

# CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DA FAIXA COSTEIRA LESTE DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA-CEARÁ

José Alcir Pereira Ribeiro<sup>1</sup>; Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>2</sup>; José Gonzaga da Silva<sup>3</sup>; Sulani Pereira<sup>4</sup>; Virgínia Pereira de Sousa<sup>5</sup>.

**RESUMO** – O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas da Região Metropolitana de Fortaleza através de análises físico-químicas, baseando-se na Portaria Nº 518 de 25/03/2004 do Ministério de Saúde. A metodologia desse trabalho constou do Levantamento Bibliográfico, Cadastro de Poços Tubulares e Cacimbas, Análises de Águas, Etapas de Campo, Consolidação dos Dados. Os resultados obtidos a partir das 59 análises físico-químicas das águas dos poços, mostram que o valor médio de STD nas águas subterrâneas é de 205,0 mg/L, oscilando entre 37 e 1.381 mg/L, sendo que o valor máximo tolerável de STD para consumo humano é de 1.000 mg/L. De acordo com o Diagrama de Piper, as amostras analisadas foram classificadas predominantemente como Cloretadas (65%) Sódicas (98%).

**ABSTRACT** – This study aims to evaluate the quality of the groundwaters from Fortaleza Metropolitan Regions across analyzes the physical removal, chemical properties, based on Decree Nº 518 of 25/03/2004 MS. The methodology of this study consisted of survey bibliographic, registration and drilling wells, analysis of waters, steps field, cements data. The results obtained from the 59 analyzes physical removal-chemical properties of waters, show that the average value of STD in the groundwaters of 205.0 mg/L, ranging between 37 and 1381 mg/L, and the maximum value of STD tolervel for human consumption of 1,000 mg/L. According to the Piper Diagram, the samples were classified predominantly as Chlorinated (65%) Sodics (98%).

**Palavras-chave:** Qualidade, Águas subterrâneas, Fortaleza.

---

1 Mestre em Geologia-DEGEO/CC/UFC (*in memórian*)

2 Prof Dr. Associado do Departamento de Geologia/CC/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Pici, Fortaleza/CE. e-mail: [ita@fortalnet.com.br](mailto:ita@fortalnet.com.br)

3 Doutorando em geologia-DEGEO/CC/UFC. Rua Paulo Firmeza, 414. São João do Tauape. Fortaleza/CE. e-mail: [josegs@labomar.ufc.br](mailto:josegs@labomar.ufc.br)

4 Graduada do curso em Geologia/CC/UFC. Rua Professor Heribaldo Costa, 2107. João XXIII. Fortaleza/CE. e-mail: [sulany@ig.com.br](mailto:sulany@ig.com.br)

5 Graduada de Geologia-CC/UFC. Rua São Roque, 189. Álvaro Weyne. E-mail: [ninaps85@hotmail.com](mailto:ninaps85@hotmail.com)

## **1 – INTRODUÇÃO**

O reconhecimento de que a água é o bem natural mais importante e indispensável para humanidade, nos faz refletir ao seu uso de maneira responsável e racional.

O abastecimento de água das zonas litorâneas é realizado, em sua maioria, a partir dos aquíferos costeiros, que no Estado do Ceará é representado pelo sistema hidrogeológico composto por Dunas/Barreiras/Cristalino. Devido a grande utilização destas reservas hídricas nos últimos anos e em consequência do crescimento acelerado da população no litoral, estes mananciais subterrâneos começam a apresentar sinais de exaustão.

A contaminação por sais, que é um fator muito importante em se tratando de região costeira, tem origem diversa, podendo ocorrer de forma variada e simultaneamente em um determinado aquífero. Evidentemente seu estudo requer um perfeito reconhecimento hidrodinâmico para que se possa proceder uma boa análise e gestão sustentável dos recursos existentes.

Este trabalho mostra a avaliação da qualidade das águas subterrâneas da faixa costeira da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), quanto a composição química, potabilidade e consumo humano.

### **1.1 – Localização e acesso**

A área localiza-se na porção nordeste do estado do Ceará, abrangendo parte da faixa costeira da Região Metropolitana de Fortaleza, entre os rios Pacoti e o limite sudeste da RMF, limitado a 414 km<sup>2</sup>.

Situa-se a norte e nordeste com o oceano Atlântico e a sul e sudoeste com os municípios de Pindoretama e o extremo oeste de Aquiraz. Abrange parte dos municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz.

O acesso à área partindo do município de Fortaleza, pode ser feito através das rodovias BR-116 e CE-040. Completam o sistema viário inúmeras estradas vicinais, inclusive a rodovia CE-025, que vai da COFECO à Prainha, passando pelo Porto das Dunas (Beach Park), interligando as vilas do Iguape e os demais sítios da região.

### **1.2 Objetivos**

Este trabalho tem por finalidade disponibilizar informações sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos da faixa costeira leste da RMF, através de análises físico-químicas, baseando-se na Portaria N° 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde.

## 2 - METODOLOGIA DE ESTUDO

Buscando-se obter subsídios para o desenvolvimento da pesquisa apresentada, os trabalhos foram executados em 4 etapas sucessivas (Levantamento bibliográfico, Cadastramento de poços, Etapas de campo e Consolidação dos dados) descritas a seguir.

No Levantamento bibliográfico foram obtidos os trabalhos técnico-científicos realizados na Região Metropolitana de Fortaleza e em outras regiões que tratassem do mesmo assunto, destacando-se os referentes aos aspectos geológicos, hidrogeológicos e deposicionais da Formação Barreiras, e os relacionados aos sedimentos costeiros – Dunas/Paleodunas, que serviram de base para um melhor conhecimento da região.

Na segunda etapa foi realizado o cadastramento dos principais poços existentes na área, incluindo poços escavados (cacimbas) e tubulares. Contabilizou-se no final 174 amostras, sendo 171 poços tubulares e 03 cacimbas. A distribuição dos 174 poços cadastrados é de 130 destinados à uso doméstico, 20 ao uso industrial, 18 poços destinados á múltiplas funções e 05 para uso recreativo. Foram extraídas 59 amostras para análise físico-química cujas determinações foram de turbidez, pH, condutividade elétrica, dureza total e alcalinidade em mg/L de CaCO<sub>3</sub>, Sólidos Totais Dissolvidos, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, k<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> e F<sup>-</sup> em mg/L.

Os trabalhos de campo consistiram basicamente no reconhecimento da área, com observações tanto de caráter regional como local. Na oportunidade foram identificadas as unidades hidrogeológicas e os sistemas de abastecimento de água através dos poços previamente cadastrados.

Na última etapa foi realizado a tabulação dos parâmetros existentes, com a confecção de gráficos e tabelas.

## 3. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Do ponto de vista relativo ao aproveitamento das águas a qualidade é tão importante quanto o aspecto quantitativo. Desta maneira o estudo hidroquímico tem por finalidade identificar e quantificar as principais propriedades e constituintes químicos das águas subterrâneas.

A saúde das pessoas está diretamente associada à qualidade da água consumida. È comum doenças de veiculação hídrica causadas por substâncias que não fazem parte da composição da água, como por exemplo, a contaminação por micróbios patogênicos como fungos, vírus, bactérias, protozoários, etc.

A qualidade das águas deriva dos ambientes naturais e antrópicos onde se originam, circulam,

percolam ou ficam armazenadas. Nesse sentido, torna-se extremamente importante o conhecimento da qualidade das águas de uma região, que através de análises físico-químicas e bacteriológicas as classificam para a potabilidade.

### 3.1 Resultado do balanço iônico

A qualidade das águas foi feita com base em 59 amostras físico-químicas que representam as amostras coletadas em poços tubulares e cacimbas.

### 3.2 Composição físico-química das águas

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. A Tabela 01 mostra os valores médios, máximos, mínimos e o padrão dado pela Portaria nº518/2004 MS, dos parâmetros analisados nas amostras dos poços das águas subterrâneas.

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

Parâmetros	< > mg/L			
	Média	Máximo	Mínimo	Padrão** (Portaria 512/2004)
Ca <sup>++</sup>	8,13	59,20	0,91	-
Na <sup>+</sup>	49,17	409,50	4,00	200
K <sup>+</sup>	7,59	29,30	2,10	-
HCO <sub>3</sub>	33,50	100,00	4,00	-
Cl	73,40	745,00	9,00	250
Fe <sup>+++</sup>	0,39	3,66	0,00	0,3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,58	29,90	0,07	10
Dureza	53,82	250,00	14,00	500 (teor CaCO <sub>3</sub> )
STD	202,52	1381,00	37,00	1000 (sais totais)
C.E.	389,50	2657,00	71,00	1000 $\mu$ S/cm

Dados d 59 amostras

\*\*Para consumo humano

### Sólidos Totais Dissolvidos

Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) representam a concentração de todo o material dissolvido seja ou não volátil, e apresentam um valor médio de 205,0 mg/L, com mínimo de 37 e máximo de 1.381 mg/L. Segundo a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde, o valor

máximo tolerável para consumo humano é de 1000 mg/L.

De acordo com a classificação de Santos (2000) *apud* Feitosa & Manoel Filho (2000), as águas subterrâneas da região podem ser classificadas como baixa a média salinidade, uma vez que 7% alcançaram valores abaixo de 64 mg/L de STD; 50% apresentaram valores de 64 a 160 mg/L; 37% entre 161 a 480 mg/L e 6% entre 480 e 1440 mg/L.

À exceção da amostra de um poço N° 147 (1381,00 mg/L), que apresentou valor de STD superior a 1.000mg/L, todas as demais amostras encontram-se dentro dos limites aceitáveis para consumo humano. A representação do zoneamento dos valores de STD está representada na Figura 01.

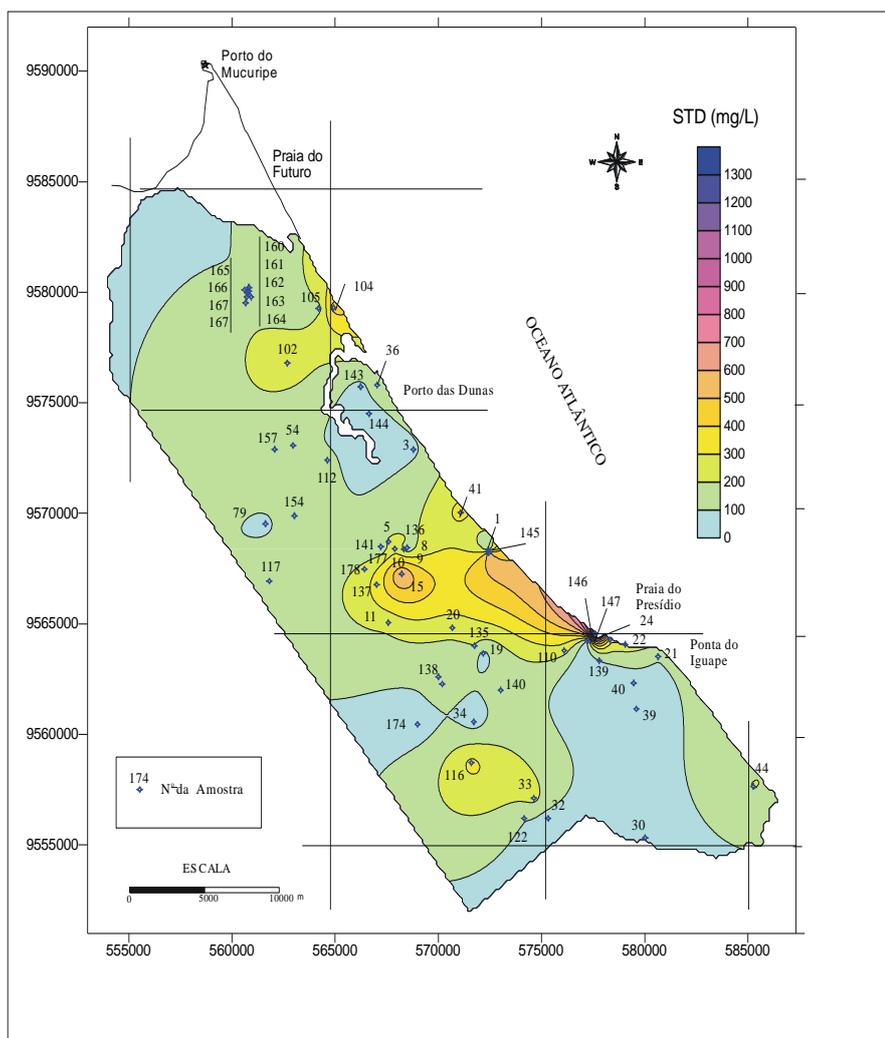


Figura 01. Representação do zoneamento de Sólidos Totais Dissolvidos das águas subterrâneas.

## Condutividade Elétrica

Quanto à condutividade elétrica, que é definida como a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, estando diretamente relacionada ao seu conteúdo iônico. As amostras apresentaram o valor médio de 395  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C, variando no intervalo de 71,0 a 2.657,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### **Dureza**

A dureza de uma água pode ser avaliada pela capacidade de consumir sabão e produzir incrustações. Esse elemento origina-se da presença de compostos, geralmente sob forma de carbonatos, sulfatos e cloretos. A Portaria N° 518/2004 apresenta uma classificação para as águas subterrâneas e o valor máximo permitido para consumo humano é de 500 mg/L.

Segundo Custódio & Lhamas (1983), dependendo do teor de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L) as águas podem ser classificadas nos seguintes limites de dureza: branda < 50 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ; pouco dura entre 50 – 100 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ; dura > 100 e < 200 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  e muito dura > 200 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Em 59 amostras analisadas predominam na área águas “tipo branda” (43 amostras), seguindo-se do tipo “pouco dura” (10 amostras), águas “duras” (4 amostras) e águas “muito duras” (2 amostras) (Tabela 1).

Tabela 2- Classificação das águas subterrâneas da área pesquisada segundo a dureza.

<b>Tipo</b>	<b>Teor de <math>\text{CaCO}_3</math> (mg/L)</b>	<b>Amostras</b>	<b>Frequência Relativa (%)</b>
Branda	< 50	43	73
Pouco Dura	50 - 100	10	17
Dura	100 - 200	4	8
Muito Dura	> 200	2	2
<b>Total</b>	-----	59	100

#### **pH**

O pH indica a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, refletindo as reações químicas e o equilíbrio entre os íons presentes. Trata-se essencialmente de uma função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade. Varia de 1 a 14, sendo ácido valor inferior a 7, alcalino ou básico valor superior a 7, e neutro quando igual a 7.

Os resultados de 59 medidas de pH apresentaram valores entre 4,10 e 8,14, tendo 34 amostras (58%) apresentado caráter ácido, 23 (39%) básico e 2 (3%) caráter neutro. O valor médio é de 6,7, configurando-se como de caráter levemente ácido. As variações pontuais mais elevadas do pH no

sistema Dunas/Paleodunas em relação às demais unidades aquíferas devem estar associadas à influência da cunha salina que pode ocorrer nesses depósitos.

### 3.3 Caracterização hidrogeoquímica

Para classificar o tipo químico das águas de acordo com os íons predominantes foi utilizado o Diagrama de Piper. Nesses diagramas 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.

A variação dos tipos litológicos que constituem os aquíferos permite que sejam definidos até para um mesmo sistema hidrogeológico, mais de um tipo hidroquímico, predominando entretanto, um ou dois tipos característicos. De acordo com os íons presentes em 59 amostras de águas subterrâneas identificou-se uma predominância da classe Cloretada, seguida de águas Mistas, Bicarbonatadas e, com menor ocorrência, as sulfatadas (Figuras 02 e 03).

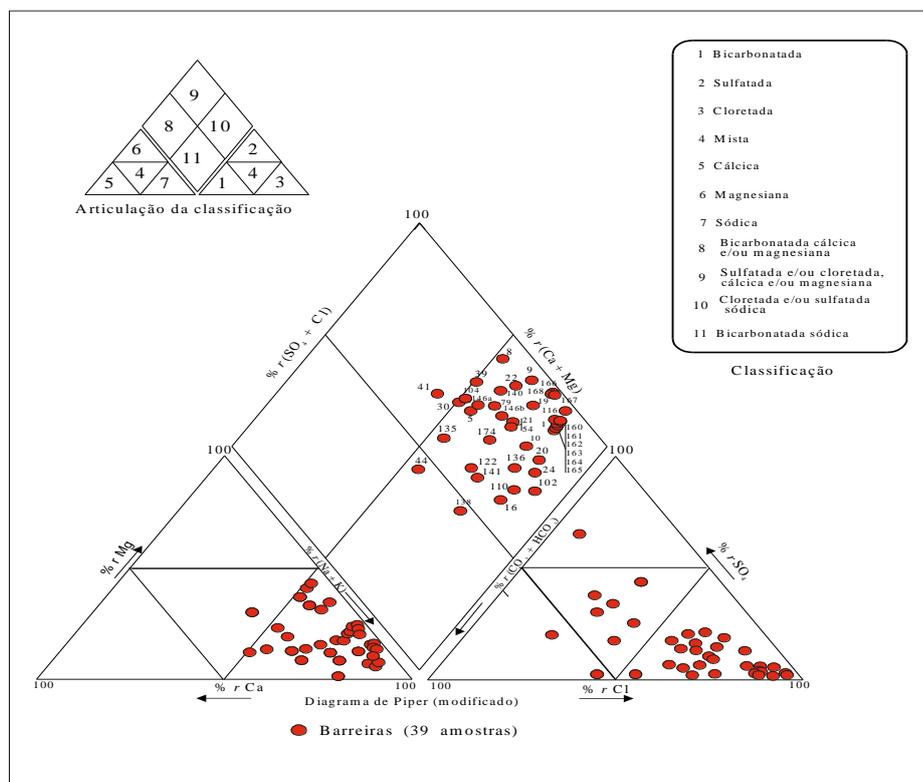


Figura 02. Fácies química das águas subterrâneas do Sistema Hidrogeológico Barreiras na área de estudo

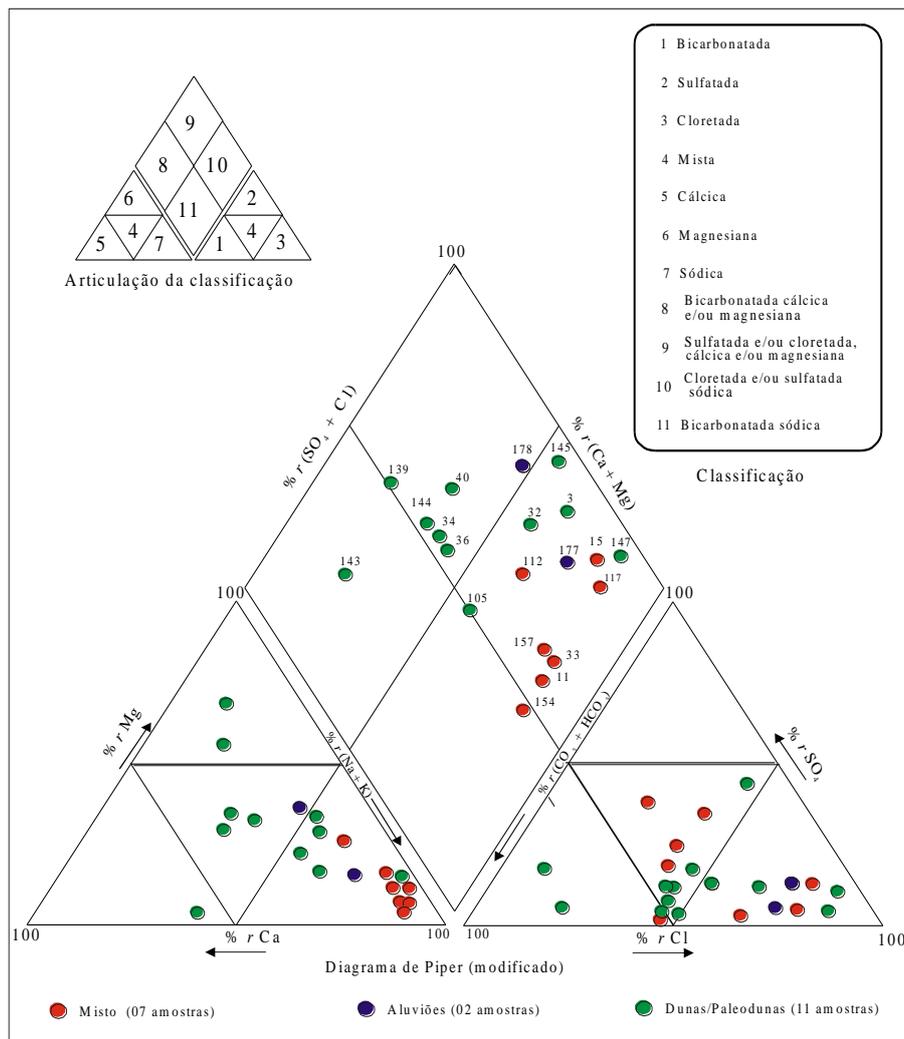


Figura 03. Fácies químico das águas subterrâneas dos Sistemas Hidrogeológicos Misto, Dunas/Paleodunas e Aluvionar na área de estudo.

Foram consideradas como águas Cloretadas aquelas cujas concentrações de cloretos são iguais ou superiores a 50% do total, representando 65% das amostras analisadas. Ocorrem nessa classe os tipos Sódica (98%) e Cálcica (2%). Apesar de ocorrer em todos os domínios hidrogeológicos, há uma grande concentração dessas águas no Sistema Aquífero Barreiras, perfazendo 74% do total de 39 amostras pertencentes a essa classificação.

As águas Mistas são aquelas que não apresentam concentração de um ânion qualquer sobre os demais, estando situadas na parte central dos diagramas triangulares. Representam 17% do total das amostras analisadas, sendo constituídas pelos tipos Sódicas (70%), Magnésianas (20%) e Cálcicas (10%). Ocorrem com maior frequência no sistema aquífero Misto, perfazendo 29% do total de 07 amostras dessa classe.

Foram identificadas como águas Bicarbonatadas aquelas que apresentam concentrações de  $\text{HCO}_3$  em torno de 50% do total, perfazendo 15% do total das amostras analisadas. Nessa classe ocorrem os tipos Sódica (71%) e Magnésiana (18,9%). Ocorrem, respectivamente, com maior frequência nos Sistemas Cristalino e Dunas/Paleodunas.

As águas sulfatadas apresentam uma média de 50% do íon  $\text{SO}_4^-$ , perfazendo apenas 3% do total de amostras analisadas no Sistema Aquífero Barreiras. A Figura 04 mostra a distribuição percentual das águas subterrâneas dos grupos de água quanto aos íons dominantes na área.

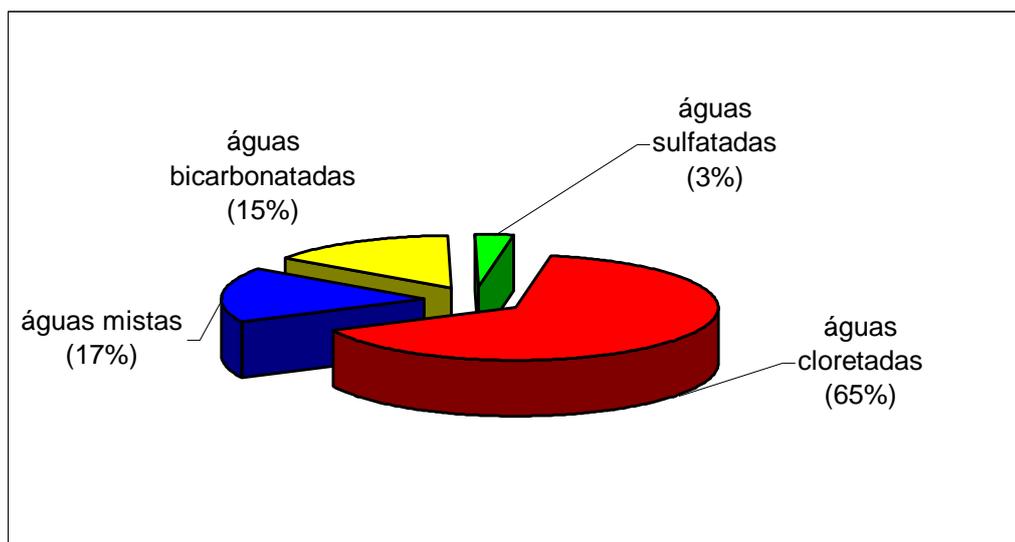


Figura 04. Distribuição percentual das amostras de águas subterrâneas quanto à classe dominante.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram cadastrados 174 poços, sendo 171 poços tubulares, 03 cacimbas. Quanto a situação dos poços, temos que 130 são para uso doméstico, 20 em uso industrial, 18 para múltiplas funções e 05 para uso recreativo.

Os resultados obtidos a partir das 59 análises físico-químicas das águas dos poços, mostram que a média para a condutividade elétrica é de 389,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C, variando no intervalo de 71,0 a 2657,0. O valor médio de STD nas águas subterrâneas da área estudada é de 202,5 mg/L, oscilando entre 71,0 e 1381,0 mg/L (valor máximo tolerável de STD é de 1.000 mg/L). De acordo com a concentração de  $\text{Cl}^-$ , 3 poços possuem características impróprias para consumo humano (P15-271 mg/L; P147- 745 mg/L; P178- 258 mg/L) e devem estar sendo influenciados, possivelmente, por intrusão salina.

Quanto à análise físico-química as águas são de boa qualidade, predominando águas do tipo

Cloretadas Sódicas (65%), seguindo de águas Mistas (17%), Bicarbonatadas (15%) e, com menor ocorrência, águas Sulfatadas (3%), não tendo maiores restrições para o consumo humano.

As concentrações pontuais de cloretos identificadas nos aquíferos Dunas/Paleodunas e Barreiras devem estar associadas ao aumento gradativo da salinidade devido a proximidade da água do mar e das drenagens influentes e as concentrações de nitrato também identificadas nesses sistemas hidrogeológicos podem ser indicativas de contaminação da água subterrânea por atividade humana. As concentrações pontuais de ferro encontradas de forma mais intensa no aquífero Barreiras devem representar processos de laterização a que foram submetidos os constituintes dessa unidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, A E. & MANOEL FILHO, J. 1973. Abastecimento de água da área metropolitana da cidade de Fortaleza-CE. Recife - PE. Divisão de Documentação. Série hidrogeológica, 44, 294 p.

COGERH. Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará. SRH. 1999. Avaliação do potencial de águas subterrâneas e de lagoas das bacias hidrográficas da região metropolitana de Fortaleza. Relatório final. 81 p. il. mapas.

Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE). 1996. Captação de Abreulândia. Fortaleza-CE. 58 p. il.

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R. 1983. Hidrología Subterránea. Barcelona. Barcelona: Ed. Omega, v. 2.

MANOEL FILHO, J. – 2000. Ocorrência das Águas Subterrâneas. *In*: FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. (1997) - Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM. cap. 2. p. 13-33, 2ª ed.

SANTOS, A C. 2000 - Noções de Hidroquímica. *In*: Feitosa, C. A. F. & Filho, J. M. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. Fortaleza. CPRM cap. 5, p.81-108, 2ª ed.