

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE CHOROZINHO, REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA-CEARÁ

Itabaraci Nazareno Cavalcante¹; Francisco Wladiston Cordeiro Dias²; Milton A. da Silva Matta³; Virgínia Pereira de Sousa⁴ & Maria da Conceição Rabelo Gomes⁵.

RESUMO - O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas do município de Chorozinho através de análises físico-químicas, baseando-se na Portaria nº518/2004 do Ministério de Saúde. A metodologia desse trabalho constou do Levantamento Bibliográfico, Cadastro de Poços Tubulares e Análises de Águas, Tratamento Preliminar dos Dados, Etapas de Campo, Tratamento e Interpretação dos Dados. Os resultados obtidos dos 61 poços cadastrados, mostram que suas águas tem valor médio de 3.843,5 mg/L, oscilando entre 186,5 e 12.155 mg/L de STD, estando 49 amostras (80%) acima do aceitável(valor máximo tolerável é de 1000 mg/L). De acordo com o diagrama de Piper, as amostras analisadas foram classificadas predominantemente como cloretadas (93%) sódicas (67%).

ABSTRACT - This study aims to assess the quality of groundwater the municipality of Chorozinho through physical and chemical analyses, based on Ordinance nº518/2004 of the Ministry of Health. The methodology of this work consisted of Bibliographical Survey, Registry of Wells Tubulares and Analysis of Waters, Preliminary Data Processing, Steps of Countryside, processing and interpretation of data. The results from 08 physical-chemical analyses of water from wells, show that the average value of STD in groundwater is 4,256 mg / L, ranging between 149 and 14,325 mg / L., with 99% of sampling above the acceptable (maximum tolerable of STD is 1,000 mg / L). According to the diagram of Piper, the samples were classified as predominantly Cl⁻/Na⁺.

Palavras-chave: Qualidade, Águas subterrâneas, Chorozinho

¹ Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Pici. Fortaleza/CE. e-mail: ita@fortalnet.com.br

² Mestre em geologia/UFC. e-mail: wladiston@yahoo.com.br.

³ Prof. Dr. do Instituto de Geociências/UFPA. Campus do Guamá-Belém/PA. E-mail: matta@ufpa.br

⁴ Graduanda do curso de Geologia/UFC. Rua São Roque 189. Álvaro Weyne/CE. e-mail: nina_efe@hotmail.com

⁵ Especialista em Gestão hídrica/UFPA e mestranda do curso de Geologia/UFC (Bolsista da FUNCAP). Rua Alcides Gerardo 71. Conjunto Palmeiras. Fortaleza/CE e-mail: conceicaoabelo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea corresponde à parcela mais lenta do ciclo hidrológico e constitui nossa principal reserva de água doce líquida, ocorrendo em volumes muito superiores ao disponível na superfície.

No Brasil, em geral, as águas subterrâneas abastecem rios e lagos. Por isso, mesmo na época seca, a maioria dos nossos rios é perene. Os usos múltiplos das águas subterrâneas são crescentes: abastecimento, irrigação, balneoterapia, engarrafamento de águas minerais e potáveis de mesa dentre outros. Logo a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo, por estar intimamente ligada as atividades humanas, podendo ser afetada por processos industriais, atividades mineradoras, despejos de efluentes, resíduos sólidos, etc., sendo que uma das atividades humana presente e constante no meio urbano é a disposição de resíduos sólidos em superfície, em sua grande maioria sem nenhum controle técnico.

O presente trabalho foi extraído da Dissertação de Mestrado de Dias (2004), que mostra a avaliação da qualidade das águas subterrâneas no município de Chorozinho, quanto à composição química, potabilidade e consumo humano.

1.1. Localização e acesso

O município de Chorozinho está situado na Região Metropolitana de Fortaleza, porção nordeste do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, nas coordenadas 04°18'00"S e 38° 29'49"W, em relação a linha do equador, com área de 278,4 km² e ocupa parte das Folhas Baturité (SB.24-X-A-I) e Beberibe (SB.24-X-A-II) – SUDENE, 1973, escala 1:100.000. Seus limites municipais são: ao norte o município de Pacajus; Ocara ao sul; Cascavel a leste; Acarape e Barreira a oeste.

O acesso ao município, partindo de Fortaleza, é feito pela BR-116, num percurso de aproximadamente 60 km; os distritos, lugarejos, sítios e fazendas estão interligados por estradas asfaltadas e/ou carroçáveis, as quais permitem franco acesso durante todo o ano.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas do município de Chorozinho, através de análises físico-químicas, baseando-se na Portaria N° 518 de 25/03/2004 do Ministério de Saúde.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada neste trabalho constou, basicamente, de cinco etapas distintas: Levantamento Bibliográfico; Cadastro de Poços Tubulares e Análises de Águas; Tratamento Preliminar dos Dados; Etapas de Campo; Interpretação dos Dados.

O levantamento bibliográfico constou da revisão dos trabalhos técnico-científicos realizados, principalmente, na Região Metropolitana de Fortaleza obtendo, então, dados referentes à avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Chorozinho, gerando informações sobre a área de estudo.

A segunda etapa refere-se ao cadastramento dos principais pontos de água subterrânea existentes na área, incluindo poços tubulares e amazonas (cacimbas). Cadastrou-se 73 poços, sendo 63 poços tubulares (PT), 01 poço amazonas e 09 poços manuais. A situação dos mesmos na área constam de 3 abandonados, 29 em usos, 4 desativados e 2 não instalados, restando 35 poços sem informação. Poços públicos contam 60 e privados são 13.

Foram cadastradas 15 fichas de análises físico-químicas, contemplando os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, dureza total, Sólidos Totais Dissolvidos em mg/L e os principais íons constituintes Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Fe^{+++} , HCO_3^- , Cl^- e NO_3^- .

A terceira etapa constou do tratamento inicial do cadastro de poços realizado a partir do cadastros de fichas técnicas dos poços, e que possibilitou a formação de um arquivo de dados elaborado em planilha eletrônica Excel (Microsoft Office 2000 for Windows). Isto possibilitou uma avaliação preliminar das condições de captação de água subterrânea no município envolvido. Destas, foram confeccionadas as bases de localização dos pontos d'água, geológica, e a dos sistemas aquíferos, utilizadas neste trabalho. Utilizando programas computacionais gráficos (p.ex. Corel Draw 9.0, Autocad 2004), conservando-se as informações originais, as bases foram padronizadas na escala 1:100.000, facilitando o manuseio das mesmas.

As etapas de campo foram realizadas, no sentido de melhor se verificar a acuracidade dos dados cadastrados e/ou proceder ao levantamento de novas informações. Foi as condições *in situ* de uso dos poços tubulares, assim como a atualização do cadastro dos poços inicial com a localização dos poços com uso de GPS (Garmim III plus, 12 canais). Através desse trabalho de campo foi registrada a ocorrência de 09 poços rasos de perfuração manual (cacimbas) e 01 poços do tipo amazonas, tendo sido os mesmos georeferenciados (GPS) e em alguns foram tomadas de condutividade elétrica das águas.

O tratamento dos dados cadastrados, gerando informações para a pesquisa, constou da compilação, uniformização, formação de arquivo de dados, tratamento estatístico e integração e/ou modificações dos mapas, gerando as bases para a execução do trabalho. As análises físico-químicas

das 15 amostras foram processadas e submetidas a um cálculo de balanço iônico para se verificar a acuracidade dos dados obtidos. Após isto, elaborou-se um gráfico hidroquímicos (Piper.) com a utilização do pacote computacional “Qualigraf”, versão Beta, desenvolvido por MÖBUS (2003) e divulgado no *site* da FUNCEME (www.funceme.br).

Interpretação e tratamento dos dados através da utilização de softwares *Word* (digitação dos textos), *Excel* (elaboração de planilhas e gráficos) e *ArcGIS 9* (digitalização e confecção do mapa).

3. HIDROGEOLOGIA

A área pesquisada (278,4 km²) é geologicamente constituída por formações cenozóicas, que incluem sedimentos inconsolidados e rochas sedimentares (Formação Barreiras, depósitos colúvio-eluvionares e aluviões) e litotipos pré-cambrianos do Complexo Gnáissico-Migmatítico, que constituem o meio fissural. Nesse contexto, foram constatados quatro sistemas hidrogeológicos: Cristalino, Barreiras, Misto e Aluvionar.

A identificação dos sistemas hidrogeológicos captados pelos poços tubulares teve como base critérios hidrogeológicos obtidos de trabalhos de campo, através da extensão geográfica dos afloramentos, e correlação com os perfis de poços cadastrados.

No Sistema Cristalino é comum a utilização dos termos, Meio Fissurado, Aquífero Fraturado ou Meio Fraturado para designar este contexto hidrogeológico. Nos terrenos cristalinos, a porosidade primária pode ser considerada praticamente nula, ficando a infiltração, armazenamento e circulação das águas restritas as zonas de fraturas. Assim sendo, o enquadramento desses terrenos como aquíferos está na dependência da existência de estruturas rúpteis, abertas e interconectadas com área de recarga (CAVALCANTE, 1998).

Esse sistema possui 17 poços com uma cobertura sedimentar (Barreiras e Aluviões) com 11m de espessura e presença de níveis argilosos nas camadas, principalmente nas mediações da zona urbana do município, onde ocorre a maior concentração de poços. Este meio possui fraca vocação aquífera e as melhores áreas são condicionadas pela existência de zonas cisalhadas, com fraturas abertas e associadas, muitas vezes, a reservatórios superficiais d'água, com os açudes Pacajus e Pacoti que constituem fontes de recarga, uma vez que a água armazenada nesses pontos pode migrar, através dos sistemas de fraturas existentes na bacia hidráulica do açude e que são interceptadas pelo poço.

Os dados coletados no cadastro, juntamente com aqueles obtidos nos trabalhos de campo, permitiram observar os aspectos gerais dos poços construídos no contexto do município de

Chorozinho, de maneira a ser possível a realização de considerações sobre as condições, em momento, desses poços.

O Sistema Hidrogeológico Barreiras é constituído por sedimentos clásticos cenozóicos da Formação Barreiras e das coberturas Cólúvio-eluvionares. Nesse sistema possui 09 poços cadastrados.

O Sistema Misto (é constituído por dois sistemas: o Barreiras e o Cristalino) por englobar mais de uma formação litoestratigráfica, localiza-se em quase toda área abrangida pelo município de Chorozinho, sendo que 38 poços foram constatados nesse sistema.

O Sistema Aluvionar corresponde às deposições efetuadas no Quaternário, formadas por material arenoso de granulometria grossa a fina, siltes e argilas que ocorrem na área margeando o baixo curso do principal rio (Choró). Em função da pouca ocupação urbana nesse terreno, foi cadastrado apenas 01 poço escavado do tipo amazonas. Esse poço foi construído manualmente e possui grande diâmetro (em torno de 3,5 m), captando água com profundidades de até 10 metros, e nível estático sub-aflorante (inferior a 3 metros).

4. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percoladas. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato, água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas. Devido ao maior contato com os materiais geológicos, baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas do que as águas superficiais. Pelas mesmas razões, possuem menores teores de matérias em suspensão e matéria orgânica, esta última devido à ação dos microorganismos presentes no solo. Também, devido as suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigênio dissolvido do que as superficiais (AMBIENTE BRASIL, 2008).

A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos: consumo humano, irrigação, industrial e outros.

Daí ser extremamente importante o conhecimento da qualidade das águas de uma região através de análises físico-químicas e bacteriológicas, que se constitui num mecanismo para caracterizá-las quanto à composição química, potabilidade e direcionamento de usos (doméstico, industrial e agropecuário).

Ressalta-se no que cadastro não foram incluídas as análises bacteriológicas, em função de não existirem disponíveis, em caráter público, no contexto da área estudada.

De forma complementar, foram realizadas em campo medidas de condutividade elétrica (CE), utilizando um condutivímetro portátil do tipo DIGIMED (61 medidas) e, a partir desses valores, seguindo SANTOS, 2000 (*apud* FEITOSA & MANOEL FILHO, 2000), calculado os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), multiplicando-se o valor obtido de CE por uma constante de 0,65.

Para verificação da acuracidade das análises físico-químicas foi utilizada a fórmula apresentada por LOGAN (1965) para cálculo do balanço iônico, onde os valores dos íons dados em mg/L são convertidos em meq/L. Os valores obtidos são utilizados na equação 01 que define o coeficiente individual de erro das análises.

$$E (\%) = \left| \frac{r\sum \text{ânions} - r\sum \text{cátions}}{r\sum \text{ânions} + r\sum \text{cátions}} \times 100 \right| \quad (01)$$

Onde:
r = meq/L
E = erro (%)

4.1. Composição Físico-Química

As propriedades físico-químicas são importantes no que se refere à qualificação das águas, definidas pela sua composição e pelo conhecimento dos efeitos a saúde que podem causar seus constituintes.

Segue abaixo a tabela 01, mostrando os valores médios, máximos, mínimos e o padrão dado pela Portaria 518/2004, dos parâmetros analisados nas amostras dos poços das águas subterrâneas do município de Chorozinho.

Tabela 01- Valores dos parâmetros das águas subterrâneas da área de estudo

Parâmetros	< > mg/L			
	Média	Máximo	Mínimo	Padrão** (Portaria 512/2004)
Ca ⁺⁺	215	760	10	-
Na ⁺	493	1734	35	200 mg/L
K ⁺	75	332	6	-
HCO ₃ ⁻	134	332	39	-
Cl ⁻	1943	7008	46	250 mg/L
Fe ⁺⁺⁺	0,3	1	0	0,3 mg/L

N-NO ₃ ⁻	10	25	2	10 mg/L
Dureza	1752	6150	44	500 mg/L (teor de CaCO ₃)
STD*	3843,5	12155	186,5	1000 mg/L de sais totais
C.E.*	5913,1	18700	44	1000 μ S/cm

* Dados de campo (130 amostras)

** Para consumo humano

4.1.1. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) é a medida da facilidade que um fluido possui de conduzir corrente elétrica, estando diretamente associada com a concentração de sais dissolvidos sob a forma de íons. Na área estudada, a média é 5913,1 μ S/cm a 25°C, variando no intervalo de 18700 a 287.

4.1.2. Sólidos Totais Dissolvidos

O STD representa a soma dos teores de todos os minerais dissolvidos presentes na água, seja ou não volátil. O valor médio de STD nas águas subterrâneas da área estudada é de 3843,5 mg/L, oscilando entre 186,5 e 12155 mg/L. Segundo a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde o valor máximo tolerável de STD é de 1.000 mg/L (água doce), com STD entre 1000 e 10.000 a água é salobra e com mais de 10.000 a água é salgada.

4.1.3. Dureza

A dureza de uma água é tida como uma medida da capacidade de precipitar sabão e produzir incrustações, comumente os íons que precipitam sabão são cálcio, magnésio, alumínio, ferro, manganês, estrôncio, zinco e hidrogênio. O cálcio e o magnésio ocorrem em maior concentração na natureza, por isso a dureza é dada pela concentração de cálcio e magnésio. A média das 15 amostras é de 1752 mg/L, variando de 44 a 6150 mg/L, sendo que 13 amostras estão fora dos padrões de potabilidade para consumo humano (500mg/L valor máximo permitido) (Figura 01).

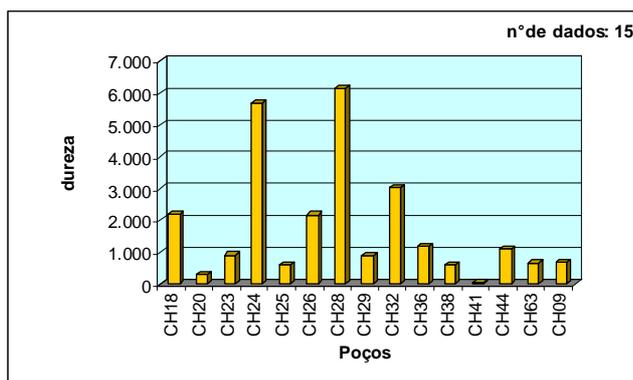


Figura 01- Valores de dureza nas águas subterrâneas do município de Chorozinho

4.1.4. pH

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio (H^+) na água ou solução, em escala logarítmica, varia de 1 a 14, onde valores inferiores 7 indicam acidez, valores superiores 7 indicam alcalinidade (meio básico) e Valores iguais 7 indicam neutralidade.

Dentro das 15 medidas de pH, os valores oscilaram entre 6,8 e 8,3, onde 02 amostras apresentam um caráter ácido, 11 um caráter básico e 02 refletem o caráter neutro (Figura 02). O valor médio do pH é de 7,7 revelando um caráter levemente básico das águas subterrâneas da área.

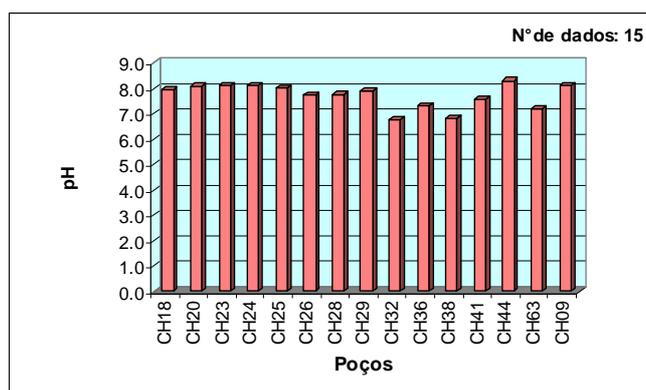


Figura 02 - Valores de pH nas águas subterrâneas do município de Chorozinho

4.1.5. Classificação Iônica

As águas subterrâneas da área estudada, foram classificadas e identificadas no Diagrama de Piper (Figura 03). Na confecção do diagrama foi utilizado o programa Qualigraf, versão Beta, desenvolvido por MÖBÜS (2003).

Nesse diagrama pode-se distinguir três campos onde são plotados os valores percentuais das concentrações dos principais constituintes iônicos para os cátions e para os ânions, permitindo identificar a fácies hidroquímica. O cruzamento do prolongamento dos pontos na área do losango define sua posição e classifica a amostra de acordo com suas fácies.

De acordo com os íons presentes em 15 amostras de águas subterrâneas, identificou-se uma predominância da classe cloretadas (93%), sódicas (67%) (Figura 03).

De acordo com a idéia de SANTOS (2000), o predomínio e a presença do cloreto e do sódio nos sistemas aquíferos dão-se pelo fato de que, além dos dois elementos correspondentes serem muito abundantes nas águas naturais, possuem solubilidade elevada, são de difícil precipitação na maioria dos compostos químicos em solução e têm ampla distribuição nos minerais fontes.

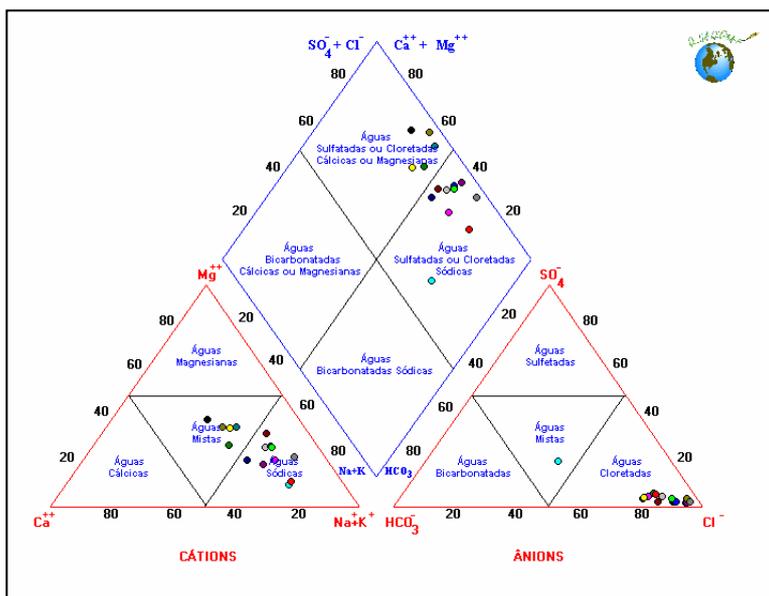


Figura 03- Diagrama de classificação de Piper para as águas subterrâneas do município de Chorozinho

4.2. Usos das Águas Subterrâneas

Para CAVALCANTE (1998), a utilização das águas subterrâneas no contexto da RMF é uma constante, com fins variados e tempo de bombeamento compatível com a necessidade e vazão do

poço. Na região do município de Chorozinho, onde as águas subterrâneas apresentam-se como importante fonte de abastecimento, isso não ocorre de modo diferente.

O uso da água pode ser classificado quanto ao consumo em: consultivo e não consultivo. A água evaporada, transpirada, assimilada biologicamente ou incorporada a um produto é classificada como de uso consultivo, como também os usos domésticos, municipal, para irrigação e para indústrias, enquanto que os usos em navegação, geração de energia elétrica, recreação ou conservação da natureza são exemplos de usos não consultivos.

A grande maioria dos usos da água é, de certa maneira, consultiva. Excluída a água para geração de energia elétrica, que atinge cerca de 4 a 6 vezes a soma de todas as outras finalidades, estima-se que 25% da água retirada para todas as finalidades é consumida (COSTA, 2000 apud FEITOSA & MANOEL FILHO, 2000).

O enfoque neste trabalho será dado quanto ao consumo humano (28 poços), pois os demais poços que fazem parte dos 73 poços cadastrados não possuem informação de seu uso.

4.2.1. Consumo Humano

Os padrões de potabilidade, conforme FEITOSA & MANOEL FILHO (2000), compreendem critérios essenciais que dizem respeito à proteção contra a contaminação por microorganismos patogênicos e contra a poluição por substâncias tóxicas e venenosas, além de critérios complementares que visam o controle da qualidade em relação ao aperfeiçoamento da água em aspectos estéticos, organolépticos e econômicos, dentre outros, que embora desejáveis, não são essenciais à proteção da saúde pública (cor, sabor, odor, turbidez, dureza, corrosividade, etc.).

RIBEIRO (2001) define *água potável* como aquela que pode ser consumida pelo homem e não ser prejudicial a saúde. Os padrões de potabilidade ou de água potável definem as quantidades que se encontram nos limites determinados através das características físicas, químicas, organolépticas e dos compostos orgânicos e inorgânicos, que podem ser tolerados nas águas de abastecimento.

De maneira geral, nos sistemas aquíferos estudados predominam águas com índices *não aceitáveis* do ponto de vista físico-químico, no município de Chorozinho, principalmente quanto aos parâmetros dureza (média: 1752 mg/L) e cloretos (média: 1943mg/L). A média geral dos demais parâmetros (Ca^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ e HCO_3^-), no município, estão dentro do padrão de potabilidade físico-química.

Segundo CAVALCANTE (1998), no Estado do Ceará é comum encontrar-se elevadas concentrações (2 a 15 mg/L) do elemento ferro nas águas das aluviões, cujos poços chegam a ceder vazões de até 50 m³/h/poço, explotadas para abastecimento público. Nestes casos, torna-se

obrigatório o tratamento preliminar através de filtros de areia, aeração e filtros com carvão ativado, a fim de se obter uma água potável. No caso dos 15 poços analisados na área, 11 amostras estão dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano (valores inferiores que 0,3 mg/L de ferro) e 04 amostras estão fora deste padrão com elevadas concentrações de ferro como mostra a figura 04, ou seja, impróprias para o consumo humano.

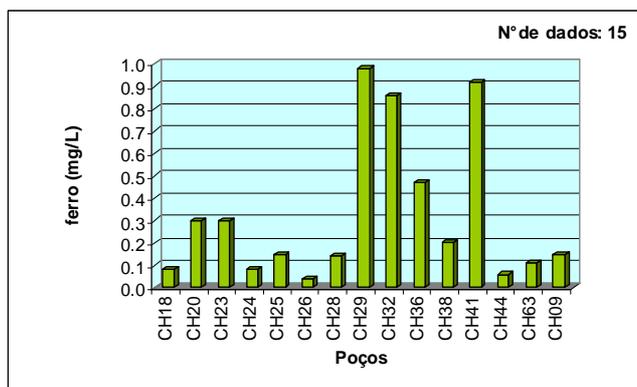


Figura 04- Concentração de Ferro nas águas subterrâneas do município de Chorozinho

O íon nitrato, que representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica proveniente de resíduos da atividade humana, encontra-se em 08 amostras acima dos limites permissíveis pela Portaria nº. 518/2004 (10 mg/L –N-NO₃). É provável que esses valores estejam associados a fontes pontuais de poluição, de pequena escala, como esgotos e fossas, que ocorrem nas áreas de maiores concentrações urbanas, como na sede do município de Chorozinho, até mesmo porque a maior concentração dos poços cadastrados ocorre, justamente, nessa zona urbana (Figura 05).

O nitrato também participa na produção de nitrosaminas no organismo humano, substâncias conhecidas como cancerígenas. HILL *et al* (1973) mostram correlações positivas entre a existência de câncer gástrico e elevadas taxas de nitrato nas águas consumidas.

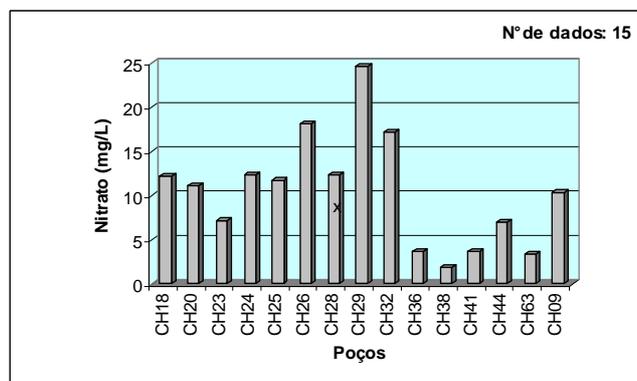


Figura 05- Concentração de Nitrato nas águas subterrâneas do município de Chorozinho

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No município de Chorozinho foram cadastrados 73 poços, sendo 63 poços tubulares, 09 poços manuais e 01 poço amazonas. Quanto a situação dos poços tem-se 03 abandonados, 29 em uso, 04 desativados, 02 não instalados e 35 poços sem informação. Em relação aos poços nos sistemas hidrogeológicos, 17 estão em Sistema Cristalino, 09 no Barreiras, 38 no Sistema Misto e 01 no Sistema Aluvionar. Os 73 poços cadastrados estão divididos em 60 públicos e 13 privados.

Foram analisadas 15 amostras de águas subterrâneas, cujos resultados das análises físico-químicas mostram que no município de Chorozinho a média geral de condutividade elétrica é de 5913,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C, variando de 287 a 18700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O valor médio do STD é de 3843,5mg/L, variando de 186,5 a 12155mg/L. De acordo com a concentração de dureza, 13 amostras estavam fora dos padrões de potabilidade para consumo humano (Portaria nº518/2004), ou seja, acima de 500mg/L de CaCO_3 , devem estar sendo influenciados possivelmente pelas altas concentrações de cloretos.

De acordo com o diagrama de Piper, as 15 amostras de águas subterrâneas, foram classificadas com uma predominância da classe cloretada (93%) sódica (67%).

Das 15 amostras, 08 delas possuem elevadas concentrações de nitrato, ou seja, impróprias para o consumo humano (>10 mg/L – N-NO_3). É provável que esses valores estejam associados a fontes pontuais de poluição, de pequena escala, como esgotos e fossas, que ocorrem nas áreas de maiores concentrações urbanas, como nas sedes do município de Chorozinho.

Recomenda-se que os poços existentes no município de Chorozinho sejam, desde que possível, devidamente recuperados, equipados e monitorados, para tê-los em perfeito estado de funcionamento em caso de necessidade. Além disso, sugerimos um estudo da qualidade das águas dos poços não analisados a fim de direcionar o emprego adequado para cada um deles. Estas recomendações se justificam pela importância crescente que tem os mananciais subterrâneos para a comunidade, devendo os órgãos responsáveis atuar com rigor.

Os dados e informações contidos nesse trabalho, sintetizam a qualidade das águas subterrâneas do município de Chorozinho, porção sul da Região Metropolitana de Fortaleza, consubstanciando, certamente, o conhecimento hídrico direcionado para planos diretores municipais e decisões maiores dos órgãos gestores estaduais.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMBIENTE BRASIL. 2008 - Águas subterrâneas. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>. Consultada em 20 de maio de 2008.

CAVALCANTE, I. N. 1998 - Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. São Paulo-SP. 153p. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo/USP.

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R. – 1983 – Hidrologia Subterrânea. Barcelona. Barcelona: Ed. Omega, v.2.

FEITOSA, F.A.C. & MANOEL FILHO, J. - 2000 – Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM. 2ª ed., 269p .

HILL, M. J., HAWKSWOTH, G. TATTERSAL, G. – 1973 – Bacteria nitrosamines and cancer of the stomach. *Br. J. Cancer*. n. 28, p. 562-567.

IPECE (Instituto de pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará) – 2008. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br>. Consultada em 19 de maio de 2008.

LOGAN, J. – 1965 - Interpretação de análises químicas da água. U. S. Agency for International Development. Tradução de Araknéa Martins de Lemos. Recife.

MOBÜS, G. – 2003 – Qualigraf: *softeware* 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.

SANTOS, A. C. – 2000 – Noções de Hidroquímica. *In*: FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM - REFO. Fortaleza-CE, cap. 5, p. 81-108, 2ª ed.