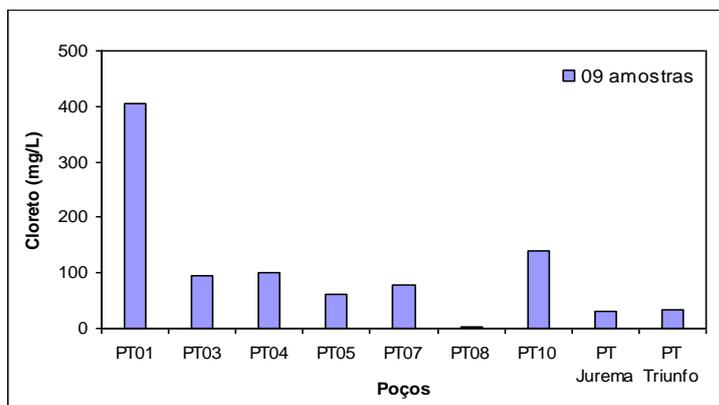


Figura 09 - Concentração de cloretos nos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

5.1.8. Sulfatos (SO_4^{-2})

São sais moderadamente solúveis a muito solúveis, exceto os sulfatos de estrôncio (SrSO_4) e os de bário (BaSO_4). Em meio redutor, com abundante matéria orgânica, pode sofrer uma redução bacteriana a S ou S^{-2} , porém em geral é estável. Origina-se da oxidação do enxofre presente nas rochas e da lixiviação de compostos sulfatados (gipsita e anidrita).

Os valores de sulfato das águas amostradas apresentaram mínimo de 1,37 mg/L e máximo de 90,25 mg/L (Figura 10), estando todas as amostras dentro dos padrões para potabilidade de acordo com a portaria N° 518 do MS (25/03/2004).

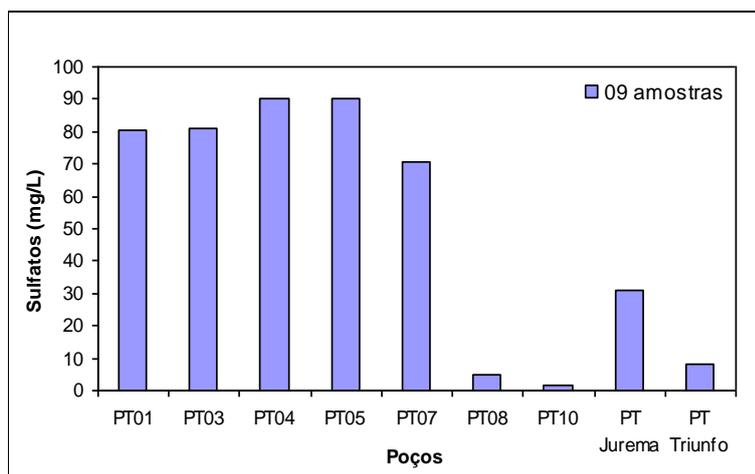


Figura 10 - Concentração de sulfatos nos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

5.1.9. Carbonato (CO_3^{-2}) e Bicarbonato (HCO_3)

A quantidade relativa de íons de carbonato é função do pH e do conteúdo de gás carbônico. Em águas naturais doces, a quantidade de carbonatos será muito baixa em comparação com a de bicarbonato. Segundo Logan, 1965 (*in Santos, 2000*) o carbonato somente excederá o bicarbonato quando o pH for igual ou superior a 10.

De acordo com análise realizada pelo laboratório da CAGECE, nas nove (09) amostras de água dos poços tubulares, todas obtiveram nos resultados o carbonato ausente.

O bicarbonato é um íon que não se oxida e nem se reduz em águas naturais, porém pode precipitar com muita facilidade como bicarbonato de cálcio (Custódio & Llamas, 1983). Varia entre 50 e 350 mg/L em águas doces, podendo chegar a 800 mg/L. A água do mar possui teores da ordem de 100 mg/L. É benéfico aos vegetais, principalmente na forma de bicarbonato de cálcio.

A concentração de bicarbonato analisada nas nove (09) amostras, apontaram uma média de 102,61 mg/L, mínima de 32,30 mg/L e máxima de 143,88 mg/L (Figura 11).

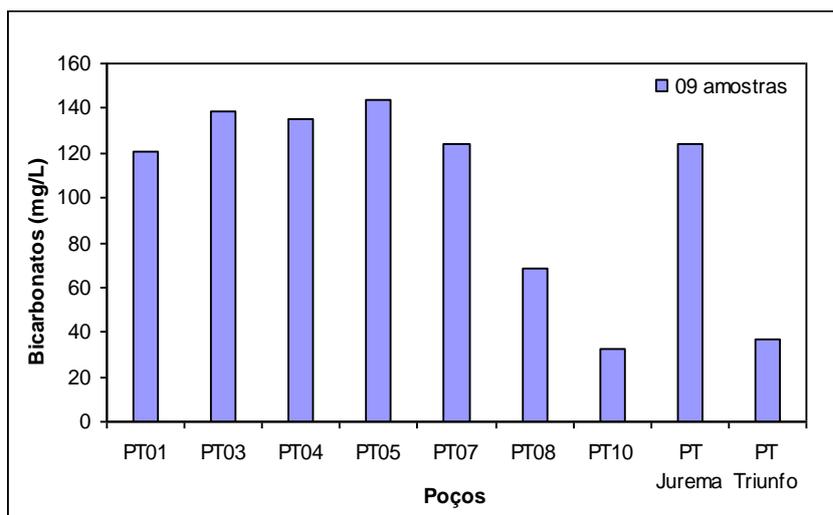


Figura 11 - Concentração de bicarbonatos nos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

5.1.10. Nitrato (NO_3^-)

O nitrato representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica e teores acima de $5,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N-NO}_3$ podem ser indicativos de contaminação da água subterrânea por atividade humana (esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitérios, adubos nitrogenados, resíduos de animais etc.). É prejudicial à saúde humana, porém trata-se de um composto favorável para a agricultura.

A concentração mínima de nitrato nas amostras analisadas é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e máxima de $3,38 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N-NO}_3$, (Figura 12). De acordo com a Portaria N° 518 do MS (25/03/2004), o valor máximo permitido de nitrato é de $10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N-NO}_3$, logo, as amostras encontram-se dentro dos limites permissíveis.

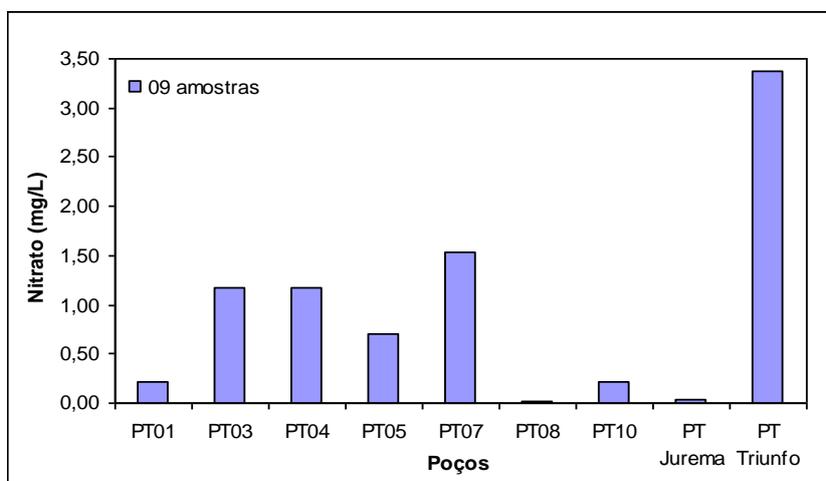


Figura 12 - Concentração de nitrato nas águas dos poços de Nova Olinda-CE. Jun/2008.

6.

CONCLUSÕES

De acordo com a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde as amostras dos nove poços analisadas pelo laboratório da CAGECE encontram-se dentro dos padrões de potabilidade para os seguintes parâmetros: STD, pH, Fe, SO_4^{-2} e N-NO_3 .

Os poços PT03 e PT04 apresentaram valores de dureza total acima do padrão de potabilidade que são 535,94 e 543,70 mg/L, respectivamente. O valor de Cl^- para o PT01 foi de 403,83 mg/L, também está acima do valor máximo permitido pela Portaria N° 518/2004-MS que é de 250 mg/L.

Todas as águas dos poços tubulares analisadas obtiveram ausência de carbonato, enquanto que, a concentração de bicarbonato nas amostras analisadas, apresentaram uma média de 102,61 mg/L, mínima de 32,30 mg/L e máxima de 143,88 mg/L.

O mapa de isolinhas de STD da área de estudo mostrou a distribuição espacial dos valores de STD das águas subterrâneas dos poços tubulares, onde na porção centro-leste e sudeste da área encontram-se com valores de STD mais elevados em relação a porção norte e noroeste, onde a primeira porção apresenta valores que variam entre 500 e 740 mg/L e a porção norte e noroeste mostram valores menores que 500 mg/L.

Observou-se que a formação do precipitado está relacionada ao calcário pertencente à Formação Santana, já que ao sul da área o calcário aflora e além do mais existem várias mineradoras que exploram e beneficiam placas de calcário, utilizadas na construção civil.

A construção de poços tubulares deve estar associada ao conhecimento de hidrogeologia e de critérios técnico-construtivos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos hidrogeológicos em termos de qualidade, quantidade e gestão dos recursos hídricos da área, buscando sempre o uso racional da água.

Recomenda-se também que se evite a disposição de resíduos sólidos próximo aos poços, respeitando o perímetro de proteção do poço para que não ocorra a contaminação/poluição dos aquíferos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. 1983 *Hidrologia Subterránea*. 2º edição. Barcelona: Omega. Volume 2.

MÖBUS, G., 2003 – Qualigraf: *Software* para interpretação de análises físico-químicas. Versão Beta. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME. Fortaleza. Download do programa a partir da página: www.funceme.br. Acesso em 04/04/2008.

SANTOS, A. C., 2000 – Noções de Hidroquímica. Cap. 05. *In*: Feitosa, C. A. F. & Filho, J. M. Hidrogeologia. Conceitos e Aplicação. CPRM e LABHID/UFPE. Fortaleza. 2ª edição, 28p.