

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PORÇÃO CENTRO-NORTE DE MARACANAÚ – CE.

Ediu Carlos Lopes Lemos¹; Almany Costa Santos²; Itabaraci Nazareno Cavalcante³; Milton Antonio da S. Matta⁴ & Maria da Conceição Rabelo Gomes⁵

RESUMO - Esse trabalho trata do diagnóstico dos poços tubulares e qualidade das águas subterrâneas na porção Centro-Norte de Maracanaú, Região Metropolitana de Fortaleza, Nordeste do Brasil. A área é constituída em 74,7% por rochas cristalinas sem manto de alteração expressivo, possuindo um baixo potencial hidrogeológico. O Cadastro de Pontos d'Água contém 296 poços, com 22 análises físico-químicas. A geologia é constituída por rochas do Pré-cambriano, depósitos sedimentares e aluviões. A profundidade dos poços varia de 5 a 138 m. O nível estático varia entre 0,40 e 37 m. A vazão dos poços oscila entre 5 a 75 m³/h, com capacidade específica entre 0,08 a 1,17 [(m³/h)/m]. O valor médio do STD nos poços tubulares é 772,7 mg/L e o valor médio do pH foi de 6,5. Predominam águas de caráter ácido. De acordo com os íons presentes identificou-se uma predominância das Cloretadas e, dessas, a maior parte são Sódicas (68,1%), seguidas das Cloretadas Mistas (18,2%) e Cloretadas Cálcidas ou Magnesianas (13,7%).

Palavras chave: Poços Tubulares; Água Subterrânea, Maracanaú

ABSTRACT - This work deals with the diagnosis of Wells and groundwater quality in the the Central-Northern of Maracanaú, Metropolitan Region of Fortaleza, Northeast Brazil. The área consists of 74.7% for crystalline rocks of mantle without significant change, having a low potential hydrogeological. Cadastre points water has 296 wells, with 22 physical and chemical analysis. The geology consists of rocks of Precambrian, sedimentary deposits and alluvium. The depth of Wells varies from 6 to 123 m. The static level ranges between 0.40 and 37 m. The flow of the ranges from 5 to 75 m³/h, with specific capacity, from 0.08 to 1.17 [(m³/h)/m]. The average value of STD in the Wells is 772.72 mg/L, the average pH was 6.5. Predominant character of acid Waters. According to the íons revealed a predominance of chlorinated class, this water is much sodium (68.1%), followed by mixed chlorinated (18.2%) and chlorinated or magnesium (13.7%).

¹ Doutorando em Geociências/Centro de Tecnologia e Geociências/UFPE/Bolsista CNPq / Fone (85) 33669869 / e-mail: ediu.lemos@ufpe

² Prof.Dr.Adjunto / Centro de Tecnologia e Geociências / Universidade Federal de Pernambuco/e-mail: almany@ufpe.br

³ Prof.Dr.Associado / Departamento de Geologia /Centro de Ciências/ Universidade Federal do Ceará / e-mail: ita@fortalnet.com.br

⁴ Prof.Dr.Associado / Faculdade de Geologia/IG/UFPA. E-mail: matta@ufpa.br

⁵ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geologia. DEGEO/CC/UFC. Bolsista CAPES/REUNI. E-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

1 – INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas constituem, atualmente, um dos pontos estudados quando da implantação de projetos populacionais, industriais ou de irrigação. Na faixa costeira do Ceará é comum se observar projetos e/ou comunidades totalmente abastecidas por poços, sejam eles rasos ou profundos, captando água subterrânea de boa qualidade físico-química para atender demandas diversas.

O desenvolvimento de uma região acarreta um aumento de consumo de água, seja pela elevação do nível de vida, seja pelo surgimento de novas solicitações, a exemplo de irrigação, indústrias, turismo, entre outras, podendo ocorrer o fato de que o referido recurso, que se apresentava em volume satisfatório nas condições iniciais, passe a ser insuficiente para atender às novas demandas, normalmente crescentes (CAVALCANTE & FRANGIPANI, 2000).

O presente trabalho enfoca parte das atividades desenvolvidas na Dissertação de Mestrado de Lemos (2009) dentro do Programa de Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, e que foi desenvolvida na porção Centro-Norte de Maracanaú, Região Metropolitana de Fortaleza – CE. Constitui-se no diagnóstico dos poços tubulares e das águas subterrâneas objetivando um melhor conhecimento da hidrogeologia da área estudada. A pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudo corresponde à porção Centro-Norte do município de Maracanaú, situada a sudoeste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, entre as coordenadas UTM 9569986 a 9579930 Norte e 534503 a 550678 Leste, inclusa na Folha AS-24-Z-C-IV (SUDENE), com 68 km² correspondendo a 65% da área total do município (Figura 1) e o acesso é realizado através da CE 060, distando 22 km da capital Fortaleza.

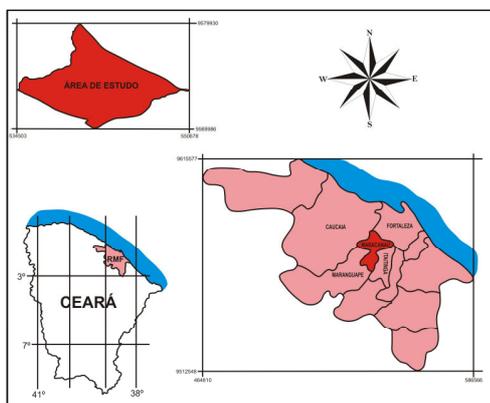


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

3 – ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

A geologia da área da porção Centro-Norte de Maracanaú possui como unidades litoestratigráficas as rochas do Complexo Tamboril-Santa Quitéria (Pré-Cambriano), os sedimentos da Formação Barreiras (Tércio-Quaternário) e os sedimentos recentes (Quaternário) caracterizados pelas aluviões dos rios Timbó e Maranguape (BRAGA *et al.*, 1997 apud SANTOS, 1998).

O Complexo Granitóide-Migmatítico, corresponde a um conjunto de rochas ortoderivadas. Os litotipos dominantes nesta unidade correspondem a migmatitos homogêneos representados por diatexitos e estruturas homófonas, leucocráticas, de cor cinza a rósea e granulação fina a grossa. Os gnaisses são os constituintes mais comuns dessa unidade e constituem os seguintes tipos: biotita-gnaisses, muscovita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, com variações de paragnaisses bandados a gnaisses facoidais. A Formação Barreiras, de idade miocênica superior a pleistocênica, possui caráter predominantemente continental, onde os sedimentos foram depositados sob condições de um clima semi-árido, sujeito as chuvas esporádicas e violentas, formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes. O Quaternário é caracterizado por sedimentos mais recentes, exibindo-se tanto através de sedimentos coluviais, quanto pelas aluviões do rio Maranguapinho. Esta unidade é composta predominantemente por argilas, areias argilosas, areias quartzosas e quartzo-feldspáticas.

Especificamente, na RMF, onde se localiza a área de estudo, a compartimentação do relevo é representada por quatro (04) domínios geomorfológicos, estabelecidos por critérios de homogeneidade das formas, do posicionamento altimétrico, da estrutura geológica, da atividade tectônica, além de características de solo e vegetação. São eles: Planície Litorânea, Glacis Pré-litorâneos, Depressão Sertaneja e Maciços Residuais (BRANDÃO, 1995 *apud* ALMEIDA, 2005).

Baseado no mapeamento regional da cobertura vegetal do Estado do Ceará realizado por FIGUEIREDO (1995, *apud* IPLANCE, 1995), a cobertura vegetal da área pode ser dividida em dois (02) tipos: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea (Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos) e Caatinga Arbustiva Densa, sendo a primeira predominante na região e a segunda ocorrendo apenas no extremo oeste da área.

O regime pluviométrico caracteriza-se pela irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, concentradas em um curto período de tempo (fevereiro a maio), e após este período, ocorrendo com menor intensidade, verificando-se assim, dois períodos bem distintos: um chuvoso e outro de estiagem, ou seco, sendo este último bastante prolongado, estendendo-se de junho a janeiro.

De acordo, com os dados obtidos para o período de 1998 a 2007, a partir da estação de pluviometria em Maracanaú (FUNCEME, 2009), a pluviometria média é de 1153 mm/ano com Mínimo de 1,9 mm/mês (outubro) e a máximo de 271,2 mm/mês (abril). As maiores precipitações ocorrem na quadra chuvosa fevereiro/março/abril/maio, com chuvas irregulares durante o resto do ano, de acordo com as características do clima semi-árido.

As temperaturas são amenizadas pela corrente dos alísios, com médias entre 26 e 27°C e amplitude térmica em torno de 9°C. A média máxima atinge 27,7°C e a média mínima de 26,4°C.

No que tange à hidrogeologia de superfície do município de Maracanaú, de acordo com o diagnóstico geoambiental realizado pela FUNCEME, 1993 (*apud* ALMEIDA, 2005), é formada pelas sub-bacias dos rios Uruguatuba ou Urucutuba e Maranguape, integrantes da Bacia do rio Ceará e pela sub-bacia do rio Timbó que pertence à Bacia do rio Cocó.

O padrão de drenagem no município varia de acordo com as características geológicas locais, sendo dendrítica aberta na porção sul do município, onde predominam terrenos do embasamento cristalino, passando a paralela e esparsa nos sedimentos da Formação Barreiras (Tabuleiros) na porção norte do município.

4 – METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, através da obtenção de dados referentes à geologia, hidrogeologia, aspectos socioeconômicos e geoambientais, e mapas temáticos. Esta pesquisa foi realizada junto aos órgãos públicos como CPRM (Serviço geológico do Brasil), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia), CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), SRH (Secretária de Recursos Hídricos), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), além de mapas que foram utilizados de forma integrada para elaboração das bases preliminares e do acervo técnico relacionado ao tema desenvolvido.

Foram cadastrados 296 poços, sendo 247 do tipo tubulares profundos e tubulares rasos, 47 poços manuais e 02 poços amazonas. As fichas cadastradas apresentam informações referentes à localização e propriedade dos poços, além de seus dados construtivos (profundidade, N.E, N.D, Rebaixamento, tipo e diâmetro de revestimento, vazão, situação do poço, finalidade, uso, etc) e descrição do perfil litológico. Esses parâmetros foram selecionados para representar as informações mínimas necessárias para a realização de diferentes tipos de análise hidrogeológica.

Foram cadastradas 22 fichas de análises físico-químicas das águas dos poços. Os dados contemplam os seguintes parâmetros: turbidez, pH, condutividade elétrica a 25°C em $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total e alcalinidade em mg/L de CaCO_3 , Sólidos Totais Dissolvidos em mg/L e íons Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{3+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_2^- e F^- , em mg/L.

Foram realizadas três (03) etapas de campo nos meses de novembro/2007; março/2008 e agosto/2008 com o objetivo de avaliar *in situ* as condições de uso dos poços cadastrados, assim como uma atualização do cadastro inicial com a localização dos poços fazendo uso de GPS. Na etapa de visita aos poços, no interesse de se complementar algumas informações da hidroquímica,

foram utilizados equipamentos portáteis de medição, a exemplo do medidor de nível d'água e o medidor de condutividade elétrica digital (CDR-870 – precisão de $\pm 1\% + 2$ dígitos).

As análises foram submetidas ao cálculo de balanço iônico para verificação da validade das mesmas, considerando-se um erro máximo individual de 10%, compatível com o STD das amostras analisadas. Após isto, foram elaborados gráficos hidroquímicos (Piper e U.S. Salinity, etc.) com a utilização do pacote computacional “QUALIGRAF”, versão Beta, desenvolvido por MÖBUS (2003) e divulgado no *site* da FUNCEME (www.funceme.br), foram também confeccionados gráficos no diagrama de Schöller e Berkloff para se verificar a potabilidade das águas no consumo humano.

5 – CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS

Por ser constituída de 74,7% de rochas cristalinas sem manto de alteração expressivo, a área possui um baixo potencial hidrogeológico, tanto em termos quantitativos como qualitativos. A consistência dos dados levantados (296 poços) tem as seguintes características 91% dos poços apresentam dados de profundidade, 47% tem dados de vazão e 35% contém dados completos.

A Figura 2 mostra o percentual de poços por sistema aquífero na área de estudo, sejam eles tubulares profundos, ou rasos, manual (cacimbas) ou amazonas. Nota-se, então, a predominância das obras no Sistema Hidrogeológico Cristalino (74,70%), seguido pelo Barreiras com (15,53%), Misto (8,80%) e Aluviões (0,97%).

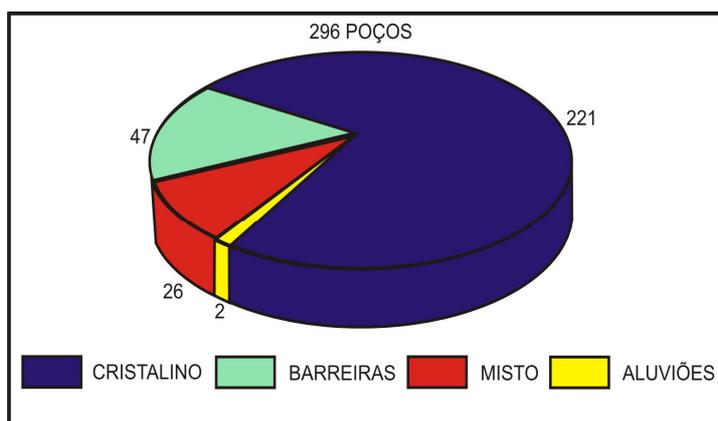


Figura 2. Distribuição dos poços por Sistema Hidrogeológico na área de estudo

5.1 – Profundidade – a profundidade dos poços (270 valores) varia de 5 a 138 m, com valor médio de 52 m e mediana de 60 m. O histograma da Figura 3 apresenta uma distribuição normal, onde 94,7% dos poços possuem profundidade entre 40 e 70 m.

5.1.1 – Nível Estático - o nível estático das águas subterrâneas (145 valores) varia entre 0,40 e 37 m, com média de 5,45 m. Apresenta uma distribuição do tipo lognormal, com valores mais freqüentes entre 5 e 10 m (Figura 4).

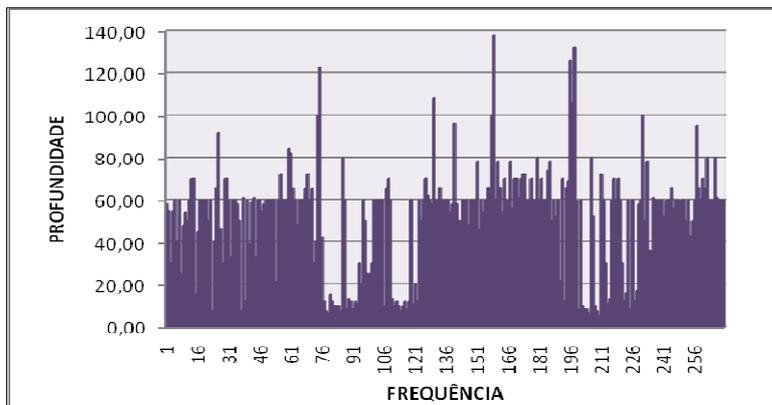


Figura 3. Profundidade dos poços na área de estudo

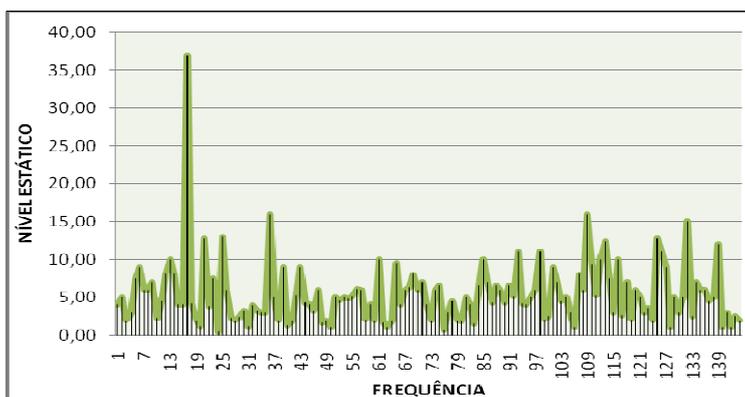


Figura 4. Nível estático nos poços da área de estudo

5.1.2 – Nível Dinâmico – o nível dinâmico (103 valores) apresenta distribuição de freqüência aleatória, variando de 7 a 80 m. Os níveis mais freqüentes oscilam entre 20 a 50 m e os mais profundos entre 60 a 80 m, com valor médio de 38,3 m (Figura 5).

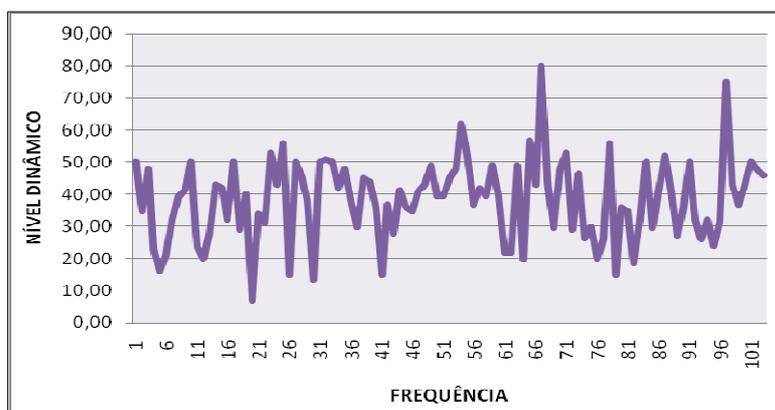


Figura 5. Nível dinâmico dos poços da área de estudo

5.1.3 – Vazão – dentro do universo de 139 poços, a vazão varia de 0,04 a 19,30 m³/h, com valores mais freqüentes entre 0,1 a 2,0 m³/h, apresentando valor médio de 1,9m³/h (Figura 6). As vazões mais freqüentes ocorrem no intervalo de 0,1 a 3,0 m³/h.

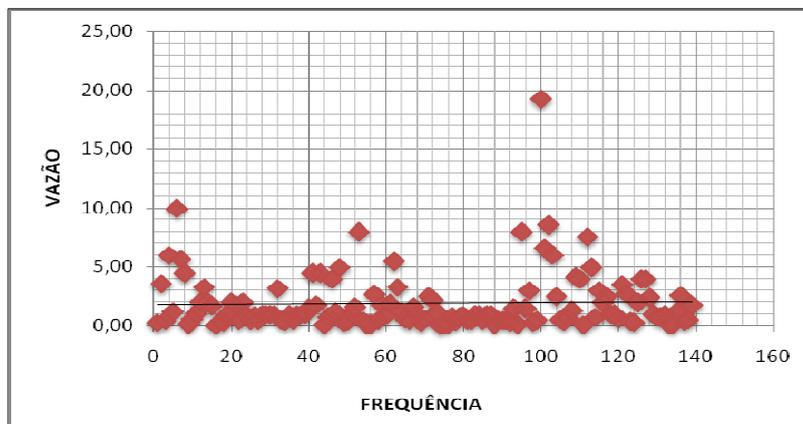


Figura 6. Vazão dos poços da área de estudo.

5.1.4 – Capacidade Específica – Em 103 poços o valor oscila de 0,002 a 0,8 [(m³/h)/m], com valores mais freqüentes entre 0,002 e 0,1 [(m³/h)/m] (Figura 7). As relações “profundidade versus produtividade”, mostraram que os poços de menores profundidades (25 a 50 m) têm melhores valores de capacidade específica por metro linear, com média de 0,53 [(m³/h)/m]. Os outros intervalos de 51 a 60 m e maior que 60 m apresentam, respectivamente, médias de 0,18 e 0,04 [(m³/h)/m]. Esses resultados vêm indicar que a possibilidade de se obter uma melhor vazão em poços com maior profundidade na área (maior que 50 m) é pequena.

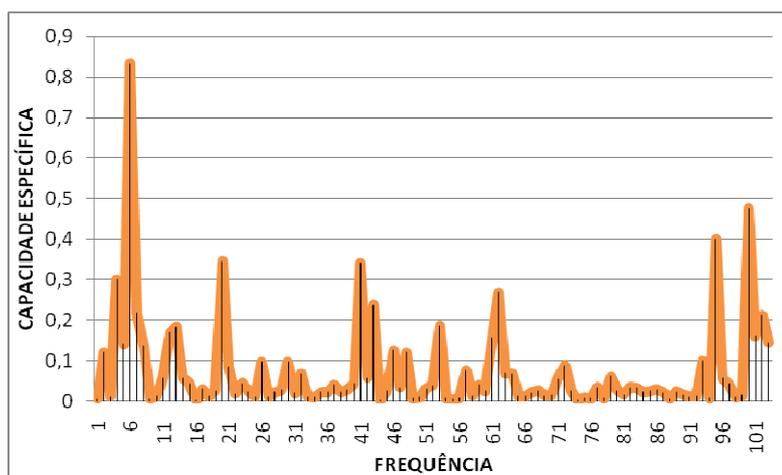


Figura 7. Capacidade específica dos poços da área de estudo

6 – CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

A caracterização química das águas em 22 poços tubulares foi realizada através do cálculo do balanço iônico das análises, considerando-se o erro máximo de 10%; e do uso de diagramas específicos (Piper, Schöeller & Berkloff e U.S. Salinity Staff).

6.1 – Dureza – Os dados de 22 análises físico-químicas das águas subterrâneas demonstram que 68% das águas possuem características de “dura” a “muito dura”, enquanto que 27% apresentam característica de pouco dura, e apenas uma amostra (5%) pode ser classificada como do tipo “branda” (Figura 8). Embora o resultado das análises seja elevado para dureza, apenas 03 amostras apresentaram valores acima de 500 mg/L, sendo eles de 1.110 mg/L, 1.750 mg/L e 2.115 mg/L ultrapassando o limite de potabilidade estabelecido pela Portaria nº518/2004 MS até 500 mg/L de CaCO_3 e que possivelmente devem estar sendo influenciados pelas altas concentrações de cloretos.

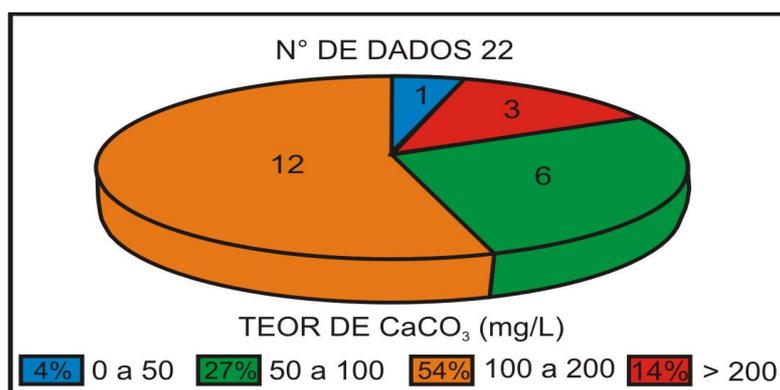


Figura 8. Distribuição percentual dos teores de CaCO_3 na área de estudo

6.1.2 – STD – O valor médio do STD nas águas subterrâneas é de 772,72 mg/L, com valores que variam de 65 a 5.934 mg/L, bastante comum ao contexto cristalino, haja vista a predominância do mesmo na área.

6.1.3 – pH – A partir do resultado das 22 análises físico-químicas observa-se que os valores de pH oscilaram entre 5,37 a 7,83 onde 18 amostras (82%) apresentam um caráter ácido e 04 (18%) um caráter básico, não tendo nenhuma amostra que reflita o caráter absolutamente neutro (Figura 9). O valor médio do pH é de 6,5 revelando um caráter ácido das águas subterrâneas da área.

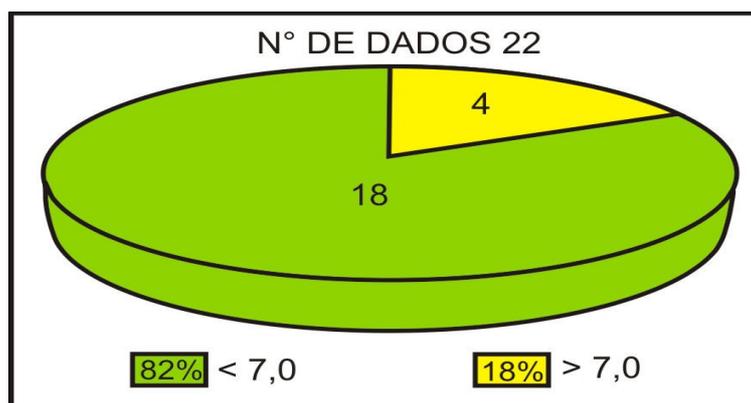


Figura 9. Distribuição percentual das medidas de pH nas águas subterrâneas da área

7 – CLASSIFICAÇÃO IÔNICA

De acordo com os íons presentes identificou-se uma predominância da classe Cloretada. Dessas, a maior parte é Sódica (68,1%), seguidas das Cloretadas Mistas (18,2%) e Cloretadas Cálcicas ou Magnesianas (13,7%). Foram consideradas águas Mistas aquelas situadas na parte central dos diagramas triangulares, sem uma predominância significativa entre ânions.

A predominância para as águas dessa região, em função da relação iônica entre ânions e cátions, é de $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$ e $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ com uma predominância das águas Cloretadas Sódicas, seguidas das Mistas. A presença maior do íon cloreto sobre os outros ânions é característica de águas continentais e também em função dos litotipos locais, pois a região concentra, na sua totalidade, rochas cristalinas.

8 – QUALIDADE DAS ÁGUAS

A potabilidade das águas varia de boa a má qualidade, com valores maiores do ânion Cl^- (2.601 mg/L) e do cátion Na^+ (490 mg/L). Quanto ao uso das águas para irrigação, foi identificada pequena concentração nas classes $\text{C}_2\text{-S}_2$ e $\text{C}_3\text{-S}_1$, identificando águas de média a alta salinidade, (não indicadas para irrigação comum) e com alto teor de sódio, pode não causar danos ao solo.

9 – USO E CONSUMO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Observa-se que a construção de poços na região apresentou um aumento a partir do ano de 1980, em função de prolongados períodos de estiagem entre os anos 80 e 95. Após esse período ocorre uma diminuição no ritmo de construção entre os anos de 1998 e 2003, devido ao maior aporte hídrico superficial ocorrido tanto pela maior ocorrência de chuvas quanto pela otimização de açudagem do sistema Pacoti-Riachão-Gavião e Pacajus, que passaram a abastecer com maior eficácia a Região Metropolitana de Fortaleza.

Para os últimos seis anos não se tem informação junto às empresas públicas e privadas da construção de novos poços.

COM RELAÇÃO À FINALIDADE DESSAS OBRAS, 105 SÃO UTILIZADOS NO USO DOMÉSTICO, 72 TÊM EMPREGO NAS INDÚSTRIAS, 06 DESTINAM-SE A ATIVIDADES RECREATIVAS, 06 SÃO UTILIZADOS PARA O CONSUMO ANIMAL. SEM INFORMAÇÕES SOBRE SUA FINALIDADE FORAM CADASTRADOS, AINDA, 107 POÇOS (FIGURA 10). QUANTO À SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS NA ÁREA DE ESTUDO 46% ENCONTRA-SE EM USO, 35% ESTÃO DESATIVADOS, 12 ABANDONADOS E 7% NÃO ESTÃO INSTALADOS (FIGURA 11).

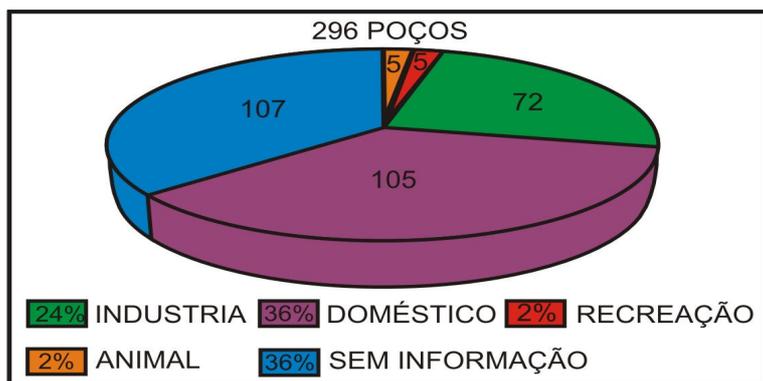


Figura 10. Finalidade dos poços da área de estudo

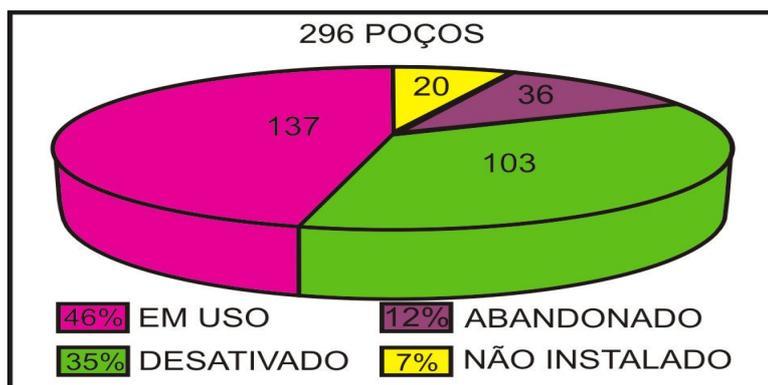


Figura 11. Situação geral dos poços na área de estudo

10 – CONCLUSÕES

As seguintes conclusões derivam do que foi exposto no decorrer do texto.

- A profundidade média dos poços é de 52 m, corroborando com a média dos poços construídos no nordeste.
- O nível estático apresenta uma mediana de 5,45m, indicando níveis de água relativamente rasos.
- A vazão tem mediana de 1,6 m³/h. e valores mais frequentes entre 0,1 a 3,0 m³/h, ressaltando as pequenas vazões observadas para o contexto.

- A capacidade específica é mais freqüente entre 0,002 a 0,1 [(m³/h)/m]. A relação profundidade do poço x produtividade, mostrou que poços de menor profundidade (25 a 50 m) apresentam melhor capacidade específica, indicando que a possibilidade de melhores vazões em poços de maior profundidade é menor.

- As características químicas das águas subterrâneas são: {a} **Dureza** – dados de 22 amostras mostram que (68%) das águas possuem características de “dura” a “muito dura”, enquanto que 27% apresentam característica de pouco dura e apenas uma amostra (5%) pode ser classificada como do tipo “branda”; {b} **STD** – o valor médio é 772,7 mg/L, muito comum no contexto cristalino; {c} **pH** – do total de 22 amostras, 18 (82%) apresentam um caráter ácido, 04 (18%) um caráter básico; {d} A relação iônica entre ânions e cátions é a seguinte: $rCl^- > rHCO_3^- > rSO_4^{2-}$ e $rNa^+ > rMg^{2+} > rCa^{2+}$, identificando águas Cloretadas Sódicas A presença maior do íon cloreto sobre os outros ânions é característica de águas continentais e também em função dos litotipos locais, pois a região concentra na sua totalidade rochas cristalinas. Em geral são águas de qualidade boa a passável para o consumo humano.

- Do total de 296 poços, 46% estão em uso, 12% estão abandonados, 35% desativados e 7% não instalados.

- Com relação a finalidade dos poços na área de estudo 36% são utilizados no uso doméstico, 24% na indústria, 2% na recreação, 2% para consumo animal e 36% não tem finalidade especificada.

11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. de – 2005 – Análise Geoambiental como Subsídio ao Planejamento Territorial do Município de Maracanaú–CE. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia; Universidade Estadual do Ceará, 2005. 223p.

BRANDÃO, R. de L.;CAVALCANTE, I.N.; SOUSA, M.N. – 1995. Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Projeto SINFOR. Informações Básicas para Gestão territorial. CPRM. Fortaleza-CE. 88p.

BRAGA, A. de L; PASSOS, C. A. B; SOUZA, E. M. de; FRANÇA, J. B. de; MEDEIROS, M. de F. – 1977 – Projeto Fortaleza. Relatório Final. DNPM/CPRM. v. 1, 339p.

CAVALCANTE, I. N. & FRANGIPANNI, A. – 2000 – Gestão das Águas – Uma política de Sobrevivência. In: I Congresso Mundial Integrado das Águas Subterrâneas, Resumos. Fortaleza: ABAS/ALSHUD.