



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**QUALIDADE DA ÁGUA DA FONTE DA BICA DE ITAPARICA, BAHIA, NE  
DO BRASIL**

**MOEMA SOBRINHO DE CARVALHO**

Salvador  
- 2008 -

**MOEMA SOBRINHO DE CARVALHO**

**QUALIDADE DA ÁGUA DA FONTE DA BICA DE ITAPARICA, BAHIA, NE  
DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos.**

Orientador: **Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz**

Salvador – Bahia  
Setembro – 2008

C376 Carvalho, Moema Sobrinho de,  
Qualidade da água da fonte da bica de Itaparica, Bahia, ne do Brasil / Moema  
Sobrinho de Carvalho. \_ 2008.  
180 f.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de  
Geociências, 2008.

1. Geologia – Itaparica, Ilha de (BA) 2. Hidrogeologia – Itaparica, Ilha de (BA)  
3. Recursos hídricos – Itaparica, Ilha de (BA) I. Cruz, Manoel Jerônimo Moreira.  
II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU 551:556.3(813.8)

Qualidade da água da Fonte da Bica de Itaparica,  
Bahia, NE do Brasil

por

Moema Sobrinho de Carvalho  
Eng. Agrimensura (Escola de Engenharia de Agrimensura - 2003)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

MESTRE EM CIÊNCIAS

- GEOLOGIA -


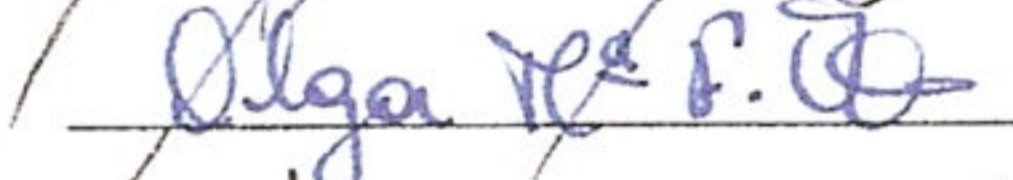
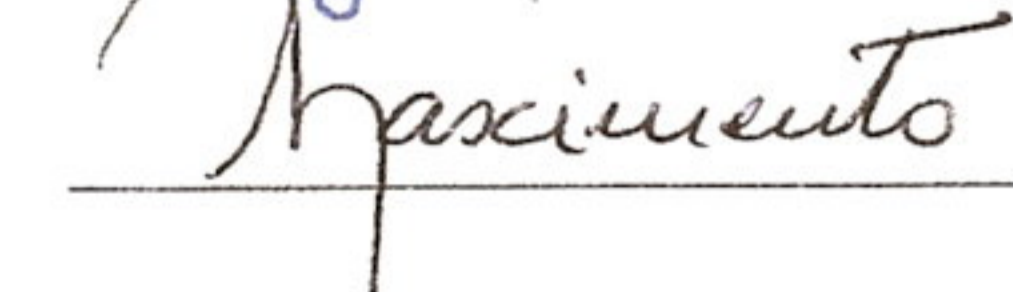
à

Câmara de Ensino de Pesquisa e Pós-Graduação

da

Universidade Federal da Bahia

COMISSÃO EXAMINADORA:

(Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz-UFBA)  
(Orientador)

(Prof. Dra. Olga Maria Fragueiro Otero - FTC)

(Prof. Dr. Sérgio Augusto de M. Nascimento-UFBA)

Data de aprovação: 05/09/2008 Grau conferido em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Este trabalho faz parte das atividades do Projeto CNPq, Processo 472088/2006-8.

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina." (Cora Coralina)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Cezar e Georgina, por acreditarem e proporcionarem a oportunidade de desenvolver a curiosidade aos conhecimentos, à minha irmã Katia pelo incentivo. E a todos aqueles que permitiram que este se tornasse realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus.

À Universidade Federal da Bahia pela oportunidade de aperfeiçoamento científico;

Ao Professor Doutor Manoel Jerônimo Moreira Cruz pela inestimável contribuição no desenvolvimento deste projeto.

Ao meu tio Jayme Sobrinho (in memória), por ter sido modelo de perseverança ao conhecimento.

Ao Doutorando e professor Mario Jorge pelo incentivo na graduação e pelos aconselhamentos e sugestões.

À equipe do laboratório de geoquímica da UFBA, Valdinéia Reis Vinhas Teles, Elinaldo Fonseca Sales e Raulina Barbosa Miranda.

Aos Funcionários do Instituto Geociências por todo apoio, especialmente a Nilton Silva, Nilton Santos, Gilzélío Reis Nascimento e antiga funcionaria Sra. Maria.

Ao CNPq pelo fomento ao projeto, pela concessão da bolsa de estudo e pela concessão de auxílio à pesquisa;

Ao Prefeito Sr. Cláudio da Silva Neves pela permissão ao acesso ao local desta pesquisa.

Ao administrador da Fonte da Bica Sr. Crispiniano Trindade Reis por acompanhar nas coletas.

Aos moradores que permitirão as coletas aos pontos próximos a Fonte da Bica.

Ao colega e amigo Dr. Alexandre Barreto Costa nas análises de Isótopos.



Ao colega e amigo Dr. Christian Pereira Lopes dos Santos nas análises de Isótopos e orientação na organização da estrutura da tese.

Ao colega e amigo Mestre José Aquino Rembrandt pela troca de informações e auxílio.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), na contribuição das análises.

À todos os colegas de mestrado pela troca de experiências.

## RESUMO

Os balanços hídricos anuais dos domínios da ilha de Itaparica são sempre positivos, ou seja, as taxas armazenamento de água subterrânea são sempre superiores as taxas de evapotranspiração. Esta peculiar situação propicia que nas interfaces das discordâncias geológicas, quando expostas permitam a exudação natural das águas infiltradas, na forma de fontes naturais perenes ou como poços e cacimbas. Um dos mais importantes pontos de exudação natural das águas de Itaparica é a Fonte da Bica, situada na cidade de Itaparica e em seu entorno existem diversas construções de poços e cacimbas, que servem como complemento o abastecimento de água a população.

Esta monografia apresenta os resultados obtidos das águas da Fonte da Bica e dos poços e cacimbas do seu entorno, engendrados a partir de análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

As águas da Fonte da Bica são classificadas como cloretada sódica, apresenta pH ácido, em torno de 4,2 e sabor levemente picante o que caracteriza a presença de CO<sub>2</sub>. Estes dois aspectos particulares, acrescidos com suas propriedades físicas de ser incolor, baixa turbidez, temperatura em torno de 28<sup>0</sup> C e baixa concentração de íons serviu para que a água de Itaparica tivesse o atributo de água mineral e popularmente medicinal. As dos poços próximos como águas cloretadas sódicas, mistas e bicarbonatadas, apresentado pH neutro, contrastante com o da água mineral.

A concentração de  $\text{SiO}_2$  e a razão das concentrações de Na/K não são em equilíbrio com as temperaturas medidas, sendo estas muito próximas às temperaturas superficiais sazonais. Os dados isotópicos do hidrogênio e oxigênio indicam que não existe um grande tempo de recarga e armazenamento da água no aquífero, apresentando valores próximos às águas meteóricas superficiais.

Atualmente, foram analisados nas águas da Fonte da Bica valores elevados de  $\text{NO}_3$  e concentrações elevadas de coliformes termotolerantes. A comparação dos valores obtidos com o referencial da Resolução Conama 357, sugere-se que estas águas não possam ser classificadas no rol das águas minerais.

## ABSTRACT

The annual hídricos rockings of the domínios of the island of Itaparica are always positive, that is, the taxes underground water storage are always superior the evapotranspiração taxes. This peculiar situation propitiates that in the interfaces of the geologic discords, when displayed they allow the natural exudation of infiltrated waters, in the form of perennial natural springs or as wells and cacimbas.

One of the most important points of natural exudation of waters of Itaparica is the Fonte da Bica, situated in the city of Itaparica and in its around exists diferent constructions of wells and cacimbas, that the population serves as complement the water supply.

This monograph presents the gotten results of waters of the Fonte da Bica and the wells and cacimbas of its around, produced from analyses of the parameters biological physicist-chemistries and chemistries.

The waters of Fonte da Bica springs are classified as sodium chloride, the water of around wells as sodium rich waters, mixing and bicarbonate chloride waters. The of Fonte da Bica water presents pH acid, around 4,2 and lightly spiced flavor what it characterizes the CO<sub>2</sub> presence. These two particular aspects increased with its physical properties of to be colorless, low turbidity, temperature around 28° C and low concentration of ions served so that the water of Itaparica had the mineral and popularly medicinal water attribute.

The concentration of SiO<sub>2</sub> and the reason of the concentrations of Na/K are not in balance with the measured temperatures, being these very

next to the superficial temperatures. Hydrogen and Oxygen isotopic data indicate that it does not exist a great time of recharge and storage of the water in the water-bearing one and presenting the some values of to superficial meteoric waters.

Currently, they had been analyzed in waters of the Fonte da Bica present high values of  $\text{NO}_3$  and are contaminated by faecal and total coli forms and no agreement witch the Resolution Conama 357. These studies suggest that the Fonte da Bica water loses its Mineral Water status.

## ÍNDICE GERAL

Resumo.....	i
-------------	---

Abstract. ....	iii
Índice geral. ....	v
Índice de figuras. ....	vi
Índice de tabelas. ....	ix
Índice de anexos. ....	x
<b>Introdução.</b> .....	xi
<b>1 – CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	1
1.1 - Localização .....	1
1.1.2 - Aspectos históricos da Ilha de Itaparica .....	3
1.2 - Aspectos Geológicos.....	6
1.2.1 - Coluna Estratigrafica da Bacia do Recôncavo .....	12
1.3 - Aspectos Climatológicos .....	21
1.4 - Aspectos Hidrológicos.....	26
<b>2 – HIDROGEOQUÍMICA</b> .....	29
2.1 - Generalidades .....	29
2.2 - Metodologia.....	29
2.3 - Descrição dos Pontos de Amostragem.....	31
2.4 - Parâmetros Físico-químicos e Químicos.....	39
2.5 - Parâmetros Biológicos .....	49
2.6 - Isótopos Estáveis em Hidrologia .....	52
<b>3 – RESULTADOS</b> .....	57
3.1 - Resultados Físico-químicos .....	57
3.2 - Classificação da Água Subterrânea de Itaparica.....	65
3.3 - Resultados Químicos .....	68
3.4 - Resultados Biológicos.....	78
3.5 - Resultados Isotópicos .....	81
3.6 - Contaminação pela Água do Mar.....	85
<b>4 – DISCUSSÕES</b> .....	86
<b>5 – CONCLUSÕES</b> .....	91
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	94
<b>7 – ANEXOS</b> .....	102
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	

Figura 1.1- Foto aérea mostrando os limites da Ilha de Itaparica.....	xii
---	-----

Figura 1.2 – Localização da Ilha de Itaparica.....	2
Figura 1.3 – Mapa geológico mostrando a distribuição de sedimentos pré – sin e pós-rifte .....	9
Figura 1.4 – Paleografia sin-rifte da bacia do Recôncavo .....	10
Figura 1.5 - Seção geológica A - A' ao longo da porção sul da Bacia do Recôncavo.....	11
Figura 1.6 - Perfil litológico composto ilustrativo da sucessão estratigráfica completa da bacia do Recôncavo, mostrando a posição de cada um dos pontos do roteiro.....	13
Figura 1.7 - Mapa geológico com os pontos do roteiro no compartimento sul da Bacia do Recôncavo .....	14
Figura 1.8 - Carta estratigráfica da Bacia do Recôncavo.....	20
Figura 1.9 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2003.....	23
Figura 1.10 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2004.....	23
Figura 1.11 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2005.....	24
Figura 1.12 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2006.....	24
Figura 1.13 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2007.....	25
Figura 1.14 – Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2008.....	25
Figura 1.15 - Mapa pluviométrico dos domínios territoriais de Salvador..	26
Figura 2.1 - Mapa de amostragem dos pontos de estudos.....	31
Figura 2.2- Reservatório da Fonte da Bica .....	33
Figura 2.3 - Chafariz da Fonte da Bica.....	33
Figura 2.4 – Mata ciliar topograficamente acima da Fonte da Bica.....	34
Figura 2.5 – Tampão de ferro de acesso a nascente.....	35
Figura 2.6 – Acesso à nascente de exudação da água.....	35
Figura 2.7 – Local da nascente da água de Itaparica .....	36
Figura 2.8 – Tanque que serve como ladrão em época de chuva na Fonte da Bica .....	36
Figura 2.9 – Ponto de amostragem do Condomínio Costa Oeste .....	37
Figura 2.10 – Fonte ilustrativa a fonte da casa vizinha ao Condomínio Costa Oeste.....	38
Figura 2.11 – Fonte da casa vizinha a Prefeitura.....	38
Figura 2.12 - Frascos de amostragem, recipiente em âmbar e garrafas de plástico destinadas a análises físico-químico e isotópica.....	39

Figura 2.13 - Padrões de turbidez 5, 50 e 500 FTU .....	41
Figura 2.14 - Aparelho utilizado para medir a alcalinidade total da água.....	43
Figura 2.15 - Estrutura químico-cristalina das argilas.....	46
Figura 2.16 - Superfícies internas das argilas.....	47
Figura 2.17 - Gráfico da linha meteórica global.....	56
Figura 3.1 - Variação dos valores medidos da temperatura da água da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	60
Figura 3.2 - Variação dos valores medidos de pH da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	61
Figura 3.3 - Variação dos valores Eh da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	62
Figura 3.4 - Variação dos valores medidos da condutividade da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	62
Figura 3.5 - Variação dos valores do total de sólidos dissolvidos (STD) da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	63
Figura 3.6 - Variação dos valores de O <sub>2</sub> dissolvido (mg/L) da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	64
Figura 3.7 - Variação dos valores de HCO <sub>3</sub> da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	64
Figura 3.8 - Diagrama de Piper das análises da Nascente, Fonte da Bica e próximas da fonte , dados de 2006.....	66
Figura 3.9 - Diagrama de Piper das análises da Nascente, Fonte da Bica e próximas da fonte , dados de 2007.....	67
Figura 3.10 - Diagrama Na versus Cl <sup>-</sup> das amostras de água de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho. Reta do valor de Na/Cl <sup>-</sup> nas águas do mar.....	68
Figura 3.11 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus SO <sub>4</sub> em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	69
Figura 3.12 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus Ca em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	70



Figura 3.13 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus Mg em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	71
Figura 3.14 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus Fe em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho .....	71
Figura 3.15 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus Mn em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	72
Figura 3.16 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus SO <sub>4</sub> em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	73
Figura 3.17 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus Al em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	74
Figura 3.18- Diagrama Sr versus Al em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	75
Figura 3.19 - Diagrama Ba <sup>+</sup> versus Al em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.....	75
Figura 3.20 - Concentração de NO <sub>3</sub> em amostras da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	77
Figura 3.21 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus δD da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	83
Figura 3.22 - Diagrama Cl <sup>-</sup> versus δ <sup>18</sup> O da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	83
Figura 3.23 - Diagrama δD versus δ <sup>18</sup> O da Nascente, Fonte da Bica e próximo.....	84
Figura 3.24 - Diagrama de tendência de cátions e anions versus a linha da costa.....	85

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Tabelas das amostras de Itaparica, Dias D'Ávila e Simões Filho.....	58
Tabela 3.2 - Parâmetros físico-químicos medidos em campo.....	60
Tabela 3.3 - Calculo da temperatura a partir da concentração de SiO <sub>2</sub> nas amostras da Nascente de Itaparica.....	76
Tabela 3.4 - Calculo da temperatura a partir da concentração de Na/K nas amostras da Nascente de Itaparica.....	76
Tabela 3.5 - Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da Nascente	79
Tabela 3.6 - Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da Fonte da Bica.....	79
Tabela 3.7 - Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais do Condomínio Costa Oeste.....	80
Tabela 3.8 - Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da residência ao lado do Condomínio Costa Oeste.....	80
Tabela 3.9 - Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da residência próxima a Prefeitura.....	80
Tabela 3.10 – Tabela de δD da Nascente, Fonte da Bica e próximas nos anos de 2006 e 2007.....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Decreto-Lei nº 7841 - de 8 de agosto 1945, Código de Águas Minerais.....	103
Anexo 2 - Departamento Nacional De Produção Mineral, Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998, DOU de 07/08/98.....	118
Anexo 3 - Portaria nº 117 de 17 de julho de 1972 D.O.U. 24/07/72.....	125
Anexo 4 - Resolução - RDC nº 54, de 15 de junho de 2000.....	128
Anexo 5 – CONAMA 357, de 17 de março de 2005.....	140

## **INTRODUÇÃO**

A ilha de Itaparica é um das principais feições geográficas da baía de Todos os Santos. Geologicamente compreende um alto estrutural dos sedimentos da bacia sedimentar do Recôncavo. Localmente a ilha é subdividida em dois domínios geológicos distintos: i) o domínio norte, onde afloram os folhelhos impermeáveis do Grupo Ilhas, sobreposto discordantemente por sedimentos arenosos do Grupo Barreiras, que formam morrotes que dominam as áreas mais elevadas e, ii) o domínio sul, é a parte alta de uma falha vertical que separa os dois domínios, onde ocorrem as rochas mais basais da bacia sedimentar e os “red beds” da formação Aliança.

Politicamente a ilha de Itaparica é também dividida em dois municípios, o município de Vera Cruz, ao sul e o município de Itaparica, ao norte. Este último teve seu desenvolvimento econômico alavancado pela exploração de uma fonte de água mineral, que promoveu o seu desenvolvimento econômico e ainda é atualmente o principal atrativo turístico da região.

Segundo Guerra (1992), a fonte mineral de água de Itaparica hidrogeologicamente está relacionada ao aquífero Barreiras e a exudação das águas está relacionada à discordância basal destes sedimentos com os litotitos impermeáveis sotopostos dos folhelhos do Grupo Ilhas.

No decorrer do tempo e com a ausência total de planejamento de ocupação do solo, o morro manancial fonte das águas minerais, constituído pelos sedimentos arenosos do Barreiras, sendo ocupado pela construção urbana, sem existir uma preocupação de preservação da fonte de água mineral; este fato certamente tem comprometido a qualidade desta água mineral, que é consumida largamente pela população local e por visitantes.

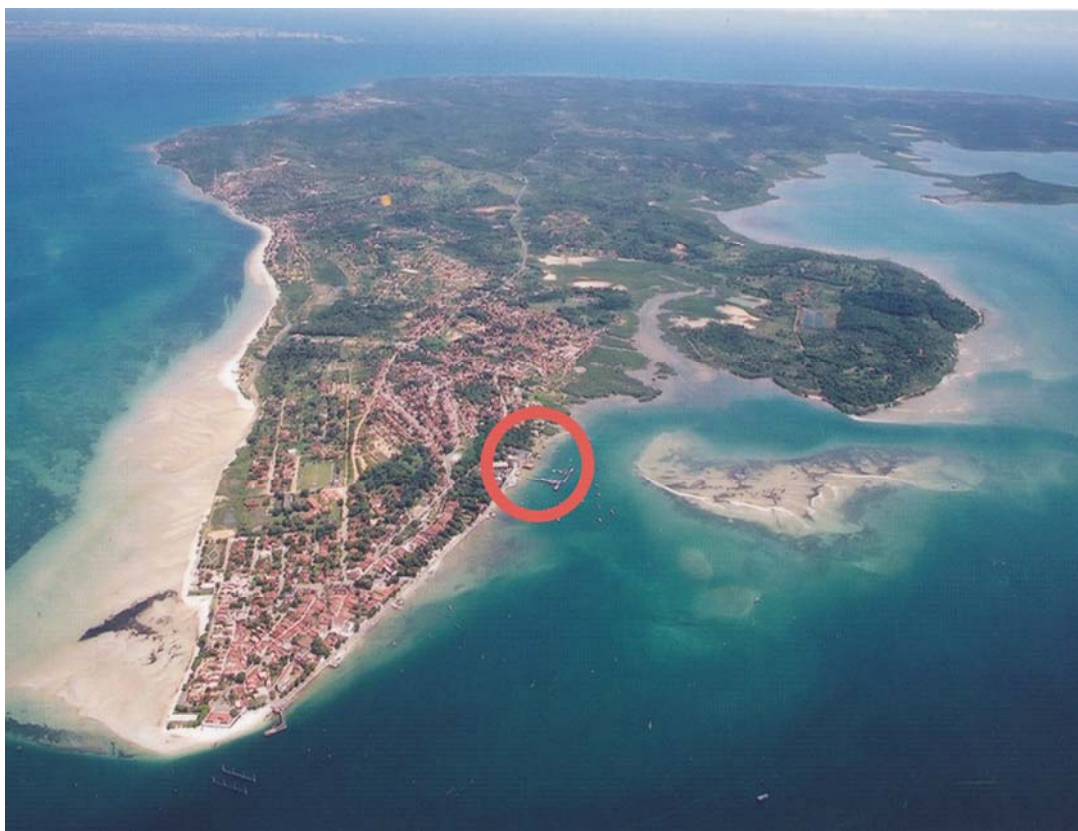


Figura 1.1: Foto aérea mostrando os limites da Ilha de Itaparica (Fonte: Pereira (2006))

Os principais pontos de amostragem, a Nascente e a Fonte da Bica estão localizadas próximos ao píer em Itaparica que encontra-se no meio da cidade (figura 1.1).

Essa dissertação visa determinar a qualidade da água mineral de Itaparica. Procurou-se também, determinar as propriedades físico-químicas químicas, biológicas e isotópicas.

Buscou-se identificar qualitativamente as principais propriedades dos constituintes químicos da água mineral de Itaparica e de fontes próximas estabelecendo suas relações com o meio físico.

Estabeleceu-se o cadastro das fontes de água potável de idêntica situação hidrogeológica da fonte de água mineral de Itaparica. Estas fontes de água potável foram amostradas e analisadas e os resultados comparados com as qualidades da fonte de água mineral.

Para se atingir as metas propostas, foram divididas esta pesquisa em quatro etapas: a primeira consistiu na prospecção e leitura de bibliografia nacional e estrangeira relativa ao tema, possibilitando levantamento de outros dados para a área estudada, como a geologia, geomorfologia, hidrologia, relatórios técnicos, mapas topográficos e de satélite, plantas e outros documentos de referência além do levantamento da legislação referente às águas minerais.

A segunda etapa consistiu levantamento de campo nas cercanias da Fonte de Água Mineral de Itaparica, nas fontes, cacimbas e poços próximos, onde foram levantados, cadastrados, descritos e amostrados.

A terceira etapa consistiu na análise, bem como a interpretação dos laudos laboratoriais, comparando-se com os demais dados obtidos.

A quarta etapa consistiu na interpretação dos dados levantados e na redação desta dissertação.

## 1- CARACTERÍSTICA DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são abordados aspectos da localização, climatologia, geologia e hidrologia da área de estudo.

### 1.1 - Localização

A Ilha de Itaparica está localizada no nordeste do Brasil, na costa do Estado da Bahia, com coordenadas latitude – 12°52'45''S e longitude 38°41'09''W. A ilha está situada a sudoeste da Baía de Todos os Santos, tem em sua extensão 35 km por 21 km de largura (Figura 1.2).

A ilha esta dividida em dois municípios: Itaparica e Vera Cruz, que juntos possuem uma área total de 246 km<sup>2</sup>. Itaparica ficou com os povoados de Porto Santo, Manguinhos, Amoreiras, Ponta de Areia e a sede do município, Itaparica, está possui uma área de 35 km<sup>2</sup>. Vera Cruz fica com os povoados da Penha, Barra do Gil, Coroa, Barra do Pote, Conceição, Barra Grande, Tairu, Aratuba, Berlinque e Cacha Prego, e a sede do município, Mar Grande, possuindo uma área de 211 km<sup>2</sup>.

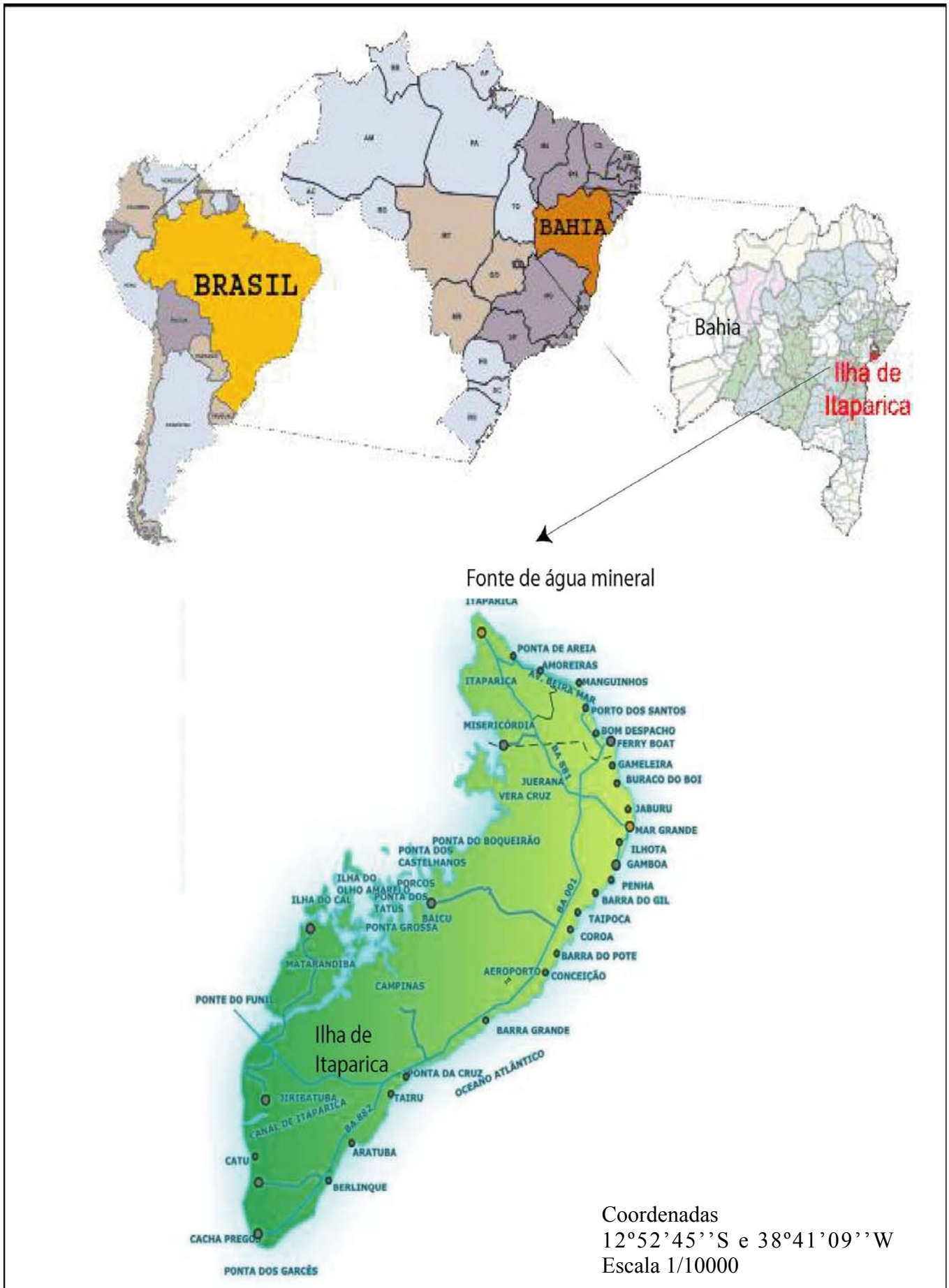


Figura 1.2: Localização da Ilha de Itaparica.



### **1.1.2 - Aspectos Históricos da Ilha de Itaparica**

Habitada pelos Tupinambás na época do Descobrimento, a ilha de Itaparica era denominada pelos nativos pelo nome de Taparica. Em 29 de abril de 1552 a Ilha Taparica foi doada de Sesmaria por Tomé de Souza, então Primeiro Governador Geral do Brasil, a Dona Violante, mãe de Don Antonio de Athayde, o Conde de Castanheira. Essa doação foi confirmada em 1575.

No ano de 1578, o domínio da atual Ilha de Itaparica passou a ser uma Província dos Jesuítas no Brasil, sendo restituída novamente ao Conde de Castanheira no ano de 1593.

No ano de 1763, a ilha foi incorporada aos bens da coroa portuguesa, apesar dos protestos dos herdeiros do Conde de Castanheira. Então, no ano de 1788 o morgado itaparicano retornou às mãos dos herdeiros do Conde de Castanheira, sendo devolvido às posses da marquesa de Nísa. Depois da independência do Brasil, onde os habitantes de Itaparica contribuíram e participaram bravamente, em 25 de outubro de 1831, o povoado foi elevado a Município, tomando o nome de Itaparica. O ato foi oficialmente instado na data 4 de agosto de 1833.

A Sinopse Estatística do Município de Itaparica em 1948, organizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apresenta os seguintes dados: A posição da sede na Latitude 12° 52' 45''S e Longitude 38° 41' 09''W. Distância em linha reta da cidade do Salvador, capital do Estado da Bahia – 22 km em rumo a direção SW.

O historiador e tupinólogo Teodoro Sampaio no seu livro “O Tupi na Geografia Nacional”, afirma que o vocábulo Itaparica ou Itá-parí é uma palavra de origem Tupi, que significa “tapagem de pedra ou cerca feita de pedras”, em português corrente.

No entanto, o grande historiador itaparicano Ubaldo Osório, em uma palestra proferida no ano de 1931, na Prefeitura Municipal de Itaparica, demonstrou que a palavra Taparica, nome primitivamente dado à Ilha, era uma corruptela de Caparica. Essa é uma freguesia portuguesa do conselho de Almada, em Portugal. Caparica é situada em face à cidade de Lisboa, segundo o mesmo palestrante, definida como “*a cidade das ribas silenciosas e das virações sutis*”.

Segundo palavras de Ubaldo Osório, os expedicionários que vieram no ano de 1501, ao fazer o reconhecimento das terras descobertas por Pedro Álvares Cabral, o navegador, que contava na sua parentela os nomes ilustres de Nuno Álvares Pereira, o condestável Afonso de Albuquerque e Gonçalo Velho Cabral, descobridor dos Açores, ao chegarem, em 1º de novembro de 1501, à Baía de Todos os Santos, em cujas terras próximas, tornando-se mais tarde, a Cidade do Salvador, sentiram-se deslumbrados. A entrada da barra, da mesma Baía, lhes pareceu à foz de um grande rio. Lembraram-se saudosos do Tejo distante, e na configuração da terra encontrada, viram Lisboa, diante dos seus olhos maravilhados.

Contemplando embevecidos a Ilha fronteira recordaram-se da Caparica de Portugal, com aquelas mesmas elevações e aquelas mesmas planuras. Daí o nome que a saudade evocara, e que, na sua língua, o

povoador primitivo, não soube repetir. Taparica é recordação e é também saudade, Osório (1979).

Ao longo do séc. XVI, os solos férteis de Itaparica eram destinados para a cultura da cana-de-açúcar e a criação do gado. Na região atualmente conhecida como Mar Grande, a agricultura era voltada para plantações de trigo.

Uma atividade de grande importância era a pesca da baleia, sobretudo no período compreendido entre os séculos XVII e XVIII.

Ao ser extinta a pesca da baleia e, desaparecidos os grandes estaleiros de construção naval, os praieiros passaram a empregar as suas atividades, nas novas atividades que foram instaladas na ilha, sobretudo a pesca, a preparação de cal, óleo de dendê e rudimentos da indústria têxtil.

Em 1842, 11 anos depois da criação do Município da Denodada Vila de Itaparica, o presidente da Câmara, Luiz Gonzaga da Luz, mandou o mestre José Felipe do Nascimento construir de pedra e cal um reservatório na fonte, que até então havia conservado águas frias e límpidas que corriam nas bicas de bambus para o Poço das Pedras, onde abastecia a população, daí o nome de Fonte da Bica, Osório (1979).

Pela lei Estadual nº 78, de 28/08/1936, foi autorizada a criação da “Estância Hidromineral de Itaparica”, o que foi efetivado pelo decreto Estadual nº 10.440 de 10/12/1937. Vale afirmar que Itaparica é a única estância hidromineral do Brasil, localizada à beira mar.

Em 30 de junho de 1962, a ilha de Itaparica passou a ser constituída por dois municípios, o de Itaparica e o de Vera Cruz.

## 1.2 - Aspectos Geológicos

Existe um relacionamento entre a Formação Barreiras e o aparecimento da bacia sedimentar do Recôncavo, ligados a formação do Atlântico Sul e a extensão da margem continental brasileira, Barbosa & Dominguez (1996).

Foi a partir de um demorado estágio de arqueamento crustal, que se prolongou do final do Permiano até o final do Jurássico, (Ponte *et al.*, 1978 Asmus (1973); entre outros), onde foi admitido a ruptura do paleo-continente do Gondwana, originando à costa oriental da América do Sul e a costa ocidental da África. São destacadas duas áreas: uma ao sul, entre as atuais cidades de Florianópolis e Rio de Janeiro e outra, de menores proporções ao norte, nas áreas costeiras de Pernambuco e Paraíba, Asmus (1973). Sendo a bacia do Recôncavo, situada na parte axial do arqueamento, uma área interdômica, onde a magnitude do soerguimento crustal venha ser consideravelmente menor do que nas áreas dômicas ao sul e ao norte.

No segmento crustal, houve no encaminhamento do anticlinal, aglomeração da cobertura de sedimentos paleozóica, formando assim uma considerável área pré-cambriana desnuda, na qual se encontrava pouquíssimas lembranças da antiga cobertura sedimentar, que foram preservadas ao fundo em pequenos grabens deprimidos em falhamentos contemporâneos nos processos de arqueamento, Ponte *et al.* (1978).

Houve uma formação na área interdômica da crista do geanticlinal ao final do período Jurássico, surgindo o aparecimento de uma longa e

rasa depressão ao sentido norte-sul, vindo a ser conhecida como Depressão Afro-Brasileira, Ponte *et al.* (1978). A captação feita por esta depressão teria sido de detritos sedimentares eminentes do geanticlinal, sendo transportados em maior volume nas periferias das depressões que constituem as atuais bacias do Parnaíba e do Paraná, no Brasil e pela bacia do Congo, na África.

Na área ocupada pela Bacia do Recôncavo a Depressão Afro-Brasileira teria começado a se esboçar, no Thitoniano quando se iniciou a deposição de um complexo sistema aluvial formando os lençóis de pelitos vermelhos e arenitos grosseiros do Grupo Brotas os quais representam a seqüência do continente na Bacia do Recôncavo. Esta seqüência apresenta pequenas variações de espessura entre 300 a 500 metros em média, exceto na Bacia do Recôncavo onde se encontram, localmente, espessura da ordem de 1.000 metros e uma notável persistência lateral das suas características litológicas. A seqüência ocorre de modo descontínuo sobre uma vasta área que se estende da bacia de Almada, no sul da Bahia, até a bacia do Araripe, no sul do Ceará, excedendo, os limites das fossas tectônicas eocretáceas. A subsidência epirogênica da depressão Afro-Brasileira, na área hoje ocupada pela Bacia do Recôncavo, prolongou-se até o final do Berriasiano, propiciando a sedimentação fluvial e lacustrina da formação Itaparica e do Membro Tauá da Formação Candeias.

O limite de deformação plástica da crosta litosférica, na crista do anticlinal, na região do Recôncavo, teria sido ultrapassado durante a idade do Berriasiano. Teve então um grande tectonismo, conhecido como

a reativação Wealdeniana, Almeida *et al.* (1976). Como resultado desse tectonismo, teria se formado um longo sistema de fossas tectônicas, que se imagina fossem semelhante ao atual grande sistema de “rift-valleys” do leste Africano, Ponte *et al.* (1978). Tal como no modo atual, teria se formado, ao longo daquele paleo-sistema de “rift-valleys”, uma série de estreitos e profundos lagos tectônicos, um dos quais constitui a atual Bacia Sedimentar do Recôncavo. Estes lagos foram assoreados, durante Berriasiano até o início do Aptiniano, por conglomerados e arenitos grosseiros formando leques aluviais e deltaicos, nas áreas de maior influxo sedimentar e por lutitas, nas partes distais mais profundas, Pontes *et al.* (1978), formando uma unidade sedimentar, com alto grau de variações faciológicas e espessuras variáveis desde algumas centenas de metros até mais de 5.000 metros. Esta unidade estratigráfica, com área de ocorrência limitada aos “rift-valleys” de idade eocretácica foi denominada de seqüência dos Lagos por Magnavita (1992), (Figura 1.3).

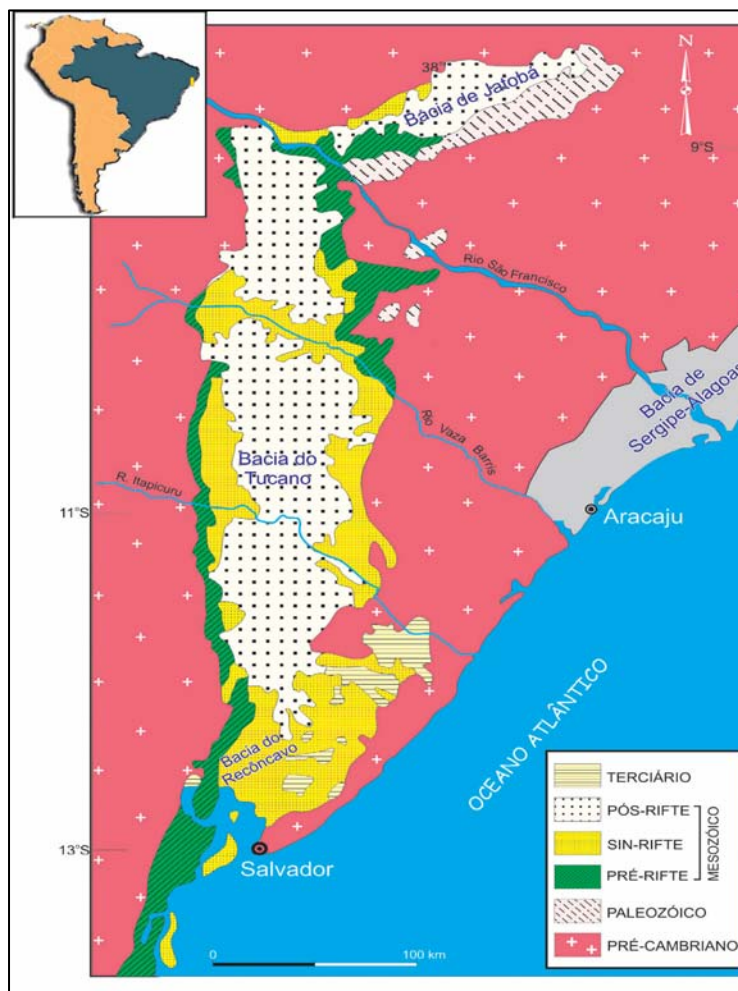


Figura 1.3: Mapa geológico mostrando a distribuição de sedimentos pré – sin e pós-rifte, Magnavita (1992).

Na bacia do Recôncavo, o assoreamento efetuou-se por um complexo deltaico, predominantemente de noroeste para sudeste até o completo preenchimento da bacia. Registra esse episódio sedimentar na bacia a Formação Candeias constituída por folhelhos bacias, com inclusões de corpos arenosos maciços formados por deposições gravitacionais (Membro Pitanga); O Grupo Ilhas, onde predomina intercalações de arenitos de frentes deltaicas com folhelhos de talude e corpos de turbiditos arenosos; a Formação São Sebastião, constituída por faces aluviais de planície próxima à Formação Salvador, formada por cunhas

de conglomerados sin-tectônicos, modificado de Medeiros e Ponte (1981), (Figura 1.4).

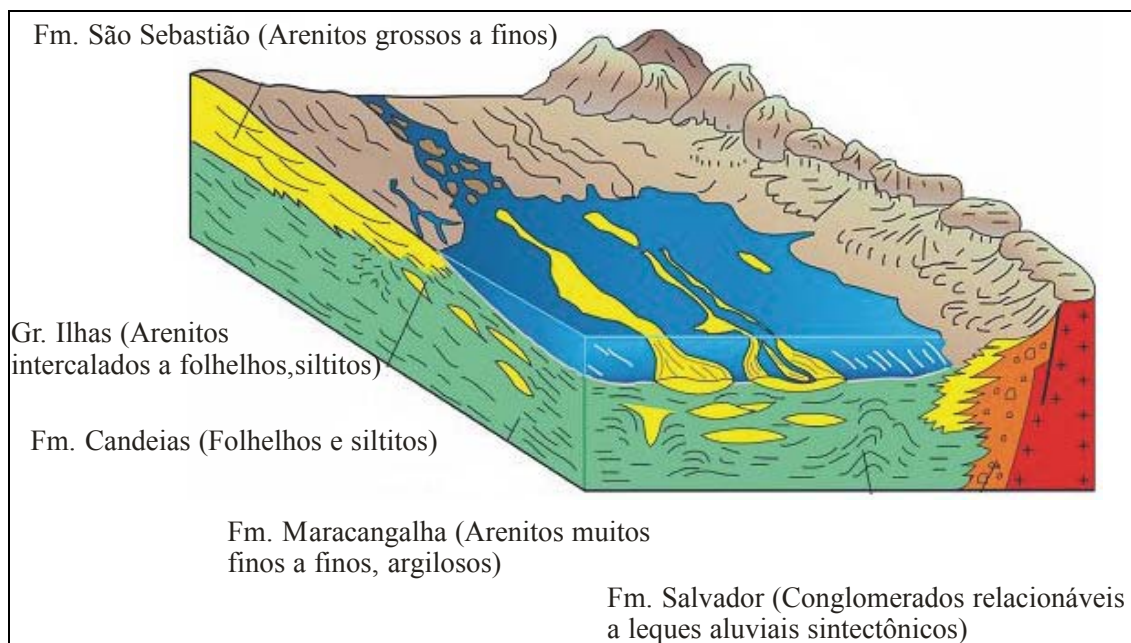


Figura 1.4: Paleografia sin-rifte da Bacia do Recôncavo (modificado de Medeiros e Ponte (1981)).

O alargamento e a subsidência progressiva do grande sistema “rift-valleys” teriam propiciado, no Aptiniano, as primeiras ingressões de águas marinhas, avançando de sul para norte, até formar um longo e estreito golfo que se estenderia, no Brasil, desde a Bacia de Pelotas até a Bacia de Sergipe-Alagoas, Asmus & Ponte (1973). Este episódio seria responsável pela sedimentação da seqüência do Golfo, Asmus (1984), nas bacias costeiras que se esboça à medida que prossegue a formação da margem continental brasileira. Enquanto isso estacionava a evolução tectônica do ramo oeste do sistema “rift-valleys” onde se situa a Bacia do Recôncavo. Conseqüentemente, o preenchimento da bacia culmina com a deposição sedimentar aluviais da Formação Marizal, que em



algumas áreas ultrapassa os limites do “rift-valleys”, já completamente assoreado, Milani e Davison,1988; Aragão, (1994), (figura 1.5).

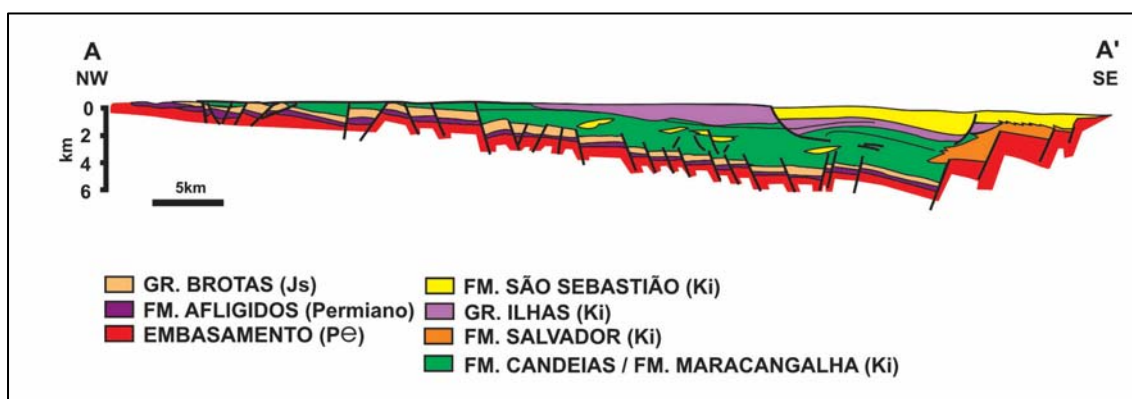


Figura 1.5: Seção geológica A-A' ao longo da porção sul da Bacia do Recôncavo. (Milani e Davison,1988; Aragão, 1994).

Em resumo a Bacia do Recôncavo teria começado a se individualizar, tectonicamente, pelo menos no início da Idade Berriasiano, com a subsidência mais acentuada no seu porte sudeste, Ponte *et al.* (1978). Na fase de subsidência epirogênica, com falhamentos tensionais incipientes, foram depositados a Formação Itaparica e o membro Tauá da Formação Candeias. As isópocas desta unidade delineiam, de modo atenuado, as principais feições que constituem o atual arcabouço estrutural da bacia, o qual só veio a ser definitivamente entalhado pela tafrogênia Vealdeniana, cuja ação vigorosa é registrada desde a parte média do Berriasiano até fim do Barremiano. Após esse tectonismo não se registrou na bacia nenhuma outra atividade tectônica de grande intensidade.

### 1.2.1 - Coluna Estratigráfica da Bacia do Recôncavo

Encontram-se seis sistemas deposicionais distintos ao longo da Bacia do Recôncavo, seguidos de duas seqüências estratigráficas, a saber: Seqüência do Continente, incluindo um sistema deposicional em ambiente lacustre raso e oxidante (Formação Aliança membros Afligidos e Capianga) e um sistema fluvial e eólico (Formação Sergi e Membro Boipeba da Formação Aliança); Seqüência dos Lagos, compreendendo os sedimentos sintectônicos que promoveram o assoreamento do “*rift-valley*” eo-cretácico, Medeiros e Ponte (1980). Incluindo um sistema deposicional em ambiente lacustre predominantemente profundo e redutor (Formação Itaparica e Candeias), um sistema deltaico-lacustre (Grupo Ilhas), um sistema fluvial (Formação São Sebastião) e um sistema de leques aluviais (Formação Marizal), Magnavita *et al.* (1994), (Figura 1.6).

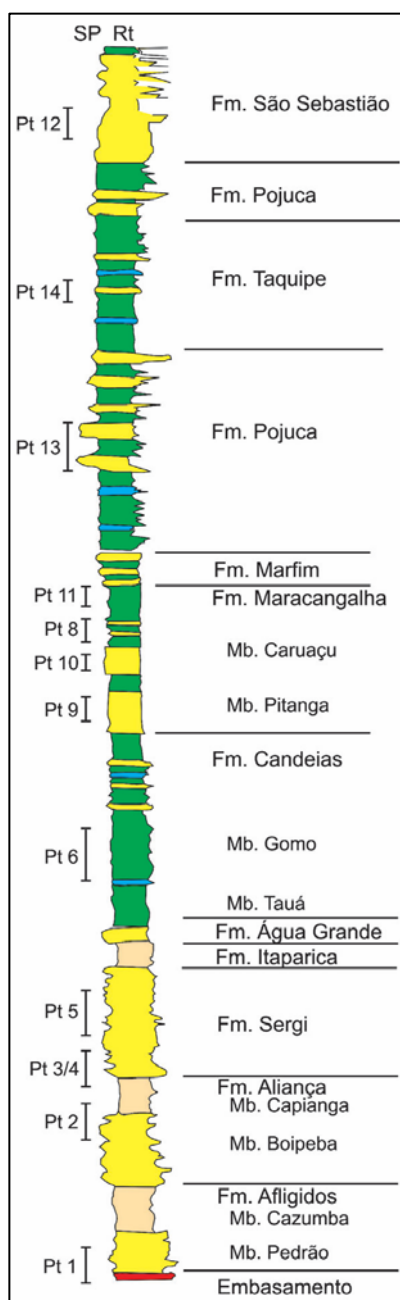


Figura 1.6: Perfil litológico composto ilustrativo da sucessão estratigráfica completa da Bacia do Recôncavo, mostrando a posição de cada um dos pontos do roteiro, Magnavita *et al.* (1994).

Localizam-se no mapa geológico do compartimento sul da Bacia do Recôncavo (Figura 1.7), e a sua posição estratigráfica está representada esquematicamente no perfil vertical composto da bacia (Figura 1.6). Em alguns deles, há seções verticais com simbologia representativa das diversas feições sedimentares, observando-se na carta estratigráfica da

Bacia do Recôncavo sua formação ao longo período pré-cambriano, Magnavita *et al.* (1994), (Figura 1.8).

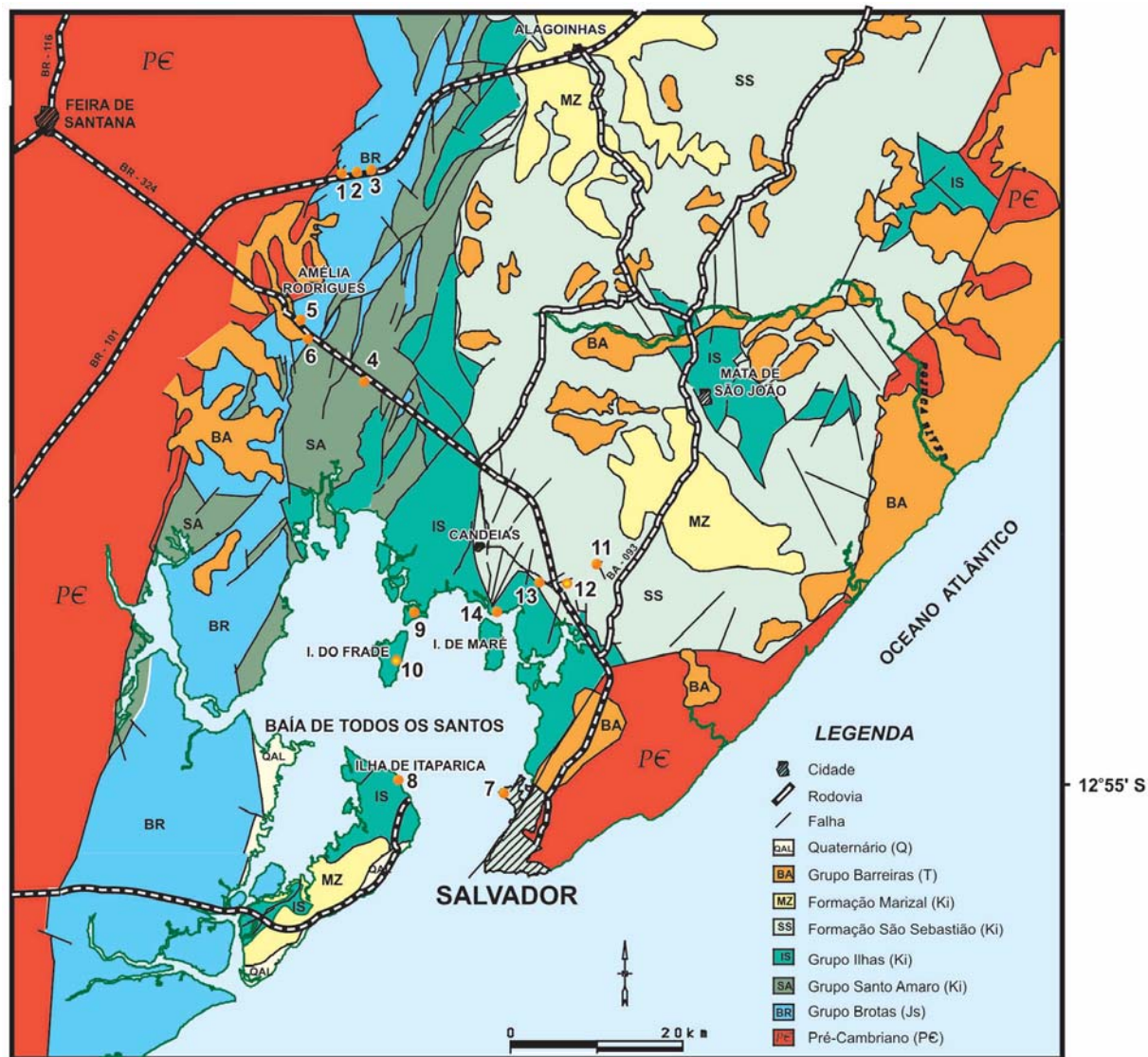


Figura 1.7: Mapa geológico com os pontos do roteiro no compartimento sul da Bacia do Recôncavo, Magnavita *et al.* (1994).

**Grupo Barreiras:** Sua formação é composta de areias finas, argilas cinza-avermelhado, roxas e amareladas; de arenitos grossos a conglomeráticos, com matriz caulínica, pouco consolidados, pobremente selecionados, cinza-esbranquiçado, amarelados e avermelhados. Em sua base de seqüência representativa é encontrado no arredores de Salvador,

um conglomerado com estratificação cruzada, composto predominantemente de seixos de quartzo leitoso, estando também presentes fenoclastos de gnaiss alterado, arenitos e seixos de argilas. Sendo encontrado uma maior concentração dos seixos quartzosos na base dos estratos cruzados, geralmente associada, a uma granodecrescência ascendente. Do período pliocênico, o Grupo Barreiras tem seu depósito sob a forma de extensos tabuleiros ligeiramente inclinados em direção à costa. Tendo seu repouso divergindo sobre as rochas das bacias sedimentares mesozóicas e do embasamento cristalino. Sendo que sua espessura do grupo raramente ultrapassa os sessenta metros, Viana *et al.* (1971)

**Formação São Sebastião:** Constituído de arenitos grossos a finos, amarelo-avermelhados, friáveis feldspáticos, intercalados com argilas sílticas, variegadas. Encontram-se na parte basal (membro paciência), de arenitos finos a grossos, levemente calcíferos, feldspáticos, com nódulos de calcário castanho-amarelado e intercalações delgadas de argila cinza-amarelado a vermelha-clara. A parte mediana (Membro Passagem dos Teixeiras) se caracteriza em espessos bancos de arenitos cinza-amarelado, róseos ou cinza-esbranquiçado, finos a médios, intercalados com delgadas camadas de argilas sílticas variegadas e folhelhos sílticos. A parte superior da formação (Membro Rio Joanes) é composta por arenitos róseos, cinza-avermelhado, vermelho-brilhante, maciços, arcóseos, às vezes com estratificação cruzada. Os ostracodes mais importantes da formação, indicativos de sua idade cretácica inferior são: *Petrobrasia marfinensis* Krommelbein, *Cypridea* (*Sebastianites*?)

*sostensis sostensis* Krommelbein e *C. (S.) fida fida* Krommelbein. Ocorre, ainda, conchostráceos, gastrópodes, pelecípodes e restos de peixes, Viana *et al.* (1971).

**Formação Candeias:** A sua composição é de folhelhos e siltitos, contendo intercalações finas de calcários, dolomitos e espessos corpos de arenitos maciços. A idade cretácea inferior é estabelecida com base em ostracodes, restos de esporos e conchostráceos. Os ostracodes mais importantes são os da Zona de *Theriosynoecum varietuberatum* Grekoff/Krommelbein, *Cypridea* (Morininoidea) *candeiensis* Krommelbein e *Paracypridea brasiliensis* Krommelbein, Viana *et al.* (1971).

**Formação Água Grande:** Representado por arenito cinza-esbranquiçado a cinza-esverdeado, quartzoso, às vezes feldspático, fino a médio, raramente grosso a conglomerático, localmente com estratificações cruzadas. Os arenitos basais são geralmente calcíferos e podem conter, ocasionalmente, fragmentos de folhelhos cinza-esverdeado, Viana *et al.* (1971).

**Formação Itaparica:** Constituída de folhelhos, siltitos e arenitos. Predominando folhelhos e siltitos de cores cinza-oliva e cinza-esverdeado, fossilíferos. São encontrados na parte superior, folhelhos com características marrons e cinza-esverdeado, sílticos e logo abaixo destes; ocorrem finas camadas de calcário creme, microcristalino. Tendo idade cretácea inferior, a formação é indicada por ostracodes e polens fósseis, os mais importantes são os da subzona *Cypridea kegei*

Wicher. Estando também presentes conchostráceos e restos de plantas, Viana *et al.* (1971).

**Formação Sergi:** Constituída de arenitos finos a conglomeráticos, de coloração pardo-amarelada, cinza-esverdeado, vermelho-pálido e vermelho-amarronzada. Tendo marcas onduladas e estratificações cruzadas. O conteúdo fóssil da formação é bastante escasso, tendo sido registrada apenas a presença de troncos de madeira silicificada e esporos. A sua idade jurássica superior é estabelecida indiretamente pelos ostracodes da Formação Aliança, sotoposta e em contato gradacional, Viana *et al.* (1971)

**Formação Aliança:** É constituída pelos membros Boipeba (inferior) e Capianga (superior). O Membro Boipeba é formado por arenitos cinza-esbranquiçado, vermelho-púrpura, marrons, vermelho-amarelados, finos a médios, argilosos feldspáticos, micáceos, com algumas estratificações cruzadas planares, finamente acamadados. O Membro Capianga é composto por folhelhos vermelhos, localmente manchados de verde e cinza-esbranquiçado, micáceos, com intercalações esporádicas de calcário microcristalino. O conteúdo fossilífero da Formação Aliança é relativamente pobre, distribuindo-se indistintamente entre os seus membros. Os ostracodes da Zona de *Bisulcocypris pricei*, Pinto & Sanguinetti são os mais importantes e indicativos da idade jurássica da formação, Viana *et al.* (1971).

**Grupo Ilhas:** A unidade litoestratigráfica é constituída, de base para o topo, pelas formações Marfim, Taquipe e Pojuca, segundo a Figura 1.8

- A Formação Marfim é constituída predominantemente de arenitos finos a silticos, raramente grossos, cinza-claro a esverdeados, com matriz argilosa, fragmentos de carvão e de folhelho, distribuídos erraticamente. A idade cretácica inferior é indicada por ostracodes. Os mais importantes são: *Paracypridea brasiliensis* Krommelbein, *C. salvadorensis* Krommelbein e *Candona? gregária* Krommelbein.
- A Formação Pojuca, constituída de arenitos, folhelhos, siltitos e calcários intercalados. Os arenitos são cinza-esbranquiçado, cinza-esverdeado, amarelo-avermelhados, muito finos a médios, calcíferos, bem estratificados. Os folhelhos são encontrados de composição cinza-esverdeado a verde-claro, localmente castanho a negro, estratificados, calcíferos, micáceos, carbonosos, fossilíferos. Já os siltitos são cinza-esverdeado, cinza-esbranquiçado, com estratificações paralelas e cruzadas. Os calcários são encontrados castanhos criptocristalinos, localmente oolíticos, ostracodais, arenosos e argilosos. Os ostracodes mais importantes, indicativos da idade cretácea inferior, pertencem às biozonas *Paracypridea obovata obovata* Swain e *Cypridea (Morinina) bibullata bibullata* Wicher. Ocorrem também, restos de peixes, esporomorfos e gastrópodes, Viana *et al.* (1971).
- A Formação Taquipe é constituída de folhelho cinza, com estratificação paralela, localmente piritoso, contendo níveis de marga castanha, mole. Subordinadamente ocorrem lentes de arenito muito fino, rico em carapaças de ostracodes e com estratificação horizontal, Netto & Oliveira (1985)



**Formação Marizal:** Caracteriza-se por arenitos e conglomerados, havendo ainda, siltitos, folhelhos e calcários. Os conglomerados ocupam a base, são médios a grossos, apresentando-se maciços ou estratificados, possuindo matriz predominantemente arenosa, podendo conter seixos e calhaus de gnaisse, arenito, calcário, quartzo, sílex, silito, lamito, quartzito e rochas ígneas básicas. A idade cretácica inferior (Aptiano-Albiano), da Formação Marizal foi estabelecida com base em folhas e folíolos fósseis e nos palinórfos *Cicatricossiporites hallei* Delcourt & Sprumont, *Schizea certa*, *Bolklovitina* e *Matonisporites dorogensis* Burger, Viana *et al.* (1971) e Lima (1993).

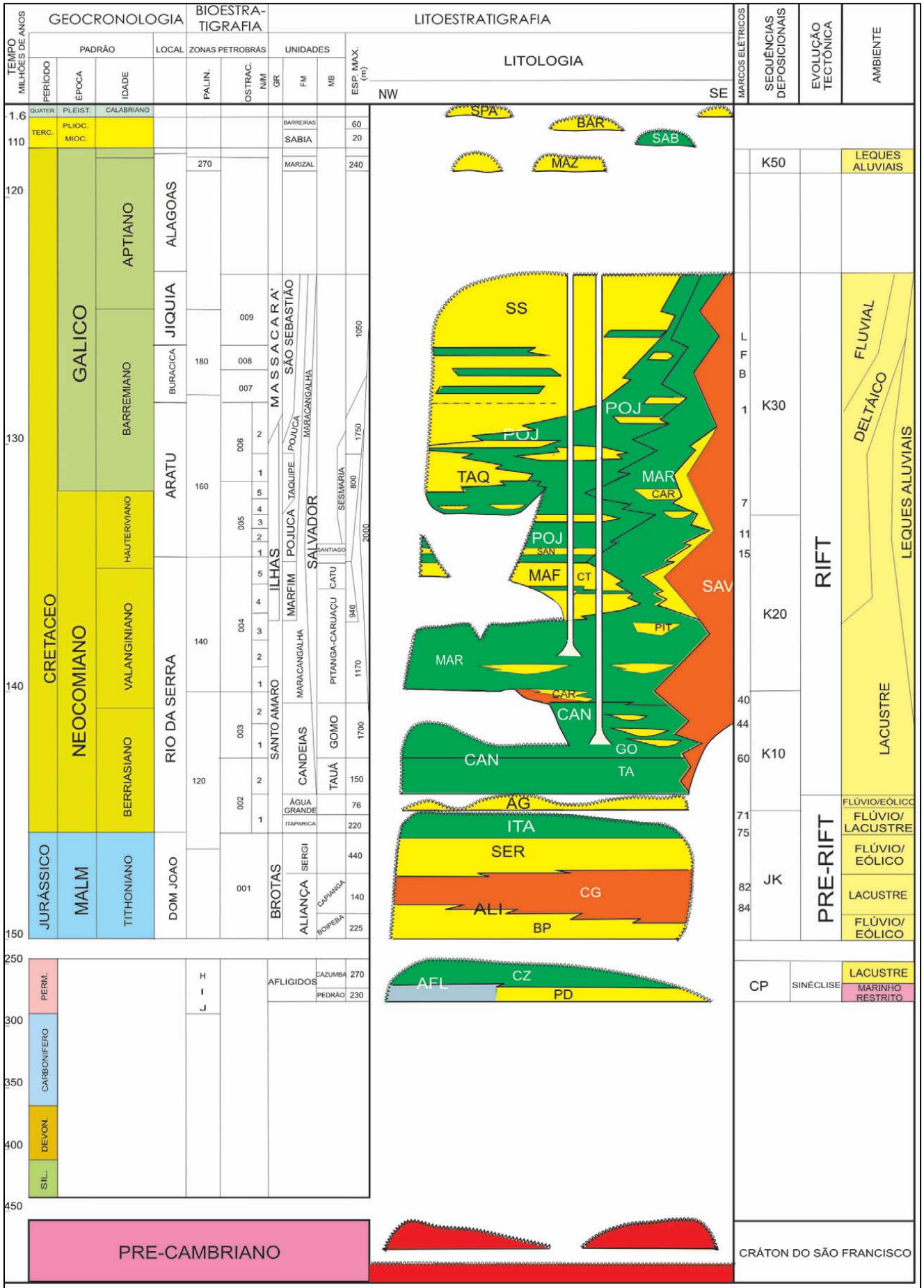


Figura 1.8: Carta estratigráfica da Bacia do Recôncavo Caixeta *et al.* (1994).

### 1.3 - Aspectos Climatológicos

A temperatura na Ilha de Itaparica varia entre 20<sup>0</sup>C e 34<sup>0</sup>C com média de 27<sup>0</sup>C. A precipitação nessa região varia entre 1900 mm/ano a 2000mm/ano valores anuais (SEI, 1997).

Os cálculos do balanço hídrico da área em estudo, basearam-se nas informações obtidas entre seqüência de 5 anos (2003 a 2008), disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os dados do INPE, que foram utilizados na elaboração desse balanço hídrico climatológico, empregaram o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa "BHnorm" elaborado em planilha EXCEL<sup>®</sup> por Rolim *et al.* (1998). Como a capacidade de água disponível (CAD) foi utilizado o valor de 100mm e a evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico seguiu o critério de Mendonça (1958), devido à facilidade de sua informatização em relação ao método original.

As variações da precipitação e evapotranspiração ocorridas nos meados de 2003 a 2008, registrou picos alternados tendo a sua maior incidência nos meses de maio, oscilando entre abril e junho, já a evapotranspiração manteve-se inferior a precipitação fazendo uma ressalva nos meses de outubro e novembro de 2007, outubro (2003); março e setembro (2004); setembro (2005) e dezembro (2006) que ocorreu uma inversão no quadro, em valores de evapotranspiração em torno de 160 mm e a precipitação em torno de 75mm.

Essas oscilações nas precipitações vieram a contribuir tanto nas possíveis mudanças nos dados físico-químicos e químicos com no aumento de sais na composição da água mineral de Itaparica.

De acordo com as figuras 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13 e 1.14, (fonte site INPE), verifica-se que há um excesso tanto no balanço hídrico normal mensal, e que os valores das médias da evapotranspiração potencial estão na maioria dos episódios sempre inferiores a precipitação das chuvas, resultando portanto, um excesso de água infiltrada no balanço hídrico da região.

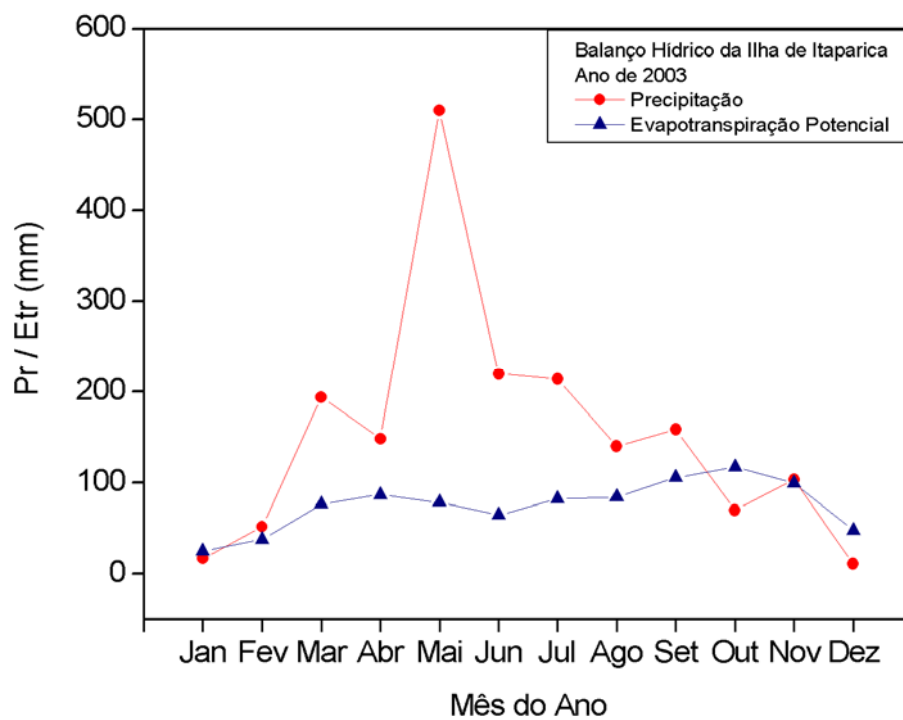


Figura 1.9: Balanço hídrico da Ilha de Itaparica no ano de 2003

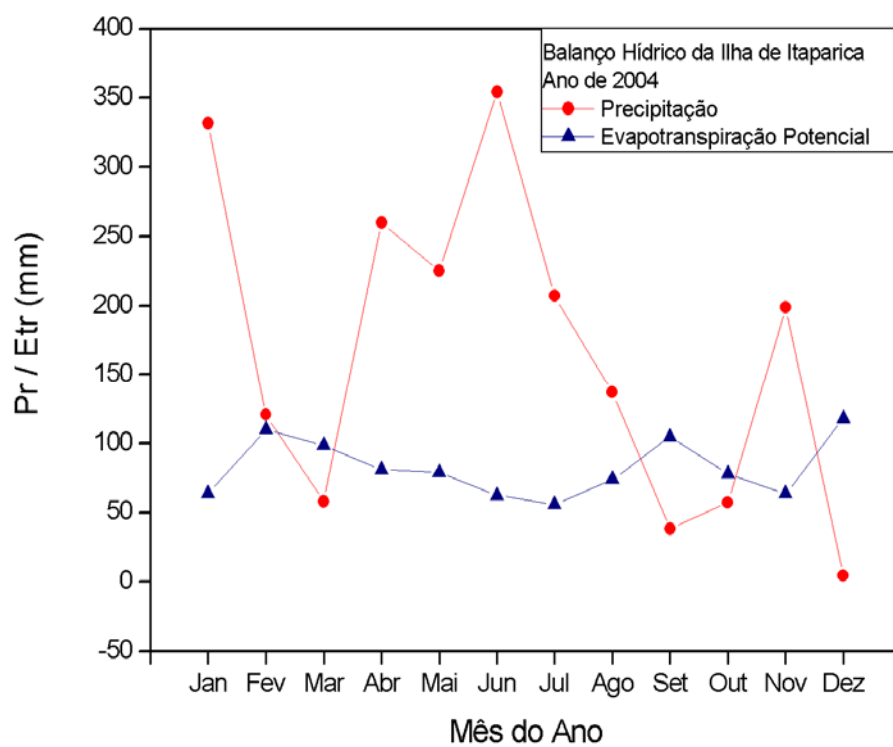


Figura 1.10: Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2004

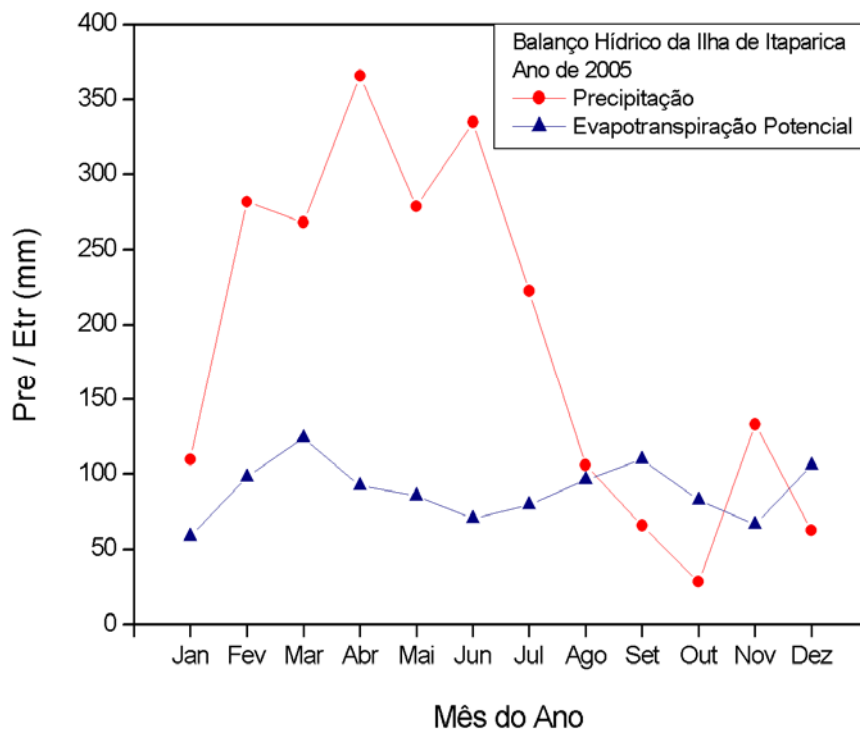


Figura 1.11: Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2005

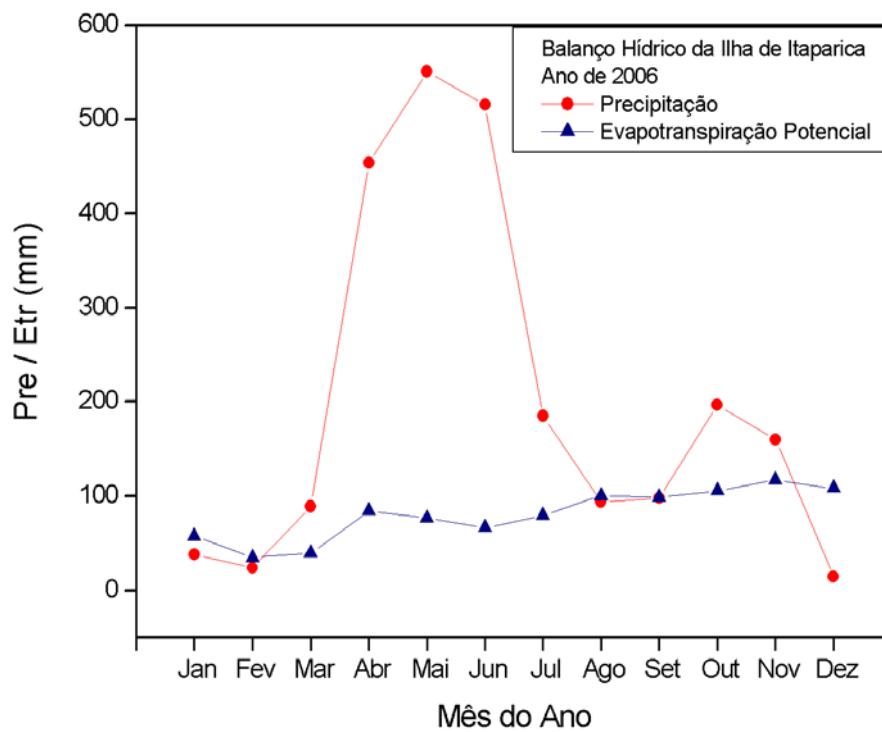


Figura 1.12: Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2006

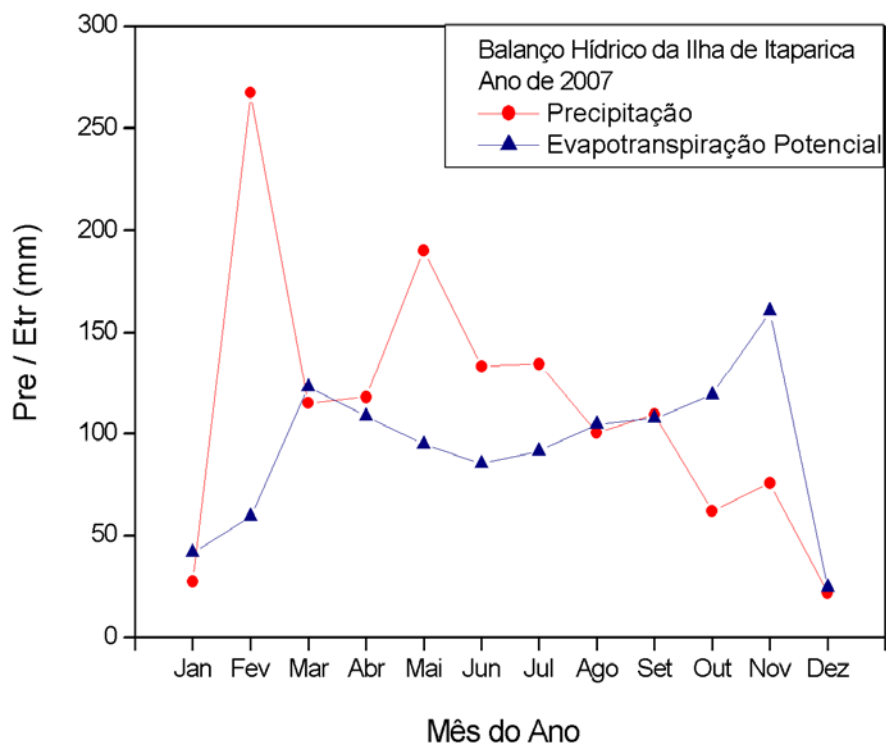


Figura 1.13: Balanço hídrico na Ilha de Itaparica no Ano de 2007

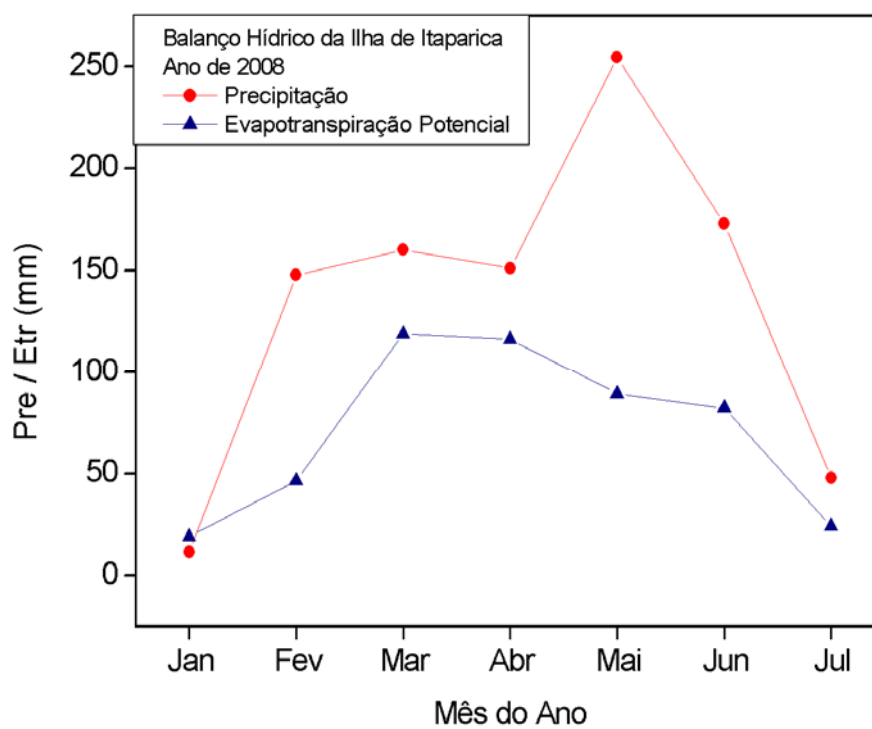


Figura 1.14: Balanço hídrico na Ilha de Itaparica até julho de 2008.

## 1.4 - Aspectos Hidrológicos

O município de Itaparica apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema regularidade de chuvas, no tempo e no espaço. A média da pluviometria anual, segundo BAHIA (2003), está contida no intervalo de 1900 a 2000 mm/ano (Figura 1.15).

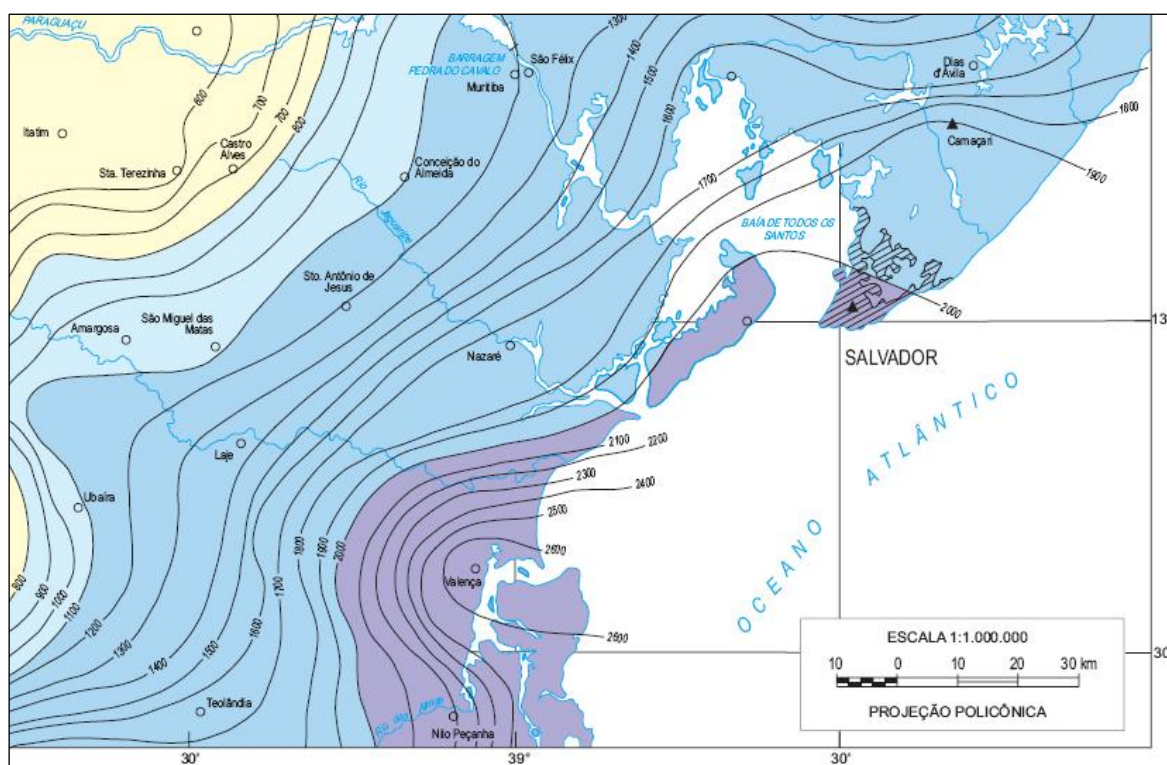


Figura 1.15: Mapa pluviométrico dos domínios territoriais de Salvador. Fonte BAHIA (2003).

A sede e os distritos são abastecidos por rede de água potável, tratada, fornecida pela EMBASA, proveniente da captação da barragem do rio Paraguaçu e canalizada até a sede municipal.

Nesse cenário, não existe escassez de água e esta não é uma limitação ao desenvolvimento sócio econômico e ao sustento da população urbana.



Apesar da existência de um sistema de fornecimento de água tratada, em época que a demanda é alta e na falta, a população ainda utiliza uma série de fontes, cacimbas e poços para o seu abastecimento.

Nesse contexto as informações disponíveis sobre as águas subterrâneas são ainda insuficientes e muito dispersas. As pesquisas existentes são poucas, descontinuadas e inconsistentes. Os dados que são gerados diariamente, por ocasião da execução de qualquer obra, com finalidade de pesquisar ou captar água subterrânea, e que poderiam conter informações técnicas preciosas e reais, tanto sobre os aspectos geológicos, quanto sobre as características físico-químicas das águas, estão pulverizados e de certa forma indisponibilizados nas diversas empresas privadas, órgãos de governo e empresas privadas. Entre os vários fatores que contribuem para a desorganização e ineficácia no gerenciamento e controle nas ações das obras hídricas subterrâneas na região, menciona-se: a ausência de profissional capacitado para o estudo e execução da obra, pouca e quase sempre ineficiente fiscalização e ingerência política em algumas etapas de caráter estritamente técnico.

A população do município de Itaparica é predominantemente urbana, e a população rural constitui uma ínfima minoria que a título de cálculos da demanda da estimativa de água municipal, pode ser desprezada.

Para se estimar a demanda de água utilizaram-se os princípios propostos por Lima (2008). Segundo esse autor, pode-se estimar o consumo diário *per capita* de uma população urbana (em sistema

convencional - com ligação domiciliar), em cerca de 150 litros por dia. De acordo com o portal de informações do município de Itaparica, a população municipal é estimada em cerca de 22.000 habitantes. Aplicando-se uma relação matemática simples chega-se ao valor da demanda de água *per capita* correspondente a cerca de 54,75 m<sup>3</sup>/ ano por habitante calculado a partir das proposições de Lima Junior (2007).

## **2 – HIDROGEOQUÍMICA**

### **2.1 - Generalidades**

A água é um recurso natural limitado e um bem público fundamental para a vida e para a saúde.

Segundo o portal da Prefeitura Municipal de Itaparica, a Fonte da Bica, na cidade de Itaparica, foi construída em 1842 e oficializada como Estância Hidromineral em 1937, única do país à beira-mar. É famosa por sua “água fina que faz velha virar menina”. A água possui indiscutíveis propriedades medicinais em sua composição. Diurética e digestiva, a água é utilizada com sucesso nos distúrbios gastro-intestinais, litíases renais e biliares, colites e polinefrites. A nascente fica oculta no morro de Santo Antônio, hoje já totalmente ocupada e sem saneamento básico.

Neste capítulo é descrito a metodologia de amostragem e sintetiza alguns aspectos teóricos dos parâmetros físico-químicos, químicos, biológicos e isotópicos aventados nesta dissertação.

### **2.2 - Metodologia**

Realizaram-se seis campanhas, nos períodos de estiagem e chuvosos, para a coleta de amostras de água da Nascente, da Fonte da Bica e das fontes próximas na cidade de Itaparica. As amostragens e medidas dos parâmetros físico-químicos e químicos procuraram observar as possíveis influências da sazonalidade.

Os pontos de coleta foram localizados e mapeados com o uso do GPS, e de fotografias aéreas para a descrição das características do local. Foram medidos os parâmetros físico-químicos “*in situ*”, tais como pH, eH, OD, condutividade. Cada amostra foi armazenada em um recipiente plástico com volume de 1 litro, devidamente descontaminado. Foram feitas duas réplicas em cada ponto amostrado. As amostras enviadas na sua forma bruta sem filtração, sendo devidamente acondicionadas em sistema de refrigeração e encaminhadas para laboratório e em seguida analisadas.

### 2.3 - Descrição dos Pontos de Amostragem

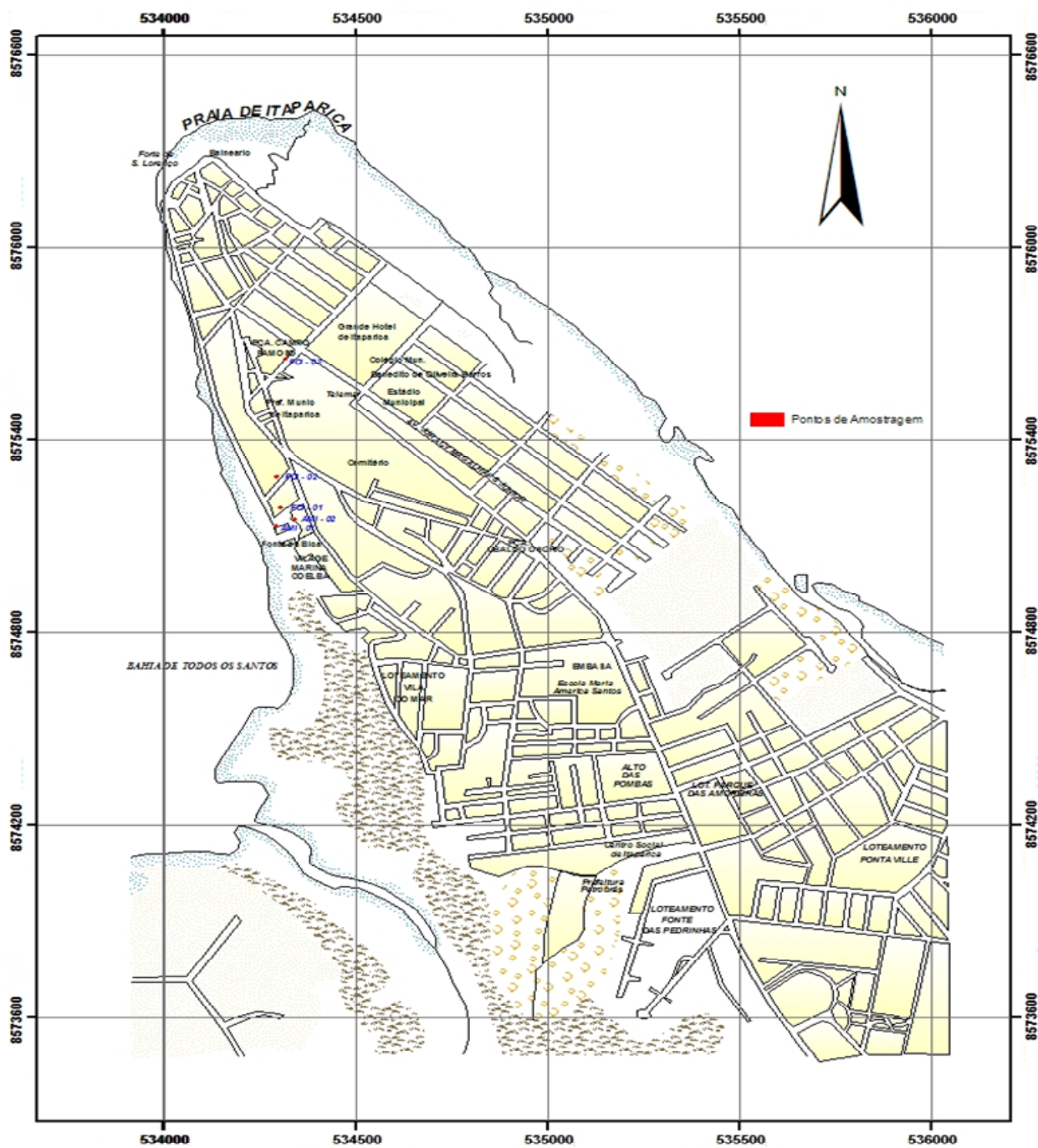


Figura 2.1: Mapa de amostragem dos pontos em estudo.

COORDENADAS

Nascente	534463/8575108
Bica	534447/8575104

Os pontos de amostragem foram determinados após um levantamento sistemático da área de estudo, onde foram selecionados três pontos principais:

- a) Fonte da Bica.
- b) Nascente.
- c) Fontes próximas.

a ) A Fonte da Bica é o local de armazenamento e distribuição da água de Itaparica. Foi construída em 1937 e por diversas vezes reformada. Trata-se de um reservatório construído de cimento armado e blocos de argila, revestido por argamassa (conforme é mostrado na Figura 2.2).

Do reservatório partem diversos dutos construído inicialmente em chumbo e atualmente substituído por plástico de PVC, que drenam as águas acumuladas no reservatório para três torneiras principais e 10 pontos de coleta subsidiários.

Existe um sistema de dreno (sangrador) de água, quando o nível de água atinge o ponto máximo do tanque. Este dreno lança a água diretamente nas valas de esgoto pluvial, para que em épocas de alta pluviometria o nível de água é constante, (conforme ilustrado na Figura 2.8).

As três torneiras principais estão localizadas em uma construção imponente e azulejada, na forma de um chafariz, como uma obra de arte. (conforme ilustrado na Figura 2.3).



Figura 2.2: Reservatório da Fonte da Bica.



Figura 2.3: Chafariz da Fonte da Bica.

b) A Nascente: trata-se do local de exudação da água de Itaparica. Está localizada no sopé do morro do Santo Antônio e é circundado por um pequeno parque de resquícios de mata Atlântica sem vestígio de rio e nem lago, bastante alterada pela ação antrópica (Figura 2.4).

O acesso até a Nascente é feito por um alçapão em forma de tampão de ferro fundido (Figura 2.5), e em seguida existe uma abertura construída em blocos e cimento queimado, revestido por argamassa. Em seguida existe uma pequena escada, com dois degraus centimétricos, que atinge o reservatório (Figura 2.6).

O ponto de exudação de água fica localizado ao nível do chão, em constante borbulhamento (Figura 2.7).



Figura 2.4: Mata ciliar topograficamente acima da Fonte da Bica.





Figura 2.5: Tampão de ferro de acesso a nascente.



Figura 2.6: Acesso à nascente de exudação da água.



Figura 2.7: Local da nascente da água de Itaparica.



Figura 2.8: Tanque que serve como sangradouro em época de chuva na Fonte da Bica.

a) Fontes próximas. Com esta denominação foram coletadas amostras de água e medidos os seus parâmetros físicos em três diferentes locais:

- i) Condomínio Costa Oeste (Figura 2.9), trata-se de uma cacimba, escavada com cerca de 5m de profundidade, com paredes em tijolinho de barro, tampão recoberto em laje e tampa removível. O nível d'água, correspondente ao freático se encontrava a cerca de 2,5 m do nível do solo. Existe um sistema de bombeamento de água, a qual é utilizada pelo condomínio.



Figura 2.9: Ponto de amostragem do Condomínio Costa Oeste.

- ii) Casa vizinha ao condomínio Costa Oeste (Figura 2.10) trata-se de uma cacimba, revestida de tijolos com tampa de cobertura. O nível d'água se encontrava a cerca de 2,5 m de profundidade, no momento da coleta.



Figura 2.10: Fonte ilustrando a fonte da casa vizinha ao Condomínio Costa Oeste.

- iii) Ponto mais distante, localizado próximo à Prefeitura Municipal. (figura 2.11), trata-se de uma cisterna cimentada, com tampa e sistema de captação. A água é utilizada para lavar os jardins e para uso doméstico. O nível da água se encontrava a cerca de 2,6 m.



Figura 2.11: Fonte da casa vizinha a Prefeitura

Todas as amostras coletadas foram mantidas em caixa térmica de isopor, com barras de gelo e temperatura interna controlada, até a chegada ao laboratório, em Salvador, sendo encaminhadas para análise. (Figura 2.12).



Figura 2.12: Frascos de amostragem, recipiente em âmbar e garrafas de plástico destinadas a análises físico-químico e isotópica.

#### **2.4 - Parâmetros físico-químicos e químicos**

As análises físico-químicas e químicas da Nascente, Fonte da Bica e fontes próximas foram realizadas pelo laboratório Geosol e pela Caraíba Metais.

Os metais foram analisados por absorção atômica ou ICP pelo método de Varian-MPX, chapa elétrica tecnal, balão volumétrico 50 ml, pipetas volumétricas, tubos de ensaios e bomba a vácuo. Tendo o modelo do aparelho de referência analítica o Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21<sup>o</sup> Ed. (2005). 3030,3120-B.

Em relação aos íons, carbonato, cloreto, flureto, sulfato, a metodologia utilizada, o limite de detecção e aparelhagem foram:

- **Alc.CO<sub>3</sub><sup>=</sup> mg CaCO<sub>3</sub>/L** -Referência Analítica: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21° Ed. (2005). 2320-B LD - 2.0 mg CaCO<sub>3</sub>/L Bureta 25 ml, pipeta volumétrica 100 ml, agitador magnético, balança de sensibilidade 0.0001g, deionizador e estufa.
- **Cloreto mg Cl-/L**; Referência Analítica: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21° Ed. (2005). 4500Cl-B LD - 2.0 mg Cl-/L Bureta 25 ml, pipeta volumétrica 100 ml, agitador magnético, bequer de 100 ml, erlenmeyer de 100 ml, balança de sensibilidade 0.0001g, balões volumétricos 500 ml e 1000ml, deionizador, phmetro e estufa.
- **Fluoreto mg F-/L**; Referência Analítica: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21° Ed. (2005). 4500F-C LD - 0.10 mg F-/L, pipeta volumétrica 25 ml, agitador magnético, bequer de 50 ml, balança de sensibilidade 0.0001g, balões volumétricos 100,250,500 e 1000 ml, deionizador, phmetro, estufa e cronômetro.
- **Sulfato mg SO<sub>4</sub>/L**; Referência Analítica: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21° Ed. (2005). 4500SO<sub>4</sub>-E LD -1.0 mg SO<sub>4</sub>/L. Pipeta volumétrica 25 e 100 ml, agitador magnético, bequer de 50 ml, balança de sensibilidade 0.0001g,

balões volumétricos 100,250,500 e 1000 ml, deionizador, turbidímetro, estufa e cronômetro.

A **COR** é o resultado das substâncias dissolvidas na água, proveniente da lixiviação da matéria orgânica. A água da Nascente e da Fonte da Bica são incolores e as águas próximas variam quanto a cor de incolores a levemente amarelada.

De acordo com Feitosa *et al.* (1997), o odor e sabor destes parâmetros estão intimamente relacionados e, freqüentemente, o que se chama de gosto é realmente percebido como odor.

O **SABOR** depende dos sais dissolvidos e de outras substâncias em suspensão. O sabor da Nascente e da Fonte da Bica é ligeiramente salgado e levemente picante. As amostras do Condomínio possui sabor mais salgado.

**TURBIDEZ** é a dificuldade da água transmitir a luz, provocada pelos sólidos em suspensão, as medidas comparativas foram mensuradas através do FTU (Formazin Turbidity Unit), cujos padrões estão apresentados na (Figura 2.13).



Figura 2.13: Padrões de turbides 5, 50 e 500 FTU.

**O PH**, o potencial hidrogeniônico é uma medida físico-química que quantifica a concentração do íon hidrogênio de uma solução. É dada pela expressão em moles por litro:

$$\text{pH} = \log\text{H}^+$$

Vale ressaltar que o pH é importante parâmetro na avaliação da qualidade da água, no que diz respeito à constituição química da água e o meio em que residiu.

**A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA** é um parâmetro que mede a corrente elétrica que pode ser carregada por íons dissolvidos na água, refletindo assim a quantidade de sais totais dissolvidos no corpo hídrico. A leitura em campo foi realizada com um condutivímetro portátil da marca Schott, sendo que o eletrodo foi mergulhado em um béquer com água colhida da fonte amostrada.

**OS SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD)** é o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. De uma forma geral representa concentração de todo o material dissolvido na água, seja ou não volátil. O gás dissolvido na água é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Faz o controle operacional de estações de tratamento e caracteriza corpos d'água.

**O OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)** em água pode ter origem tanto na fotossíntese da biota aquática, como no processo de difusão que ocorre na interface ar-água e sua concentração pode variar em função da temperatura, salinidade e pressão.



A **ALCALINIDADE** de uma água é a capacidade de uma água neutralizar ácidos, sendo uma consequência direta da presença ou ausência de carbonatos e bicarbonatos.

As análises de campo foram feitas “*in situ*”, com aparelhos específicos (Figura 2.14).



Figura 2.14: Aparelho utilizado para medir a alcalinidade total da água.

**NITRATOS ( $\text{NO}_3$ ):** Segundo Feitosa e Manoel Filho, 1997, o nitrato ocorre em geral em fraco teor, é muito móvel e pode ser removido das camadas superiores do solo pela água.

O nitrato representa o estágio final da oxidação do nitrogênio e teores acima de 5mg/L podem ser indicativos de poluição de água subterrânea por atividade humana (esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitérios, adubos nitrogenados, resíduos animais, etc.).

Os resíduos provenientes de produtos protéicos provenientes de esgotos, fezes, etc., são ricos em nitrogênio a oxidação de nitritos ( $\text{NO}_2$ )

para nitratos ( $\text{NO}_3$ ), requer a participação de bactérias autotróficas do grupo das nitrobactérias, Feitosa & Manoel Filho (1997).

O nitrato é prejudicial à saúde humana, Hill *et al.*(1973) apud Feitosa & Manoel Filho (1997) mostraram uma correlação positiva entre câncer gástrico em populações que ingeriram águas com altas taxas de nitrato.

**SÓDIO (Na):** Trata-se de um elemento encontrado em todas as águas exutória, Feitosa & Manoel Filho (1997), por características que favorecem sua ampla distribuição como a presença e a baixa estabilidade química nos minerais, que contém a elevada solubilidade e difícil precipitação da maioria de seus compostos químicos. Em geral há um aumento gradativo da sua concentração nas águas subterrâneas a partir da zona de recarga do aquífero em direção às suas porções mais confinadas ou dos seus exutórios, Feitosa & Manoel Filho (1997).

**CÁLCIO (Ca):** É um dos elementos mais abundantes na maioria das águas. Os sais de cálcio possuem solubilidade moderada a elevada, sendo muito comum a precipitação de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). É o constituinte principal, responsável pela dureza das águas. Na maioria das águas está presente na forma de bicarbonatos e raramente na forma de carbonatos, Feitosa & Manoel Filho (1997).

**MAGNÉSIO (Mg):** Este elemento tende a permanecer em solução, tem maior solubilidade que o cálcio. É responsável pela dureza juntamente com o cálcio, além de atribuir as águas sabor salobro. Mais comumente encontrado na forma de bicarbonato. Nas águas subterrâneas

sua concentração varia entre 1 a 40 mg/L<sup>-1</sup>, Feitosa & Manoel Filho (1997).

**FERRO (Fe) e MANGANÊS (Mn):** Nos arenitos e nos folhelhos, os óxidos, os carbonatos e os hidróxidos de ferro constituem muitas vezes materiais de cimentação. O ferro ocorre principalmente na forma de Fe<sup>3+</sup> (hidróxido férrico), podendo ocorrer como Fe<sup>2+</sup> (hidróxido ferroso). Frequentemente seu teor em quase todas as águas é baixo, e ocorre em diversas formas químicas, com frequência associado ao manganês, Feitosa & Manoel Filho (1997).

**SULFATOS (SO<sub>4</sub>):** Segundo Carvalho (1995), sua origem é basicamente litológica, resultante principalmente da oxidação de sulfetos das rochas ou de depósitos de minério sulfetados e de camadas de sedimentos ou da dissolução de sulfatos naturais como a gipsita (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), a anidrita (CaSO<sub>4</sub>), ambos presentes principalmente em rochas sedimentares.

**ALUMÍNIO (Al):** O alumínio está presente principalmente nas argilas do tipo octaédrica, denominada caolinita Brady (1989). (Figura 2.15)

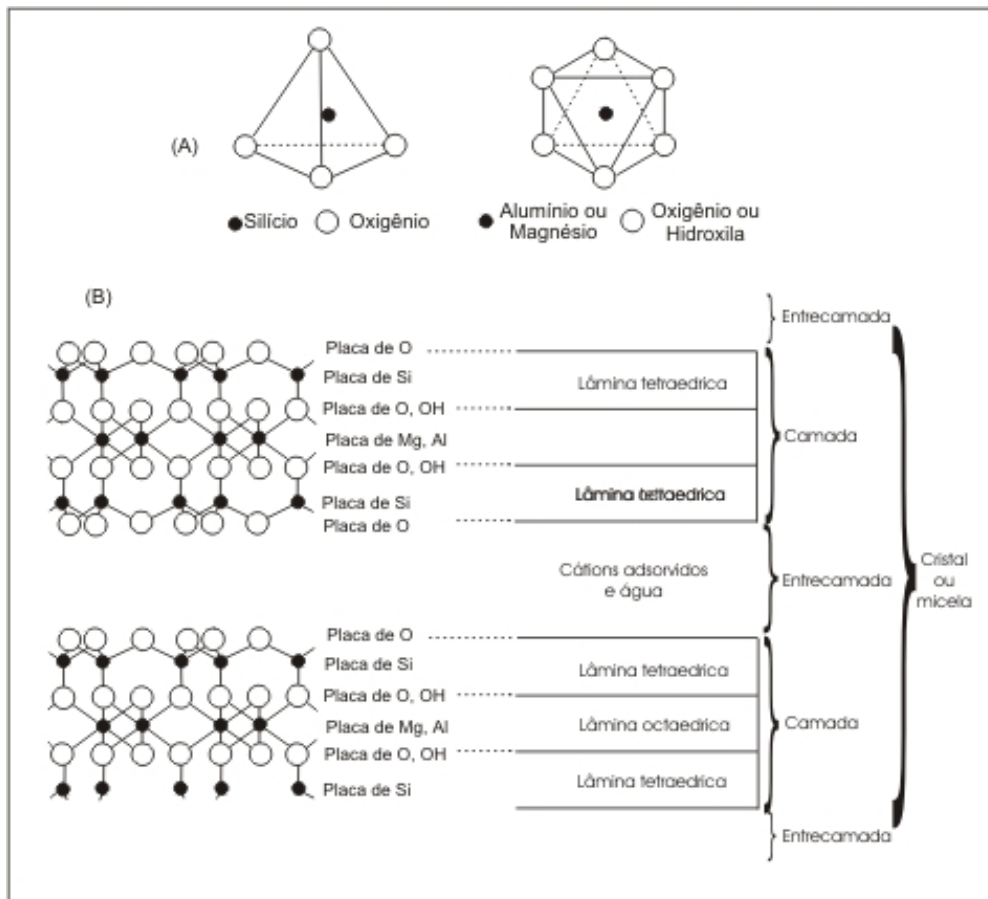


Figura 2.15: Estrutura químico-cristalina das argilas fonte Brady (1989).

Devido a seu reduzido tamanho as partículas de argila, tamanho máximo de  $2 \mu\text{m}$ , são encontradas em abundantes áreas externas, e em alguns casos há também extensas áreas de exposição internas.

Estas interfaces internas ocorrem no permeio das unidades cristalográficas, em forma de lâminas, que compõem cada partícula Brady (1989), como se observa na (figura 2.16).

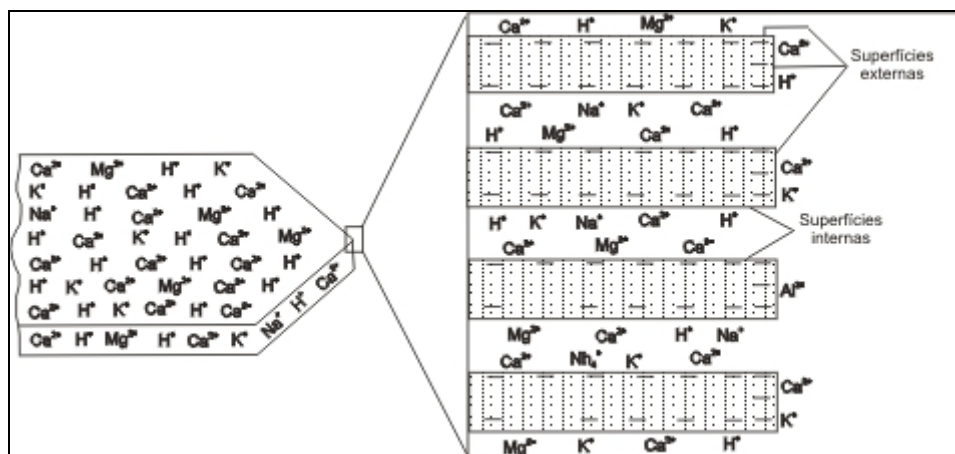


Figura 2.16: Superfícies internas das argilas fonte Brady (1989).

As superfícies internas e externas expostas pelas partículas de argila têm carga em geral negativa, dessa forma atrai íons com carga positiva como os cátions  $\text{Al}^{3+}$ , absorvendo em sua superfície específica até que o equilíbrio do meio aquoso permaneça, ou seja, à medida que a concentração de íons no sistema se altere ocorrerá o fenômeno chamado CTC (troca catiônica), perdendo cátions para o meio para que a concentração anterior seja restabelecida, e assim liberando superfície negativa para absorção de outro cátion.

**BÁRIO (Ba) E ESTRÔNCIO(Sr):** O bário é regularmente encontrado em águas potáveis, de uma forma geral existe a metabolização similar ao cálcio nas espécies animais e vegetais.

**SILÍCIO (Si):** Sua presença no sistema aquoso é de proveniência litogênica (resultante do intemperismo dos minerais silicatados constituinte dos sedimentos e solos. Em águas superficiais as condições de pH não favorecem a solubilização da sílica, Carvalho (1995).

De acordo com a geologia local as principais rochas sedimentares contidas nos sítios estudados são os arenitos ricos em quartzo ( $\text{SiO}_4$ ),

dessa forma explica-se a sua provável origem nas águas subterrâneas na área de estudo.

A concentração em SiO<sub>2</sub> pode ser usada para se estimar a temperatura das águas no reservatório e se levar em conta a existência de mistura com as águas superficiais, Cidu *et al.* (2003), da mesma forma que as razões entre o conteúdo de Na/K, Arnosson *et al.* (1983).

Anorsson *et al.* (1983), propuseram um geotermômetro a partir das concentrações de SiO<sub>2</sub> e da razão Na/K, utilizando os teores destes componentes medidos em ppm. A temperatura é calculada a partir de equações onde os teores de SiO<sub>2</sub> estão relacionados com base na solubilidade da calcedônia e dos valores de Na/K estão associados aos dados termodinâmicos da solução de equilíbrio da albita/microclina de Heleeson (1969); Anorsson *et al.* (1983).

Anorsson *et al.* (1983), propuseram as seguintes equações:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{1112}{4,91 + \log \text{SiO}_2} - 273,15 \quad (2.1)$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{933}{0,993 + \log \text{Na/K}} - 273,15 \quad (2.2)$$

Os resultados obtidos pela aplicação do geotermômetro de Anorsson *et al.* (1983) apresentam valores médios da temperatura em torno de 4,9° e 7,2°C, para a concentração de SiO<sub>2</sub> e da razão da concentração de Na/K, respectivamente (vide Figura 3.1, pág. 60).

A comparação entre os valores calculados e os valores medidos “*in situ*”, durante as etapas de campo pontos de coletas, denotam uma diferença de temperatura da ordem dos valores da média encontrada para

a temperatura ambiente, o que leva a acreditar a grande influência em que as águas estudadas são fortemente relacionadas aos níveis menos profundos do aquífero, sendo profundamente afetada pelas recargas das águas superficiais.

## **2.5 - Parâmetros Biológicos**

Os coliformes fecais são chamadas de bactérias coliformes, termo resistentes. Estas bactérias se definem como o grupo de organismos coliformes que podem fermentar a lactose a 44-45° C; compreendem o gênero *Escherichia* e, em menor grau, espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Os coliformes termos resistentes, distintos de *E. coli*, podem proceder também de águas organicamente enriquecidas, por exemplo, de efluentes industriais, ou de matérias vegetais e solos em decomposição.

As concentrações de coliforme termo resistentes estão, na maior parte dos casos, em relação direta com as de *E. coli*. Por isso, sua utilização para avaliar a qualidade da água se considera aceitável nos exames sistemáticos.

Como os organismos coliformes termo resistentes são detectados com facilidade, podem desempenhar uma importante função secundária, como indicadores da eficácia dos processos de tratamento da água, para eliminar as bactérias fecais.

**Coliformes Totais:** Desde muito tempo se reconhece que os organismos do grupo coliforme são bons indicadores microbianos da

qualidade da água potável, devido principalmente à facilidade na sua detecção e contagem. Denominam-se organismos coliformes as bactérias Gram-negativas, em forma de bastonetes, que podem se desenvolver em presença de sais biliares e outros agentes tensoativos com propriedades de inibição do desenvolvimento similares e, fermentam a lactose à 35-37°C produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24 a 48 horas. É também oxidase negativa e não formam esporos. Por definição, as bactérias coliformes apresentam atividade de Beta-galactosidade.

Tradicionalmente se considera que as bactérias coliformes pertenciam aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*.

Entretanto, de acordo com os métodos taxonômicos modernos, o grupo é heterogêneo. Compreendem bactérias que fermentam a lactose, como *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*, que podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, matérias vegetais em decomposição) e também na água potável com concentrações de nutrientes relativamente elevadas; compreendem também espécies que nunca ou quase nunca se encontram nas fezes e que podem multiplicar-se na água potável de qualidade relativamente boa, por exemplo, *Serratia fonticola*, *Rahnella aquatilis* e *Buttiauxella agrestis*. A existência tanto de bactérias não fecais que respondem à definição das bactérias coliformes como de bactérias coliformes lactose negativas limita a utilidade deste grupo como indicador da contaminação fecal. Nas águas tratadas não deveriam ser detectadas bactérias coliformes e, quando são, se pode pensar que o



tratamento tenha sido insuficiente, que tenha havido contaminação posterior ou que a quantidade de nutrientes é excessiva. Por conseguinte, a proa dos coliformes pode ser utilizada como indicadora da eficácia do tratamento e da integridade do sistema de distribuição.

**Pseudomonas:** É um gênero de microrganismos que compreende mais de 100 espécies, são bastonetes curtos e gram-negativos. A espécie *Pseudomonas aeruginosa* tem sido a responsável pela maioria dos casos de doença infecciosa no homem. Trata-se de um microrganismo oportunista, isto é, causa doença somente em condições especiais, quando o organismo humano está debilitado por algum motivo, como, por exemplo, processos cirúrgicos e queimaduras. Nesses casos, esse microrganismo pode causar bacteremias bem severas. Além disso, *Pseudomonas aeruginosa*, bem como outras espécies de *Pseudomonas*, apresentam grande importância para a indústria de alimentos, pois são microrganismos causadores de deterioração. As doenças causadas por *Pseudomonas aeruginosa* são infecções localizadas, decorrentes de uma contaminação oportunista. Esse microrganismo pode causar infecções urinárias e respiratórias, pneumonias, meningites, endocardites, e diversos outros tipos de infecção. Entretanto, não há registro de gastroenterite em humanos causada por esse microrganismo. *Pseudomonas aeruginosa* é normalmente encontrada no solo, água e vegetais. Ocorre em frequência baixa também na pele, garganta e fezes das pessoas saudáveis. No entanto, em indivíduos debilitados (pacientes imuno deprimidos, submetidos a cirurgias, etc) esse microrganismo, normalmente inócuo, pode causar infecções graves.

Em pacientes hospitalizados, essa frequência pode ser alta, aumentando o risco de contaminação do ambiente hospitalar e conseqüente aumento da ocorrência de bacteremias com essa etiologia. Nos hospitais, as vias de transmissão são os desinfetantes, respiradores artificiais, alimentos e água, daí a necessidade de controlar a presença desse microrganismo nesses ambientes. O uso indiscriminado de antibióticos na terapia médica tem contribuído para o aumento da incidência de *Pseudomonas* resistentes a esses medicamentos, tornando sua erradicação do ambiente hospitalar cada vez mais difícil.

## **2.6 - Isótopos Estáveis em Hidrologia**

Isótopos são nuclídeos ou átomos de um mesmo elemento, tendo no núcleo o mesmo número de prótons, e número atômico, diferenciando nos números de nêutrons e massa atômica.

Existe mais de 1000 isótopos dentre os mais de 90 elementos químicos. Os isótopos são diferenciados em:

- **Isótopos Instáveis:** modificam sua composição em função do tempo em resposta a processos nucleares (radiogênicos);

- **Isótopos Estáveis:** a composição é originada por processos físico-químicos ou biológicos, ou que venham a possuir meia-vida muito grande (>10<sup>9</sup> anos).

Urey (1947) e Bigeleisen & Meyer (1947), desenvolveram estudo de isótopos estáveis através da teoria mecânica estatística e termodinâmica. Desmonstraram em bases teóricas, sobre o fracionamento

isotópico, sendo possível aplicar nos estudos e solução de problemas na geologia.

Os isótopos estáveis contêm diferentes propriedades termodinâmicas, tendo o seu fracionamento dependente da temperatura Klein (2005).

De acordo com Klein (2005), diferentes isótopos de um mesmo elemento químico apresentam propriedades físicas e químicas levemente distintas, fruto da diferença de massa, e variações significativas e mensuráveis nas proporções relativas entre os isótopos (fracionamento) podem ocorrer. Isótopos de elementos como O, H, C, S, N são muito importantes em função de características comuns que partilham, tais como:

- São constituintes fundamentais na maioria dos materiais geológicos (rochas, minerais, fluidos) e nos seres vivos, formando uma grande quantidade de compostos orgânicos;
- Ao contrário da dos isótopos radiogênicos, sua distribuição não é influenciada pelo tempo (são estáveis, não decaem) nem pelo comportamento químico do elemento-pai;
- A distribuição dos isótopos depende fundamentalmente da temperatura e do fracionamento ligado às diferenças de massa;
- A diferença relativa de massa entre os isótopos (mais pesado e mais leve) é grande;
- Os elementos existem em mais de um estado de oxidação (C, N, S) ou formam diferentes tipos de ligações químicas fortes (H-O, C-O, Si-O), o que aumenta a dependência da massa no fracionamento isotópico;

- Alguns reservatórios possuem composições isotópicas características e distintas de outros reservatórios.

O elemento químico mais abundante na crosta terrestre é o oxigênio, podendo ser encontrado nos estados: sólido, líquido e gasoso. Este elemento tem três isótopos estáveis:  $O^{16}$ ;  $O^{17}$  e  $O^{18}$ , tendo, respectivamente, as seguintes abundâncias: 99,763%; 0,0375% e 0,1999%,(Garlick e Wedepohl, 1969).

O oxigênio é um dos formadores da molécula da água, da qual também faz parte o Hidrogênio, o qual tem apenas dois isótopos estáveis, tendo as respectivas abundâncias:  $H^1$  (99,9844%) e  $H^2$  (0,0156%), (Way *et al.*, 1950). Os nuclídeos  $O^{18}$  e  $H^2$ , este último também representado por D, constituem componentes isotópicos pesados na água nas formas moleculares  $HDO^{16}$  e  $H_2O^{18}$ , ocorrendo em águas naturais em proporções aproximadamente constantes, nas concentrações de 220 ppm e 2000 ppm, respectivamente. Estudos de isótopos estáveis do hidrogênio e do oxigênio usando dados de composição isotópica têm sido desenvolvidos em estudos hidroquímicos e hidrológicos.

As quantidades de isótopos presente em uma amostra são difíceis de serem determinadas, mas as diferenças relativas entre os isótopos podem ser determinadas através de medição da relação diferencial, com espectrometria de massa. Esta relação diferencial ou concentração isotópica ( $\delta$ ) é expressa como uma proporção em partes por mil: (‰), entre a razão medida na amostra e a razão medida em um padrão de referência internacional, medidos simultaneamente no mesmo aparelho.

$$\delta = \left( \frac{R_{amostra} - R_{padrão}}{R_{padrão}} \right) \times 10^3 (\text{‰}), \quad (2.3)$$

onde R são as razões  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^2\text{H}/^1\text{H}$  ou  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

Neste trabalho utilizou-se o VSMOW como padrão. Este padrão refere-se às razões isotópicas para o oxigênio e o hidrogênio de águas médias do mar de Viena.

As medidas da composição isotópica apresentam em geral as precisões de  $\pm 1 \text{ ‰}$  para o  $\delta D$  e  $\pm 0,1 \text{ ‰}$  para o  $\delta^{18}\text{O}$ .

Águas meteóricas são águas (líquidas ou sólidas) que tenham tido contato com a hidrosfera. São primariamente derivadas da água dos oceanos e se originam por precipitações diversas (chuva, neve etc...) dentro do processo de circulação atmosférica. Águas meteóricas atuais possuem composição isotópica de oxigênio e hidrogênio que variam de forma sistemática segundo a relação linear:

$$\delta D = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10 (\text{‰}) \quad (2.4)$$

O que define a linha da água meteórica (LMG – *linha meteórica global*; Figura 2.17). A composição isotópica média das águas meteóricas em uma determinada localidade relaciona-se a parâmetros geográficos como temperatura, latitude, altitude, distância à costa, intensidade de precipitação, feições climáticas. Outra característica é que tendem a ter valores negativos de  $\delta D$  e  $\delta^{18}\text{O}$  e que se tornam mais negativas quanto maior for a distância às fontes de vapor d'água na

atmosfera, isto é, da região equatorial para a polar e da região costeira para o interior dos continentes. Embora a aplicação do conceito de LMG (*linha meteórica global*), para o passado geológico deva ser feito com cuidado, assume-se uma relação similar, visto que as condições de temperatura e composição das águas oceânicas antigas são relativamente similares às atuais.

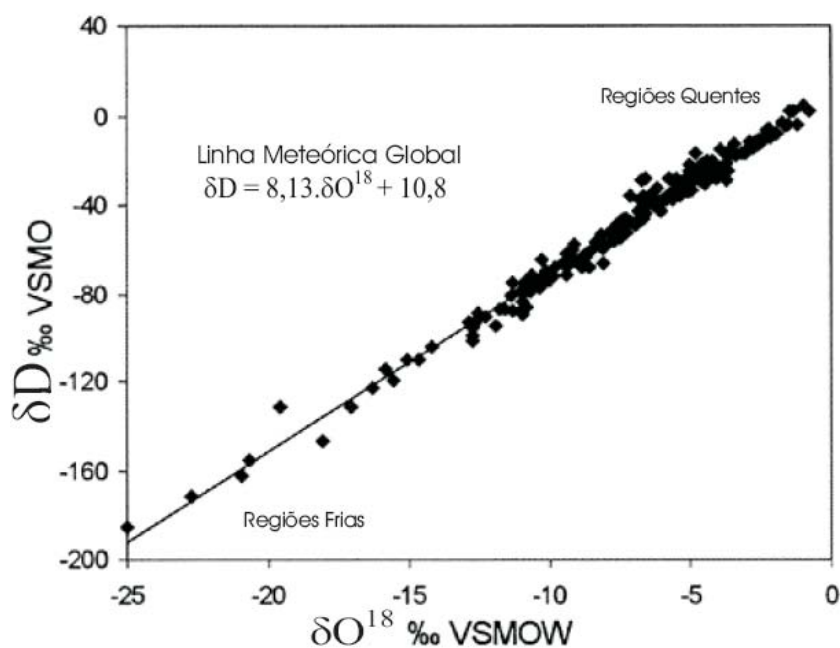


Figura 2.17: Gráfico da linha meteórica global (Fonte: Clark e Fritz 1997, p. 37, reportada por Rozanski *et al.* 1993)

Segundo Beraldo (2005), os valores de  $\delta^{18}O$  nas águas meteorológicas superficiais podem variar em média anual em torno do valor de 0 a -5‰, enquanto que as águas subterrâneas normalmente estão presentes em valores de  $\delta^{18}O$  inferiores a -4,0‰. Estes valores são ratificados por Faure (1998).

### **3 - RESULTADOS**

#### **3.1 - Resultados Físico-químicos**

A (Tabela 3.1), mostra os resultados das análises físico-químicas e químicas da Nascente, Fonte da Bica e fontes próximas. Foram introduzido também análises de Dias D'Ávila e Simões Filho para comparação com as águas de Itaparica.

Observa-se na (Tabela 3.1), quanto a composição média da Nascente e da Fonte da Bica e das fontes próximas que as águas de Itaparica possuem teores de cloretos em torno de 46,4 mg/L, sulfatos 23,45 mg/L,  $\text{Ca}^{+2}$  12,81 mg/L, Na 31,29 mg/L e Mg 8,9 mg/L. As fontes próximas possuem valores médios de cloretos de 45,1 mg/L, sulfatos 25,25 mg/L,  $\text{Ca}^{+2}$  39,1 mg/L, Na 35,79 mg/L e Mg 10,3 mg/L.

Além dos resultados analíticos das águas de Itaparica, constam ainda nesta tabela análises de águas da região de Dias D'Ávila e de Simões Filho, analisadas e publicadas por Araújo (2007).

Sample ID	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	SiO <sub>2</sub> mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Al mg/L	Sr mg/L	Ba mg/L	Ca <sup>+2</sup> mg/L	Mg <sup>+2</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	K <sup>+</sup> mg/L	F <sup>-</sup> mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L
AMI 01 Nascente	11	44	13,4	0,05	0,17	0,49	0,08	0,097	13	8,08	31,4	7,16	<0,10	24,5	0
AMI 01 Nascente	15	45	12,6	0,05	0,33	0,79	0,086	0,097	9,1	11,4	30,3	3,04	<0,10	20	138
AMI 01 Nascente	3,73	47	11,51	0,01	0,28	0,77	0,13	0	13,6	8,06	25,4	6,06	<0,10	35,48	80
AMI 01 Nascente	3,12	46	10,04	0,09	0,26	1,01	0,12	0	13	7,63	25,7	5,4	<0,10	21,9	80
AMI 02 Fonte da Bica	4,3	49	13,6	0,05	0,19	0,39	0,073	0,104	12,8	9,35	33,4	6,82	<0,10	23,2	0
AMI 02 Fonte da Bica	7,5	48	13,1	0,05	0,2	0,43	0,073	0,111	13,4	8,97	33,6	7,09	<0,10	22,9	0
AMI 02 Fonte da Bica	6,4	49	13,2	0,05	0,2	0,43	0,085	0,109	13	9,24	32,8	6,91	<0,10	23,3	0
AMI 02 Fonte da Bica	4,3	49	13,1	0,05	0,2	0,51	0,077	0,106	13,3	9,27	33,8	7,12	<0,10	23,1	0
AMI 02 Fonte da Bica	13	49	13,1	0,05	0,19	0,41	0,07	0,093	12,8	8,99	32,5	6,58	<0,10	23,3	0
AMI 02 Fonte da Bica	5,4	47	13	0,05	0,23	0,5	0,071	0,104	12,7	8,66	32,6	6,82	<0,10	23,4	0
AMI 02 Fonte da Bica	5,4	47	12,4	0,05	0,22	0,55	0,078	0,094	12,3	8,5	32	6,6	<0,10	23,1	0
AMI 02 Fonte da Bica	7,7	45	11,3	0,05	0,51	1,07	0,09	0,09	9,8	9,77	30,3	4,92	<0,10	20,5	81
AMI 02 Fonte da Bica	1,51	47	10,34	0,01	0,29	0,76	0,12	0	13,5	8,03	25,6	5,24	<0,10	31,25	83
AMI 02 Fonte da Bica	2,42	34	10,01	0,01	0,31	0,75	0,12	0	14,5	8,23	26,3	5,22	<0,10	20,47	77
FCI 01 Cond.	48	40	25,9	0,05	0,23	0,13	0,079	0,1	10,4	8,48	23,8	2,87	<0,10	27,3	8
FCI 02 Csa ao Ido Cond.	415	68	40,2	0,05	0,23	0,05	1,98	0,06	96	18,3	43,8	2,65	0,12	34,3	8
FCI 02 Csa ao Ido Cond.	75,15	34	11,93	0,01	0,06	0,14	0,29	0	29,6	5,59	18	3,09	3	24,64	15
FCI 03 Csa prox Pref.	386	45	37,2	0,05	0,2	0,05	1,33	0,07	89,1	9,84	73,3	4,94	0,38	19,3	9
FCI 03 Csa prox Pref.	56,02	40	11,86	0,02	0,16	0,02	0,12	0	13,1	9,41	19,9	3,7	2	20,71	0
Nsa Sra de Fatima Dias D'Avila	0	17,6	0	0,01	0,005	0,024	0,006	0,005	0,6	0,95	10,2	0,25	0,1	4,16	0
Senhor do Bonfim Dias D'Avila	0	7,2	0	0,01	0,005	0,01	0,002	0,006	0,16	0,43	4,32	0,68	0,1	1,6	0
Fonte Saúde Dias D'Avila	0	8,94	0	0,01	0,005	0,027	0,04	0,006	0,45	0,54	5,75	0,22	0,1	1,96	0
Fonte Esmeralda Dias D'Avila	0	8,78	0	0,01	0,005	0,044	0	0,006	0,15	0,69	5,01	0,67	0,1	0	0
Fonte Tropical II Dias D'Avila	0	10	0	0,01	0,005	0,039	0	0,006	0	0	0	0	0,1	2,6	0
Fonte Amazon Dias D'Avila	0	9,08	0	0,01	0,005	0,051	0	0,006	0	0	0	0	0,1	2,84	0
Fonte Safira Dias D'Avila	0	6,8	0	0,01	0,005	0,015	0	0,006	0,17	0,36	3,71	0	0,1	1,9	0
Nsa Sra Aparecida Dias D'Avila	0	7	0	0,01	0,005	0,001	0	0,006	0	0	0	0	0,1	2,2	0
Fonte Aguas Claras Simões Filho	0	17	0	0,01	0,005	0,025	0	0,006	0,7	1,95	8,64	1,7	0,1	6,4	0

Tabela 3.1: Tabelas das amostras de Itaparica, Dias D'Ávila e Simões Filho



A temperatura foi medida “*in situ*”, com um termômetro de mercúrio de precisão de 0,5 °C, mergulhado no recipiente preenchido com água coletada na fonte. A medida da temperatura é importante para inferência de sua profundidade e seu tempo de contato com a rocha. Segundo Leão (2003), as medidas registradas da temperatura refletem as condições hidrológicas, possibilitando a identificação da profundidade de circulação da água, de forma que:

- b) Água subterrânea com temperatura igual à média anual de temperatura da superfície é uma indicação de que pertence ao ciclo hídrico raso, com circulação limitada de 100 m a 200 m(raramente);
- c) Água com temperatura acima da média da temperatura superficial sugere que circula em profundidades consideráveis.

A determinação foi realizada “*in situ*”, introduzindo-se o eletrodo combinado de medição de pH, previamente calibrado em soluções tampões de pH conhecido (4 e 7), em um béquer preenchido com água do local de amostragem. Foi utilizado um pHmetro do tipo WTW 82362 Weilheim com precisão de 330 i.

Foram realizadas várias medidas, sendo os resultados mostrados na Tabela 3.2 e nos gráficos subseqüentes.

Parâmetros	Nascente	Fonte da Bica	Condomínio Costa Oeste	Cs. Próxima ao Condomínio	Cs. Próxima a Prefeitura
pH	4,47	4,40	6,82	6,67	5,56
Eh	+ 138	+ 146	+ 5	+ 19	+79
STD	457 mg/L	501 mg/L	1098 mg/L	1564 mg/L	419 mg/L
Sal	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0
Condutividade	0,50 ms/cm	0,50 ms/cm	1,10 ms/cm	1,56 ms/cm	0,42 ms/cm
Oxigênio dissolvido	3,3 mg/L	3,92 mg/L	4,4 mg/L	1,5 mg/L	2,1 mg/L
% de Oxigênio	44%	49%	56%	26%	25%

Tabela 3.2: Parâmetros físico-químicos medidos em campo

A temperatura varia em torno de 20°C a 29°C para as amostras de água da Nascente, de 20°C a 31°C para o local da Fonte da Bica e entorno de 27°C a 29°C para as águas coletadas próximas da fonte (Figura 3.1).

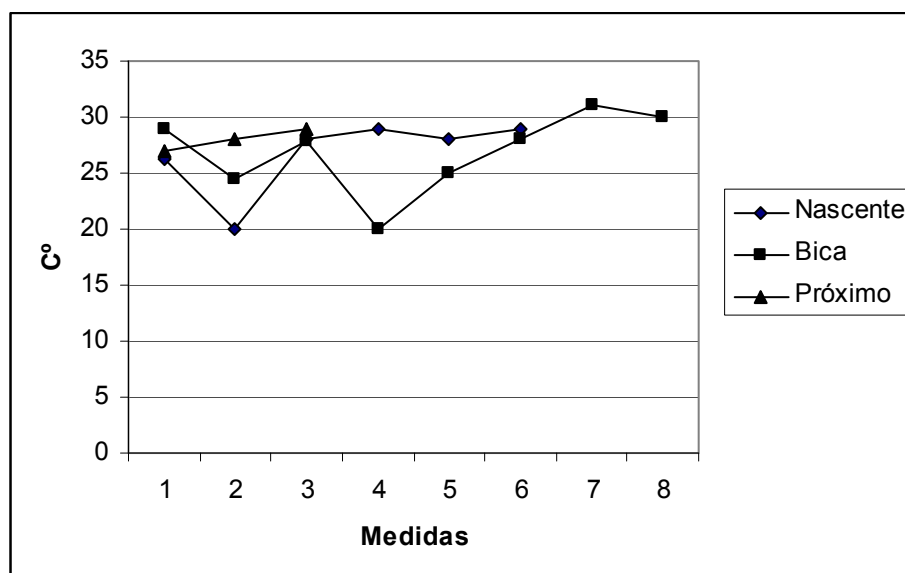


Figura 3.1: Variação dos valores medidos da temperatura da água da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

A Figura 3.2 mostra o comportamento do pH nas amostras da Nascente que é de 4,36 a 4,6; da água da Fonte da Bica é de 4,21 a 4,6 e para os locais próximos da Fonte é de 5,56 a 6,82 (Figura 3.2).

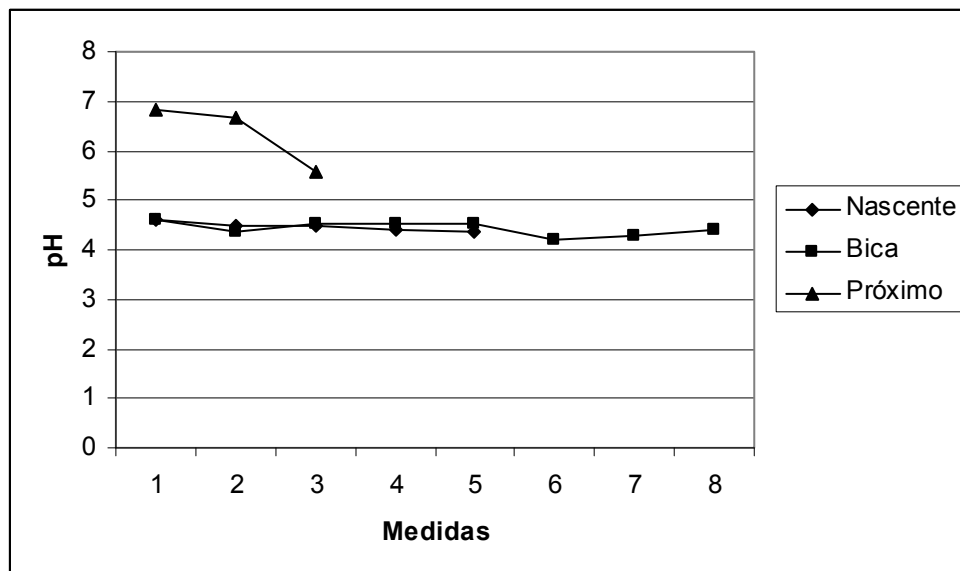


Figura 3.2: Variação dos valores de pH da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

As medidas do Eh foram feitas concomitantemente com as medidas do pH da amostra e tomadas de temperaturas.

Em relação ao Eh, varia em torno de 116 a 148 mv para o local da Nascente da Fonte, de 120 a 156 mv para as amostras de água da Fonte da Bica, e de 5 a 79 mv para as águas coletadas próximas da fonte (Figura 3.3). Portanto, o ambiente é oxidante.

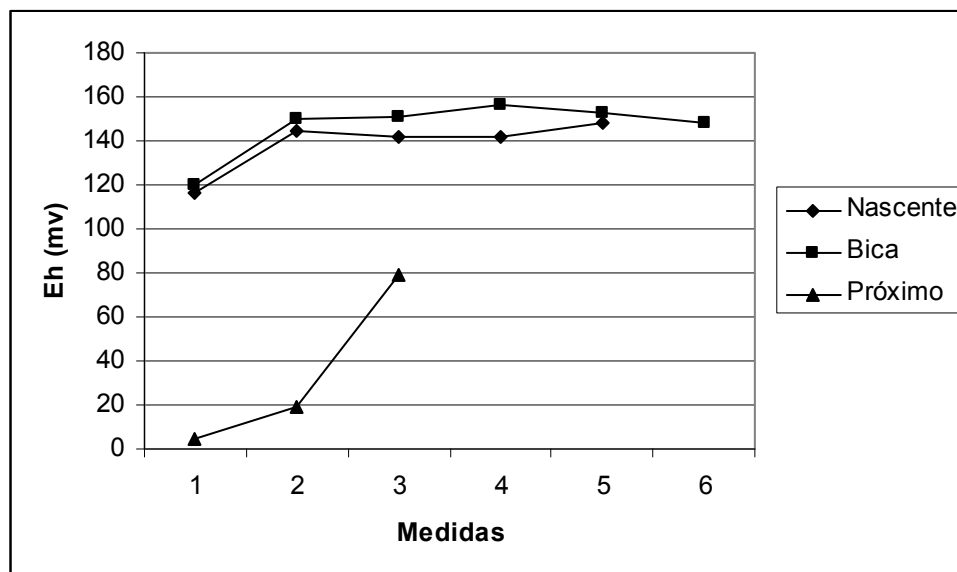


Figura 3.3: Variação dos valores de Eh da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

Os valores de condutividade elétrica variam em torno de 500 mv para as amostras de água do local da Nascente e da Fonte da Bica. A condutividade elétrica medida para as águas coletadas próximas da fonte atingem 420 mv a 1560 mv (Figura 3.4).

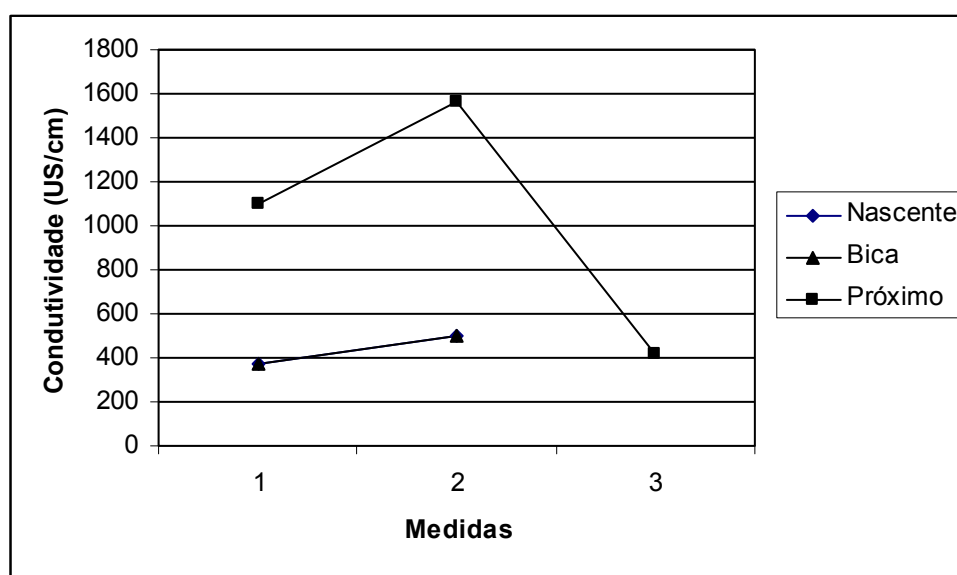


Figura 3.4 Variação dos valores da condutividade da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

O total de sólidos dissolvidos (STD) apresenta valor em torno de 457mg/L para o local da Nascente da Fonte, de 501mg/L para as amostras de água da Fonte da Bica, e atingem 419mg/L a 1564mg/L para as águas coletadas próximas da fonte (Figura 3.5).

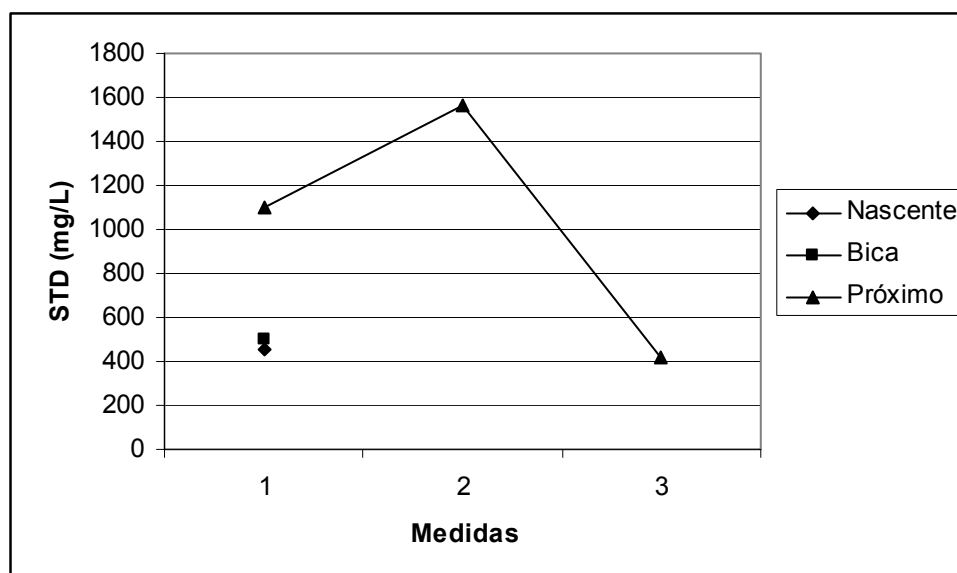


Figura 3.5: Variação dos valores do total de sólidos dissolvidos (STD), da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

As águas de Itaparica são águas caracterizadas como doces, ou seja, forma solução diluída cujo total do soluto não ultrapassa a 100 ppm. Tendo em vista que a Fonte da Bica de Itaparica está localizada em uma ilha e as nascentes situadas à cerca de 500 m da linha da praia, comparando-se quanto a contaminação da pluma de água doce pela água salgada.

O valor de oxigênio dissolvido (OD) varia em torno de 2,5mg/L a 3,8 mg/L para o local da Nascente da Fonte, de 2,0mg/L a 6,1mg/L para as amostras de água da Fonte da Bica, e de 1,5mg/L a 4,4mg/L para as águas coletadas próximas da fonte. (Figura 3.6)

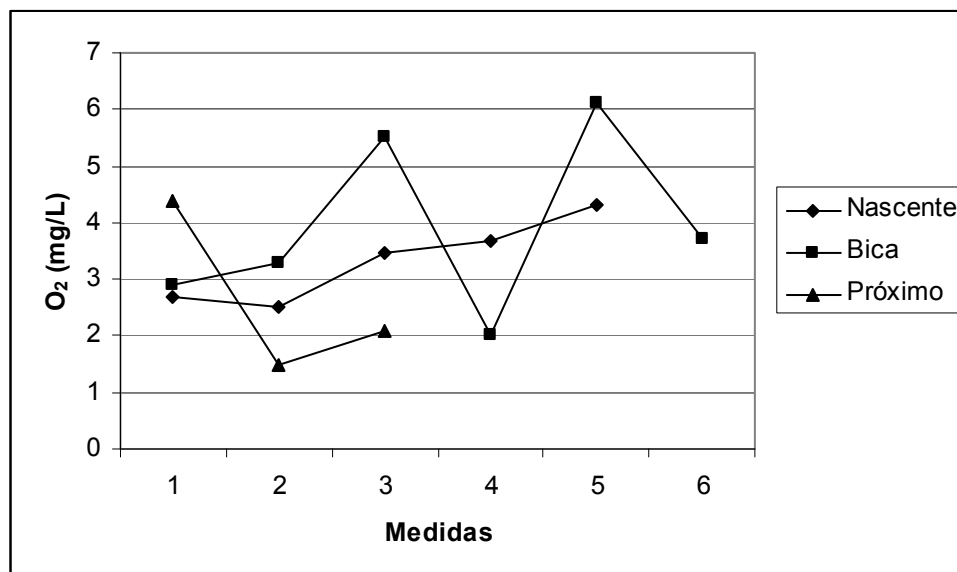


Figura 3.6: Variação dos valores de O<sub>2</sub> dissolvido (mg/L), da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

A alcalinidade em termos HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> apresenta valores em torno de 3,12 mg/L a 15mg/L para o local de Nascente da Fonte, de 1,51mg/L a 13mg/L para as amostras na Fonte da Bica, e de 48mg/L a 415mg/L para as águas coletadas próximas da fonte (Figura 3.7).

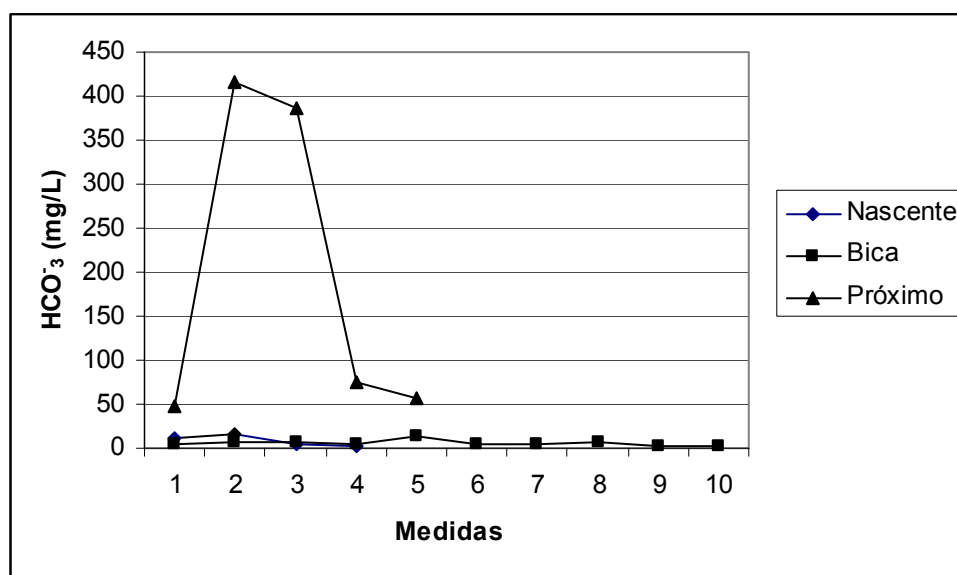


Figura 3.7: Variação dos valores de HCO<sub>3</sub> da Nascente, Fonte da Bica e próximo.

As águas da Nascente e da Fonte da Bica possuem valores de turbidez muito baixo <5FTU e as águas das fontes próximas possuem turbidez mais elevada, em torno de 10FTU, sendo a amostra da casa vizinha e a do condomínio apresentam números em torno de 20FTU.

### **3.2 - Classificação da Água Subterrânea de Itaparica**

Utilizou-se o diagrama Triangular de Piper(1945) para classificar o comportamento químico na Nascente, Fonte da Bica e das proximidades da fonte.

Foram executadas campanhas em 2006 e 2007, nas campanhas realizadas retirou-se a media ao longo destes dois anos , sendo analisado o seu comportamento químico, segundo o diagrama de Piper (Figuras 3.8 e 3.9), as águas da Nascente e Fonte da Bica podem ser classificadas como Cloretadas Sódicas. As águas da periferia da fonte são classificadas como Águas Cálcicas, Águas Mistas e Bicarbonatadas.

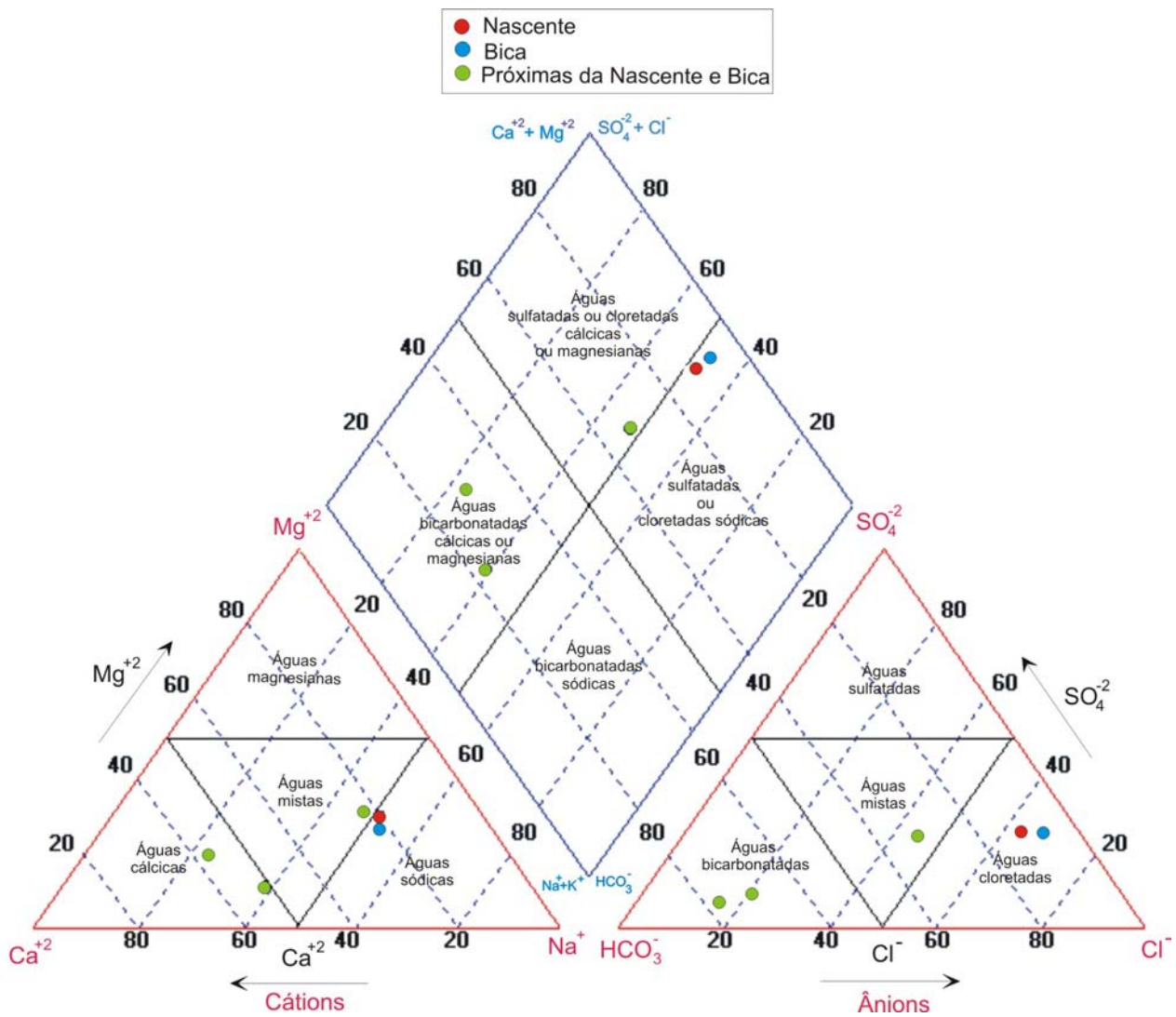


Figura 3.8: Diagrama de Piper das análises da Nascente, Fonte da Bica e próximas da fonte, dados de 2006.



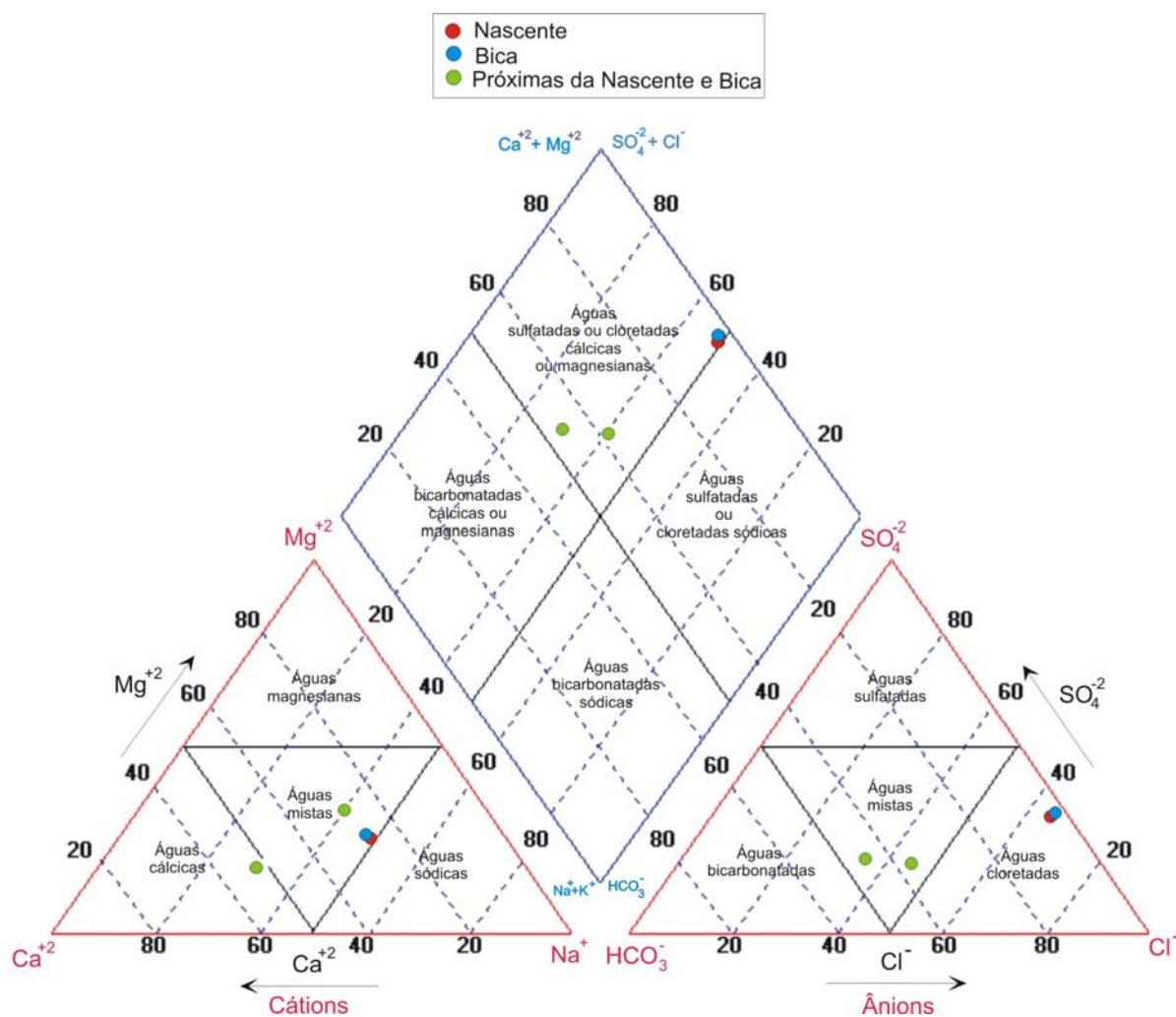


Figura 3.9: Diagrama de Piper das análises da Nascente, Fonte da Bica e próximas da fonte. dados de 2007.

Nas análises realizadas em 2007, foi constatada uma leve alteração na composição da água da Nascente e Fonte da Bica, permanecendo as mesmas composições para as encontradas nas proximidades.

O diagrama de Piper (figura 3.8 e 3.9) das águas de Itaparica mostram as composições dominantes em relação aos elementos Na/Cl com uma contribuição subordinada em  $\text{Ca}^{+2}$ , Mg e  $\text{SO}_4^-$ .

### 3.3 - Resultados Químicos

O digrama Na versus  $\text{Cl}^-$  (Figura 3.10), apresenta os pontos alinhados aproximadamente sobre uma reta de regressão de valor  $R^2=0,8$ ,  $r_{\text{Na}/r_{\text{Cl}}}$  semelhante a do mar (0,86). A comparação entre as análises das águas de Itaparica e as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho, mostra um fraco enriquecimento daquelas primeiras, caracterizando uma forte distinção da composição destas águas em relação a este elemento.

. A (Figura 3.10) diagrama  $\text{Na}/\text{Cl}^-$ , foram acrescentados os valores analíticos das águas de Dias D'Ávila e Simões Filho apud Araújo (2007).

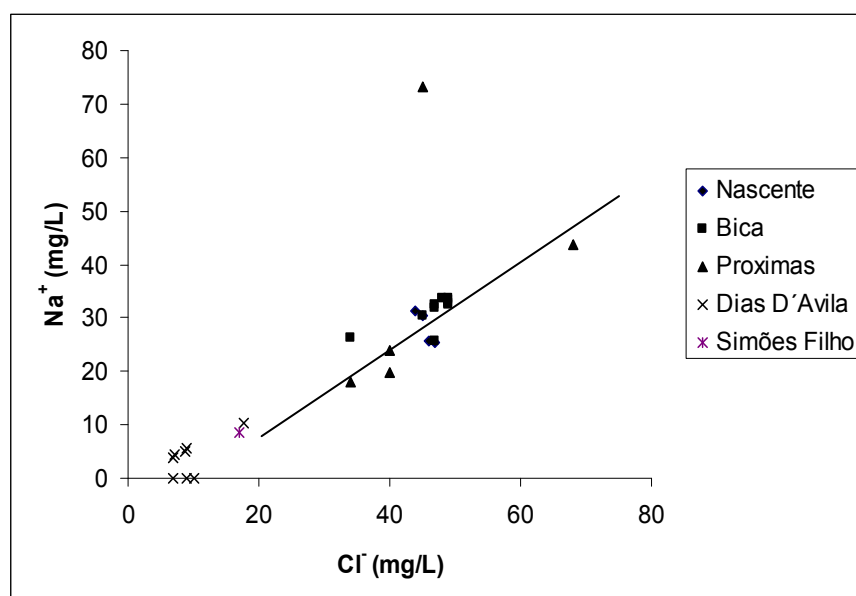


Figura 3.10: Diagrama Na versus  $\text{Cl}^-$  das amostras de água de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e Próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho. Reta do valor de  $\text{Na}/\text{Cl}^-$  nas águas do mar de Cidu *et al.* (2003).

A Figura 3.11 apresenta a relação dos valores obtidos de cloro ( $\text{Cl}^-$  mg/L) e sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$  mg/L). O diagrama apresenta também o alinhamento proposto por Cidu *et al.* (2005) da linha de mistura da água do mar e a linha de oxidação do sulfato. Em relação ao comportamento

do cloro ( $\text{Cl}^-$  mg/L) e do sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$  mg/L), ratifica o comportamento similar em relação a evolução do enriquecimento do nível do mar e a relação com o comportamento do  $\text{Na}^+$ . Por outro lado, observa-se também que as análises provenientes poços próximos a Nascente e Fonte da Bica, sobretudo o poço do Condomínio Costa Oeste, é mostrado os valores de maior oxidação do sulfato.

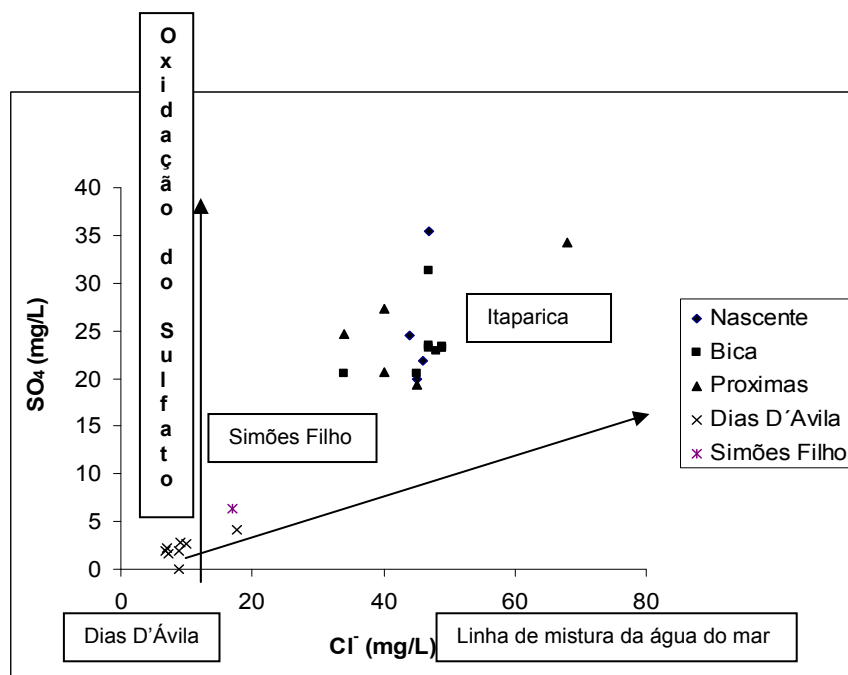


Figura 3.11: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{SO}_4$  em mg/L nos distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Ca}^{+2}$  das amostras de águas de Itaparica de Dias D'Ávila e Simões Filho (figura 3.12) apresenta a forte ausência do elemento  $\text{Ca}^{+2}$  para as duas ultimas, enquanto as águas de Itaparica apresentam-se mais enriquecidas, atingindo valores médios da ordem de 20mg/L.

Em relação às águas da Nascente e da Fonte da Bica, estas não apresentam conteúdos dispares entre si, no entanto as águas próximas são mais enriquecidas neste elemento.

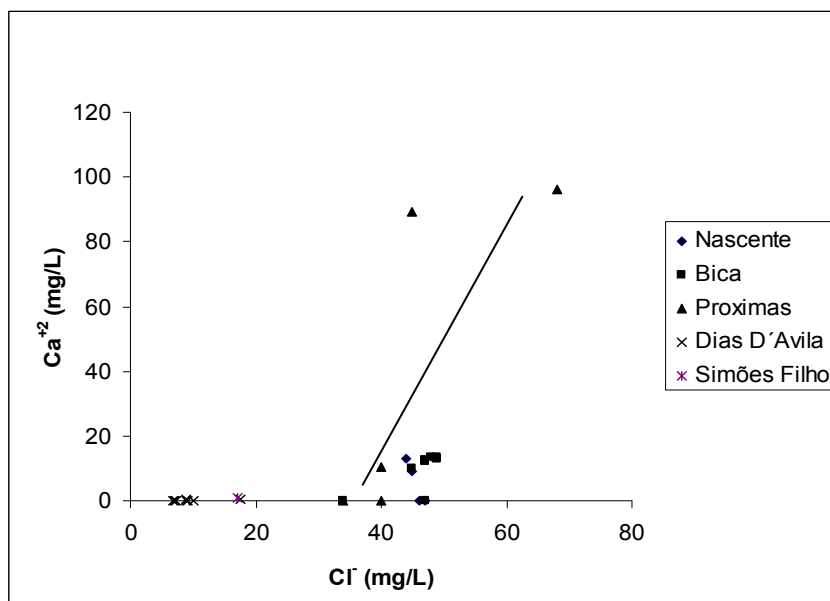


Figura3.12: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Ca}^{+2}$  em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximas), Dias D'Ávila e Simões Filho.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Mg}^{+2}$  das amostras de águas de Itaparica de Dias D'Ávila e Simões Filho (Figura 3.13) apresenta uma forte correlação linear entre estes dois elementos. As águas de Itaparica são nitidamente muito mais enriquecidas em  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Cl}^-$ , com teores médios acima de 8 ppm, enquanto as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho são bastante pobres em  $\text{Mg}^{+2}$ , com teores inferiores a 0,8 ppm.

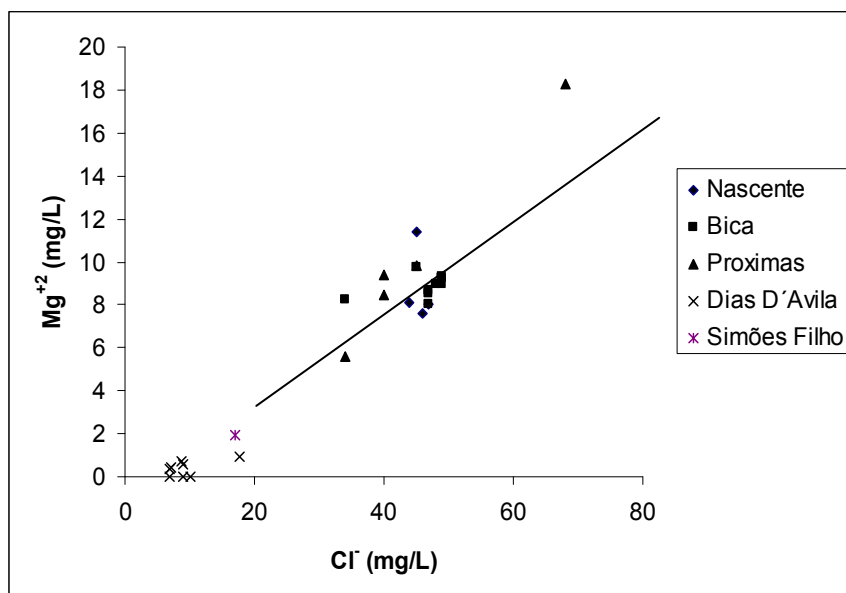


Figura 3.13: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Mg}$  em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Fe}$  das amostras de águas de Itaparica de Dias D'Ávila e Simões Filho (Figura 3.14), mostra que os valores deste metal para as águas de Itaparica, apresentam valores muito baixos, média inferior a 0,02 ppm.

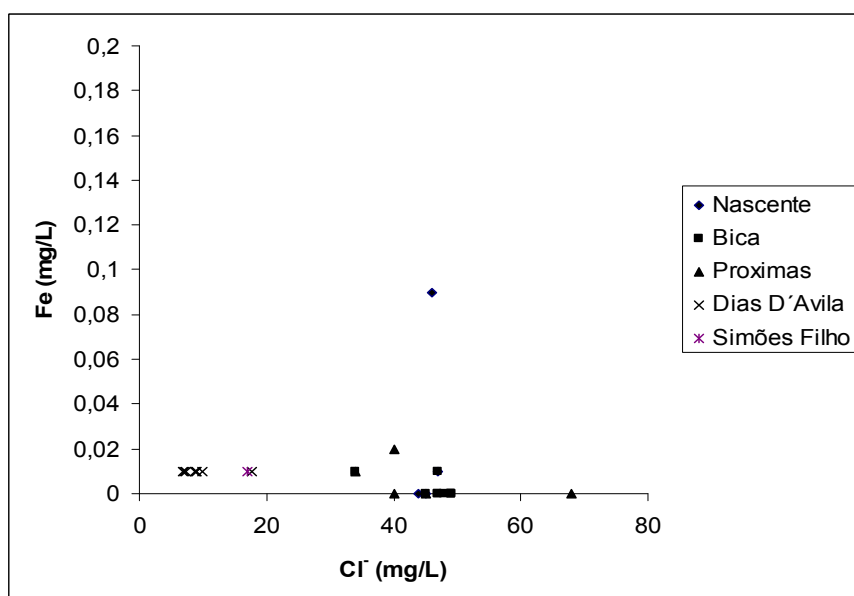


Figura 3.14: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Fe}$  em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus Mn das amostras de águas de Itaparica de Dias D'Ávila e Simões Filho (Figura 3.15), a figura mostra que os valores deste metal para as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho, apresentam valores muito baixos, média inferior a 0,2 ppm., entretanto as águas de Itaparica são mais fortemente enriquecidas neste metal, com valores acima de 0,15ppm, excetuando-se a amostra da residência próxima ao condomínio.

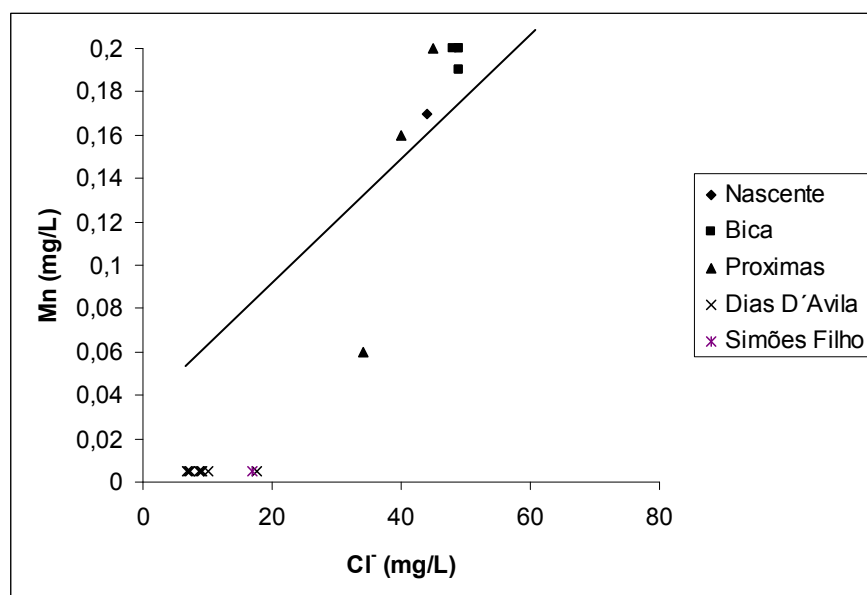


Figura 3.15: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus Mn em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{SO}_4$  das amostras de águas de Itaparica e de Dias D'Ávila e Simões Filho esta representada na (Figura 3.16). Os pontos analisados estão alinhados sobre uma reta de regressão de valor  $R \cong 0,8$ . As águas de Itaparica são nitidamente enriquecidas em sulfatos. Existe um intervalo que distância dá águas de Itaparica das outras aqui relacionadas, os valores máximos das águas de Dias D'Ávila e Simões

Filho são da ordem  $>7\text{mg/L}$  em sulfatos e as águas de Itaparica apresentam valores superiores a  $20\text{mg/L}$ .

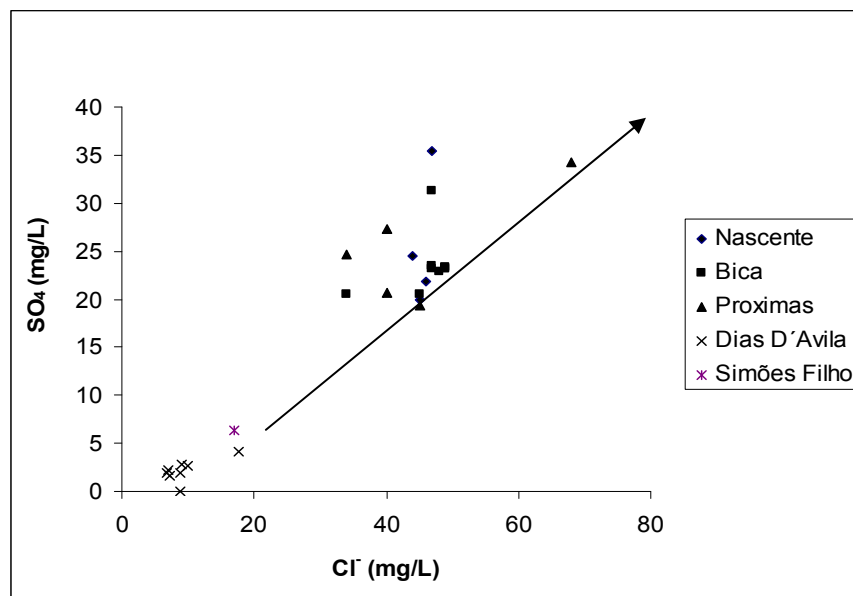


Figura 3.16: Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{SO}_4$  em  $\text{mg/L}$  nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

A concentração média de  $\text{SiO}_2$  nas águas de Itaparica é da ordem de  $13\text{mg/L}$ , é o dobro ao conteúdo das águas superficiais que atingem os números de  $6\text{mg/L}$  a  $7\text{mg/L}$ , Cidu *et al.* (2003). Este aumento de concentração, segundo os mesmos autores, estaria relacionado ao armazenamento da águas provenientes de zonas mais profundas, com mais temperaturas.

O diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\text{Al}$  das amostras de águas de Itaparica de Dias D'Ávila e Simões Filho são representados na (figura 3.17). Observa-se que existe uma correlação linear entre os pontos das amostras da Nascente e da Fonte da Bica, sendo que as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho são nitidamente menos rica em alumínio (Al). Os pontos

provenientes das análises das amostras próximas a água de Itaparica estão posicionados fora deste alinhamento, com valores de Al comparáveis as águas de D'Ávila e Simões Filho.

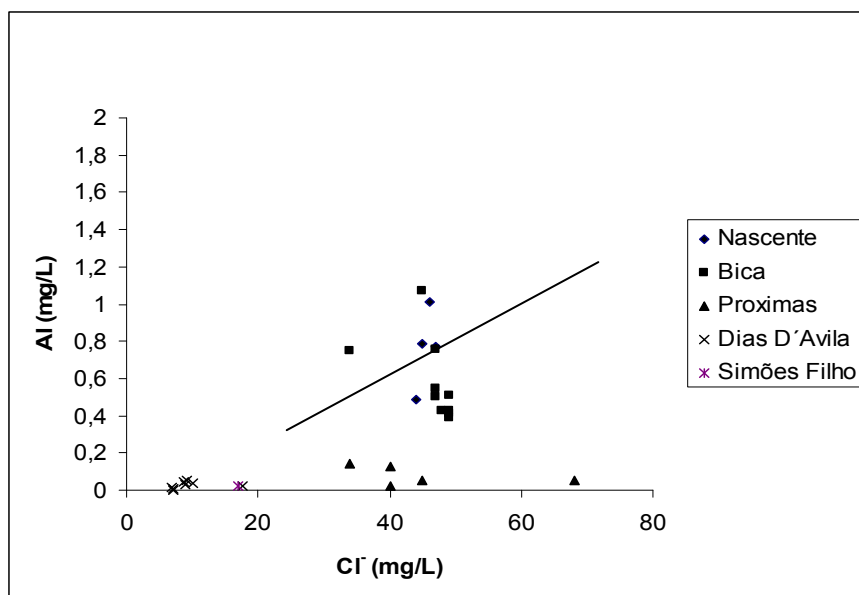


Figura 3.17: Diagrama Cl<sup>-</sup> versus Al em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

Existe uma correlação entre o comportamento geoquímico dos elementos alumínio (Al), estrôncio (Sr) e bário (Ba<sup>+</sup>), segundo Faure (1998). Diagramas do estrôncio (Sr) *versus* alumínio (Al) e bário (Ba<sup>+</sup>) *versus* alumínio (Al), foram construídos para verificar o comportamento desses elementos nas águas de Itaparica em comparação com as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho (Figuras 3.18 e 3.19), respectivamente. Em geral, observa-se que as águas da Nascente e da Fonte da Bica possuem uma correlação positiva com as águas de Dias D'Ávila e Simões Filho, e as águas próximas a Fonte, da mesma forma que o alumínio (Al), está fora deste alinhamento, traduzindo uma tendência de mistura.



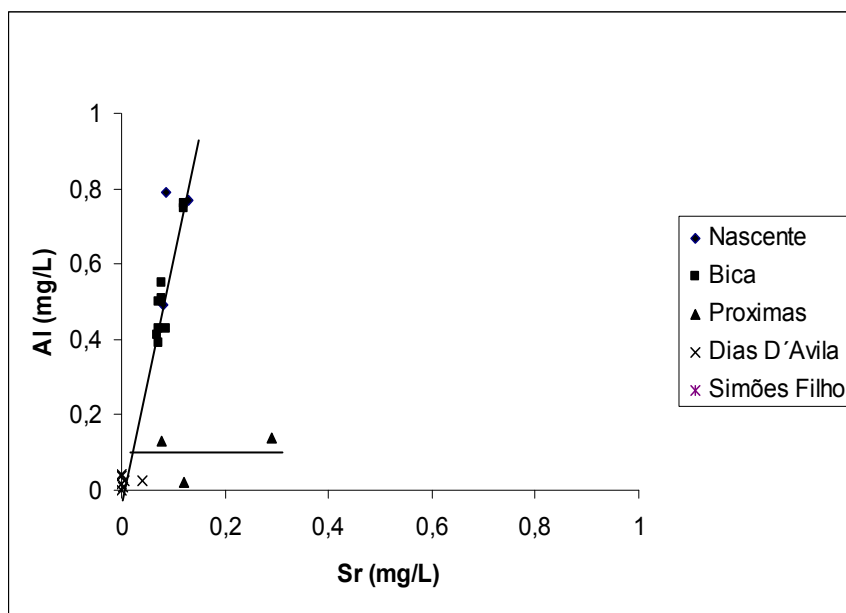


Figura 3.18: Diagrama Sr versus Al em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

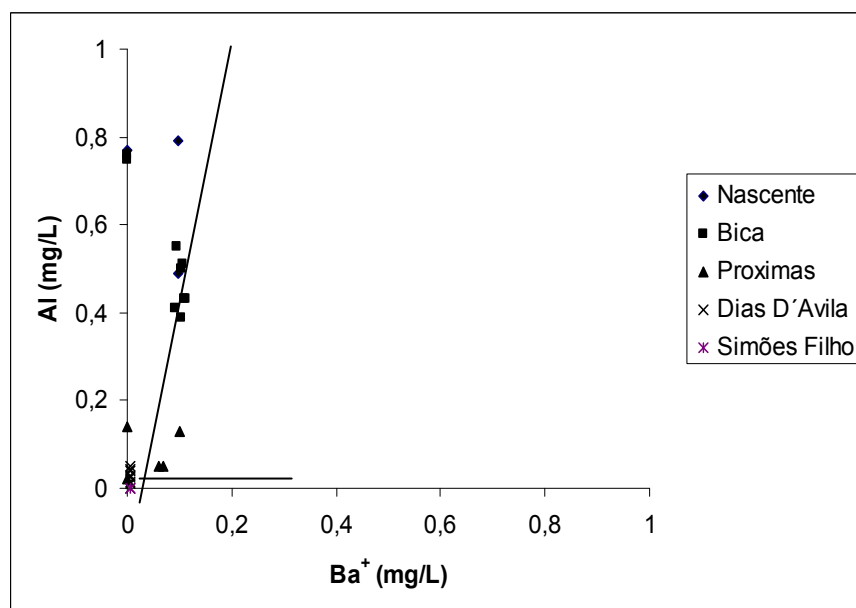


Figura 3.19: Diagrama Ba<sup>+</sup> versus Al em mg/L nos Distritos de Itaparica (Nascente, Fonte da Bica e próximo), Dias D'Ávila e Simões Filho.

Aplicando-se os geotermômetros de Anorsson *et al.* (1983), os resultados obtidos nas análises químicas das águas de Itaparica, obtiveram-se para SiO<sub>2</sub> são apresentados na (Tabela 3.3) e para os valores de Na/K na (Tabela 3.4).

<b>SiO<sub>2</sub></b>			<b>LogSiO<sub>2</sub></b>		<b>Temp.</b>
Ppm					
<b>12,6</b>	1112	4,91	1,1004	273,1	4,78
<b>15,8</b>	1112	4,91	1,1987	273,1	4,79
<b>11,3</b>	1112	4,91	1,0531	273,1	4,77
<b>12</b>	1112	4,91	1,0792	273,1	4,78
<b>25,9</b>	1112	4,91	1,4133	273,1	4,81
<b>30,6</b>	1112	4,91	1,4857	273,1	4,82
<b>40,2</b>	1112	4,91	1,6042	273,1	4,83
<b>40,4</b>	1112	4,91	1,6064	273,1	4,83
<b>37,2</b>	1112	4,91	1,5705	273,1	4,82
<b>32,3</b>	1112	4,91	1,5092	273,1	4,82
<b>4,4</b>	1112	4,91	0,6444	273,1	4,73

Tabela 3.3: Cálculo da temperatura a partir da concentração de SiO<sub>2</sub> nas amostras da Nascente de Itaparica.

<b>K(ppm)</b>	<b>NA(ppm)</b>			<b>logNa/K</b>		<b>T</b>
<b>30,3</b>	<b>3,04</b>	933	0,933	-0,999	273,15	7,26
<b>29,7</b>	<b>5,29</b>	933	0,933	-0,749	273,15	7,26
<b>30,3</b>	<b>4,92</b>	933	0,933	-0,789	273,15	7,26
<b>29</b>	<b>5,18</b>	933	0,933	-0,748	273,15	7,26
<b>23,8</b>	<b>2,87</b>	933	0,933	-0,919	273,15	7,26
<b>23,9</b>	<b>3,6</b>	933	0,933	-0,822	273,15	7,26
<b>43,8</b>	<b>2,65</b>	933	0,933	-1,218	273,15	7,26
<b>42,9</b>	<b>2,72</b>	933	0,933	-1,198	273,15	7,26
<b>73,3</b>	<b>4,94</b>	933	0,933	-1,171	273,15	7,26
<b>70,2</b>	<b>5,57</b>	933	0,933	-1,1	273,15	7,26
<b>7,0</b>	<b>36,0</b>	933	0,933	0,7111	273,15	7,28

Tabela 3.4: Cálculo da temperatura a partir da concentração de Na/K nas amostras da Nascente de Itaparica.

A (Figura 3.20), apresenta os valores analisados de nitratos em amostras de águas, sendo amostras da Nascente, da Fonte da Bica e análises de águas próximas.

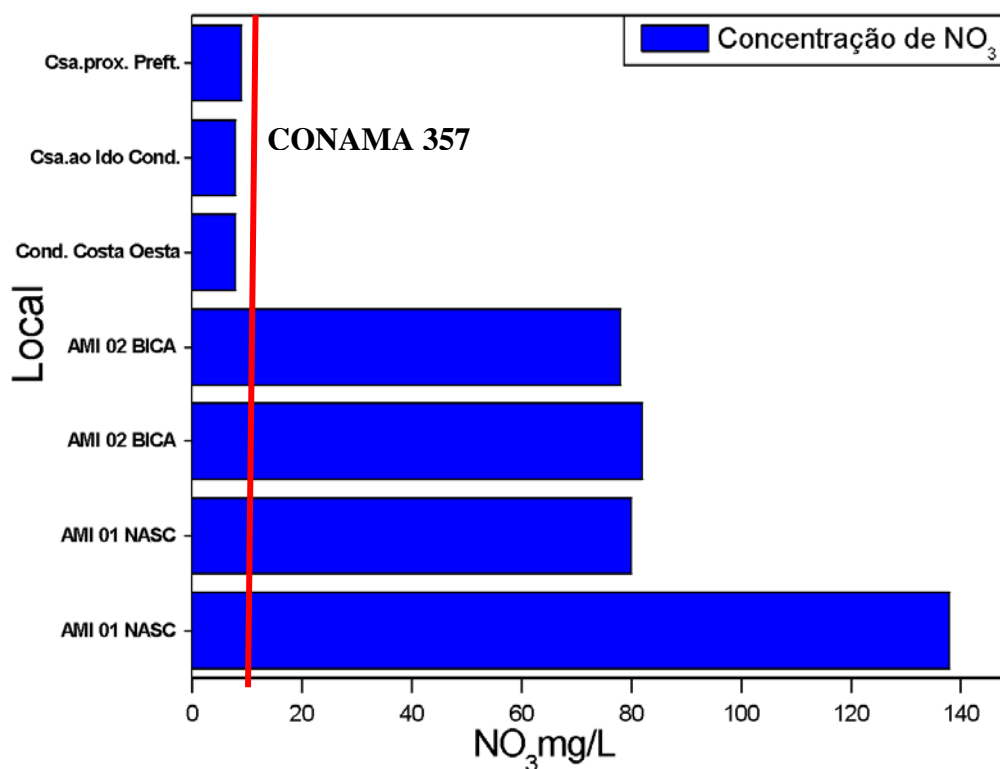


Figura 3.20: Concentração de NO<sub>3</sub>mg/L na Nascente, Fonte da Bica e próximo.

A Figura 3.20, apresenta o histograma dos teores analisado nas águas de Itaparica. Como parâmetro de comparação lançou-se a linha limite da Resolução Conama 357 para os nitratos. Observa-se que as águas coletadas próximas a Fonte da Bica apresentam teores normais, inferiores ao limite do padrão Conama 357 em que o limite é 10 mg/L

Entretanto, as águas da Nascente e da Fonte da Bica apresentam valores em NO<sub>3</sub> superiores a Resolução Conama 357, chegando a atingir teores da ordem de 140 mg/L, indicando forte contaminação proveniente da ocupação antrópica nas zonas de recarga da fonte, podendo ser prejudicial à saúde humana.

### 3.4 - Resultados Biológicos

Foram amostradas e analisadas amostras de água para o conteúdo biológico. Foram coletadas amostras da Nascente, da Fonte da Bica, e das fontes próximas. A amostragem foi efetuada em campanha individualizada, acondicionada em vasilhame especial, devidamente descontaminado, fornecido pelo laboratório de análises. As amostras foram enviadas em tempo inferior a 5 horas após a coleta ao Laboratório LABDEA, da Escola Politécnica da UFBA, Carvalho *et al.* (2007).

A metodologia utilizada foi o conjunto de filtração para membrana filtrante. Nas análises dos coliformes termotolerantes e totais foram empregados a decomposição e esterilização de meios e vidrarias a autoclave. Na esterilização a temperatura foi de 121<sup>0</sup>C durante 15 minutos e na descontaminação a temperatura foi de 121<sup>0</sup>C durante 30 minutos.

Para serem realizados os estudos de coliformes termotolerantes foram utilizados estufa de cultura (incubação), modelo que trabalha com a temperatura a 44,5<sup>0</sup>C  $\pm$  0,2<sup>0</sup> durante vinte quatro horas.

Foi utilizado uma estufa de cultura(incubação), nos estudos de coliformes totais, que trabalha com a temperatura a 35<sup>0</sup>C  $\pm$  0,5<sup>0</sup>C durante vinte quatro horas.

Após estes processos foi feito a contagem das colônias com lupa. Estas amostras foram armazenadas em geladeira com temperatura entre 4<sup>0</sup>C e 10<sup>0</sup>C. Os resultados analíticos estão apresentados nas (Tabelas 3.5; 3.6; 3.7; 3.8 e 3.9).

## - Amostra Nascente

Data	Coleta	Ensaio	Resultado	Unidade	Método
Abr/07	1º	Coliformes Termotolerantes	24	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	1º	Coliformes Totais	40	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	2º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	2º	Coliformes Totais	700	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	1º	Coliformes Totais	180	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	2º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	2º	Coliformes Totais	3	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Totais	200	UFC/100mL	SM 9222 D

Tabela 3.5: Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da Nascente.

Legenda: Unidade formadora de colônia

SM: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005

LDM: Limite de Detecção do Método

## - Amostra Fonte da Bica

Data	Coleta	Ensaio	Resultado	Unidade	Método
Abr/07	1º	Coliformes Termotolerantes	120	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	1º	Coliformes Totais	190	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	2º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	2º	Coliformes Totais	180	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	1º	Coliformes Totais	2	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	2º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Mai/07	2º	Coliformes Totais	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Totais	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	2º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	2º	Coliformes Totais	<01	UFC/100mL	SM 9222 D

Tabela 3.6: Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da Fonte da Bica.

Legenda: Unidade formadora de colônia

SM: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005

LDM: Limite de Detecção do Método

## Próximas

## - Amostra Condomínio Costa Oeste

Data	Coleta	Ensaio	Resultado	Unidade	Método
Abr/07	1º	Coliformes Termotolerantes	40	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	1º	Coliformes Totais	110	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Termotolerantes	55	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Totais	1870	UFC/100mL	SM 9222 D

Tabela 3.7: Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais do Condomínio Costa Oeste.

Legenda: Unidade formadora de colônia

SM: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005

LDM: Limite de Detecção do Método

## - Amostra Residência ao lado do Condomínio Costa Oeste

Data	Coleta	Ensaio	Resultado	Unidade	Método
Abr/07	1º	Coliformes Termotolerantes	90	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	1º	Coliformes Totais	400	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Termotolerantes	1560	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Totais	1950	UFC/100mL	SM 9222 D

Tabela 3.8: Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da residência ao lado do Condomínio Costa Oeste.

Legenda: Unidade formadora de colônia

SM: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005

LDM: Limite de Detecção do Método

## - Amostra Residência próxima a Prefeitura

Data	Coleta	Ensaio	Resultado	Unidade	Método
Abr/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Abr/07	1º	Coliformes Totais	20	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Termotolerantes	<01	UFC/100mL	SM 9222 D
Nov/07	1º	Coliformes Totais	1430	UFC/100mL	SM 9222 D

Tabela 3.9: Ensaio de Coliformes Termotolerantes e Totais da residência próxima a Prefeitura.

Legenda: Unidade formadora de colônia

SM: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005

LDM: Limite de Detecção do Método

Em relação ao conteúdo de coliformes termotolerantes e totais das análises das águas minerais de Itaparica, cabe ressaltar a critério de comparação, que as amostras foram coletadas em fontes tipo cisterna/poço, construída a cerca de 150 m da fonte de água mineral, em um condomínio vertical de apartamentos, em casa próxima a nascente e em um ponto afastado da mesma.

Observa-se em relação aos coliformes que a água da Nascente mineral apresentam coliformes termotolerantes da ordem de <0,1 a 24 UFC/100mL e entre 40 a 700 UFC/100mL de coliformes totais; da Fonte da Bica, contêm coliformes termotolerantes da ordem de <0,1 a 120 UFC/100mL e entre < 0,1 a 190 UFC/100mL de coliformes totais . Para as cisternas/poços o conteúdo de coliformes termotolerantes é da ordem de <0,1 a 1560 UFC/100mL e entre 20 a 1950 UFC/100mL de coliformes totais.

### **3.5 - Resultados Isotópicos**

Amostras de água da Nascente, da Fonte da Bica e próximas foram coletadas e armazenadas em frasco âmbar, com o objetivo especial para análises de isótopos estáveis do  $\delta^{18}\text{O}$  e do hidrogênio  $\delta\text{D}$ .

As amostras foram analisadas no Laboratório de (LFNA) Física Nuclear Aplicada da Universidade Federal da Bahia.

O método de coleta e estocagem para as amostras seguiu a partir das instruções da IAEA (IAEA Guidelines/ Manual for Operation of Isotope Hydrology Laboratory)

Nas amostragem foi utilizado frascos de vidro âmbar com batoques de plástico, com volume de 100ml, a quantidade de amostras foram de 18 coletas.

Os resultados analíticos estão expressos na Tabela 3.10:

	2006	2007
Amostras	$\delta D$	$\delta D$
AMI 01 Nascente	-2,2	-0,2
AMI 01 Nascente	0,0	0,1
AMI 01 Nascente	-0,3	-1,3
AMI 01 Nascente	0,0	-0,6
AMI 02 Fonte da Bica	-0,2	-1,8
AMI 02 Fonte da Bica	-1,0	-1,2
AMI 02 Fonte da Bica	-1,4	-1,1
AMI 02 Fonte da Bica	-1,3	0,0
AMI 02 Fonte da Bica	0,0	-0,4
AMI 02 Fonte da Bica	2,7	-0,2
AMI 02 Fonte da Bica	0,1	0,4
AMI 02 Fonte da Bica	-1,3	-0,7
AMI 02 Fonte da Bica	-0,7	-0,5
AMI 02 Fonte da Bica	0,8	-1,7
AMI 02 Fonte da Bica	-1,8	-1,9
FCI 01 Cond	-	-2
FCI 02 Csa ao ldo Cond.	-	0,4
FCI 03 Csa prox Pref.	-	-2,8

Tabela 3.10: Tabela de  $\delta D$  da Nascente, Fonte da Bica e próximas nos anos de 2006 e 2007.

A partir dos resultados obtidos, expressos na tabela 3.10, dos valores calculados através da equação de Craig (1961) e dos valores analíticos de  $Cl^-$ , expressos na tabela 3.10, foram construídos os diagramas  $\delta D$  versus  $Cl^-$ ,  $\delta^{18}O$  versus  $Cl^-$  (Figuras 3.21 e 3.22), respectivamente.



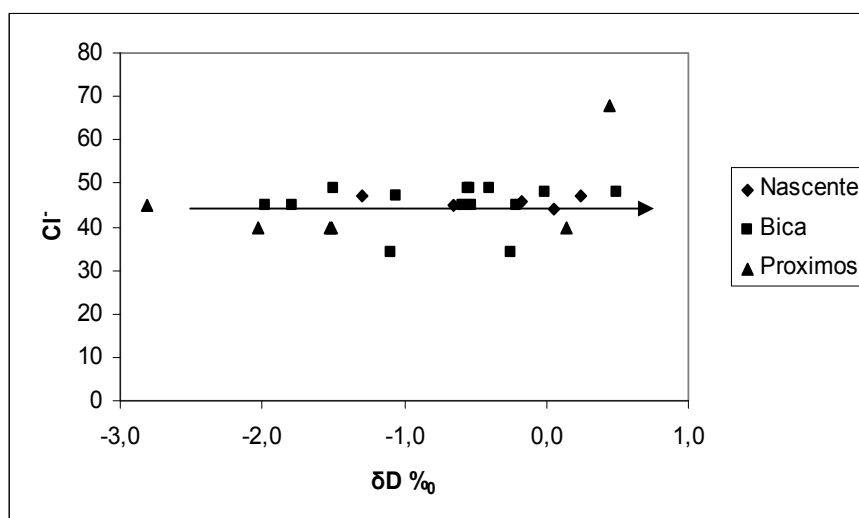


Figura 3.21: Diagrama Cl<sup>-</sup> versus δD da Nascente, Bica e próximos.

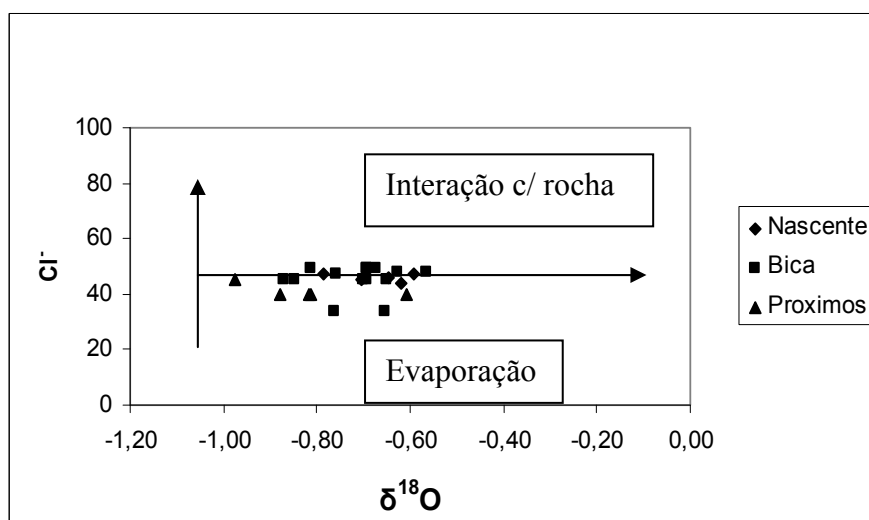


Figura 3.22: Diagrama Cl<sup>-</sup> versus δ<sup>18</sup>O da Nascente, Bica e próximos.

As águas de Itaparica são águas caracterizadas como doces, ou seja, forma solução diluída cujo total do soluto não ultrapassa a 100 ppm. Tendo em vista que a Fonte da Bica de Itaparica está localizada em uma ilha e a nascentes situadas à cerca de 500 m da linha da praia, é necessário fazer comparações quanto a contaminação da pluma de água doce pela água salgada.

A relação dos teores de  $\text{Cl}^-$  e dos isótopos de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta\text{D}$  podem ser utilizadas para se estabelecer o grau de interação ou de evaporação das águas que os contém, como foi discutido por Carvalho *et al.* (2005). Os diagramas das águas de Itaparica (Figuras 3.21 e 3.22), demonstram que o fenômeno principal das águas de Itaparica é a evaporação e que a interação com as rochas na sua variação vertical é bastante reduzida.

O diagrama que relaciona os isótopos de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta\text{D}$  está representado na Figura 3.23. Observa-se que os valores obtidos das águas de Itaparica estão alinhados sobre a reta das águas meteóricas, pontilhadas próximos ao sítio do SMOW.

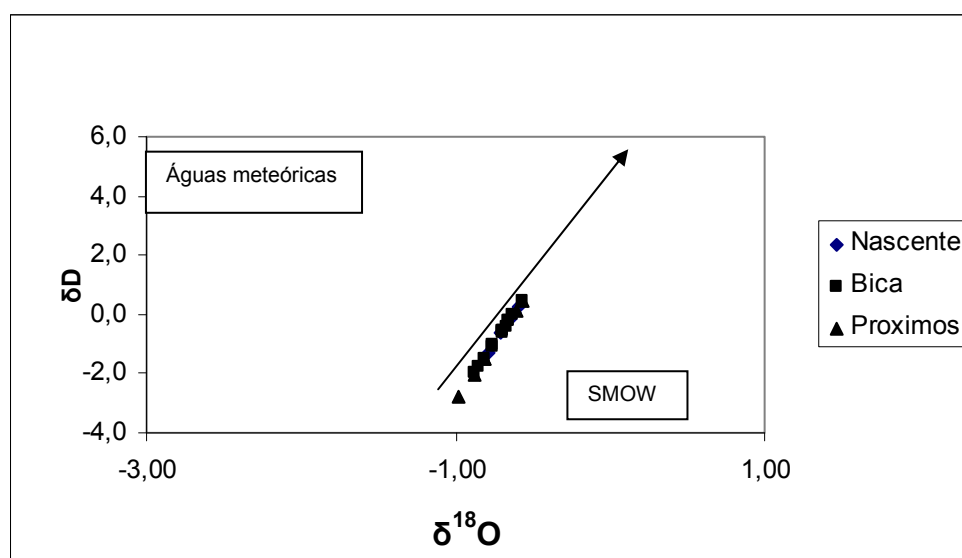


Figura 3.23: Diagrama  $\delta\text{D}$  versus  $\delta^{18}\text{O}$  da Nascente, Bica e próximos.

### 3.6 - Contaminação pela Água do Mar

A (figura 3.24) apresenta o diagrama copilado de Faure (1998), onde estão lançadas as tendências das curvas de diversos cátions e ânions versus a distância da linha da costa.

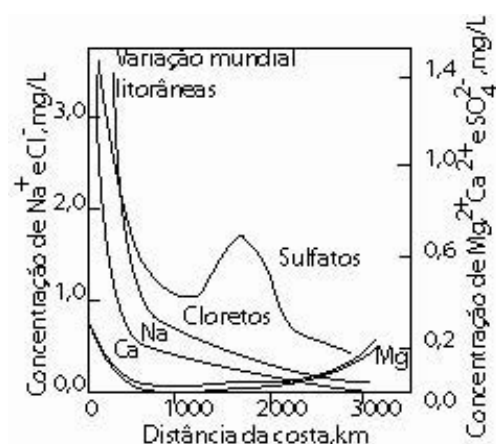


Figura 3.24: Diagrama de tendência de cátions e ânions versus a linha da costa, Faure (1998).

Em comparação com a variação das águas do mar constata-se as águas de Itaparica são da ordem de 3 vezes superior aos teores das águas oceânica, quando comparadas com os dados de Faure(1998)

Um fato marcante é o aumento em relação ao Mg, onde as águas de Itaparica chegam a atingir a marca e enriquecimento altamente superior a quantidade marinha.

A razão  $rCa/rMg$  na maioria das amostras é superior a unidade, assim como a água do mar. Isto sugere uma provável influência do mar nas épocas de estiagem. Nos pontos de amostragem da casa vizinha e da prefeitura a razão  $rCa/rMg$  é bastante elevada, chegando a números em torno de 5, indicando forte contaminação.

#### 4 - DISCUSSÕES

*"A água é o constituinte mais característico da Terra. Ingrediente essencial da vida, a água é talvez o recurso mais precioso que a terra fornece à humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os seres humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais e salvaguardar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos terrestres." J.W.Maurits la Rivière, Ph.D. em Microbiologia, Delft University of Technology, Holanda).*

No decorrer desta pesquisa foi possível caracterizar a água de Itaparica, os resultados das diversas análises efetuadas permitiram interpretar as seguintes características:

Quanto à cor, odor e sabor das águas de Itaparica, tanto na Nascente, como na Fonte da Bica as águas são incolores, apenas as águas das fontes próximas apresentam ligeiras tonalidades que podem ser atribuídas ao sistema de armazenamento, em cacimbas, mesmo que hermeticamente lacradas, possuem a contaminação propiciada pelas paredes da construção do reservatório. Quanto ao sabor levemente amargo pode ser atribuída a presença de  $\text{CO}_3$ , segundo Carvalho (1995).

As temperaturas medidas das águas de Itaparica estão próximas a temperatura ambiente. Quando os valores calculados a partir do teor em sílica ( $4,9^\circ\text{C}$  e  $7,2^\circ\text{C}$ ) e da relação do Na/K, na concentração existente, o que sugere que as temperaturas medidas não são função do conteúdo dos metais provenientes das interações das águas nas áreas mais profundas do aquífero, mas sim da influência direta da temperatura ambiente,

próximo a média anual da superfície, indicando um ciclo raso, inferior a 100m, como sugere Leão (2003); Custodio & Llamas (1983).

Os resultados dos valores de pH e do Eh mostram que as águas da Nascente e da Fonte da Bica são mais ácidas em comparação as águas próximas. De uma forma geral o pH e o Eh são controladas pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes, o pH também é função do  $\text{CO}_3$  e da alcalinidade da água, Carvalho (1995), a diferença entre o pH e o Eh da água de Itaparica e das fontes próximas pode ser atribuída a diferentes concentrações do  $\text{CO}_3$ , entre os locais de coleta. Por outro lado, como sugeriu Aguiar *et al.* (2006), o pH mais baixo também sugere uma contribuição mais rápida pelas chuvas na alimentação do aquífero. Estas observações são ratificadas pelas alcalinidades medidas.

A condutividade elétrica, traduz os números do STD, as concentrações de íons e de argila nas águas da nascente e da Fonte da Bica são sempre inferiores a das águas próximas, caracterizando, de certa maneira, a tendência a super filtração impostas a estas águas, durante a percolação no seio do aquífero portador.

A presença de oxigênio dissolvido nas águas da Nascente e da Fonte da Bica traduz o baixo teor em organismos vivos nestas águas, em comparação com as fontes próximas.

As águas da Nascente e da Fonte da Bica são classificadas como Cloretadas sódicas e as águas das fontes próximas são classificadas como bicarbonatadas sódicas e mistas, o que esta relacionado diretamente com

o pH mais básico medidos nas águas das fontes próximas além do teor de  $\text{CO}_3$ , que está presente nas águas da Nascente e da Fonte da Bica. Em sínteses a diferença da classificação das águas em cloretadas sódicas para as águas da Nascente e Fonte da Bica e bicarbonatadas para as águas periféricas é função direta com a maior basicidade do meio, como foi explicado por Nascimento & Barbosa (2005) e Nascimento et al. (no prelo).

Os teores de F nas águas são baixos, inferiores ao limite de detecção do aparelho. Quanto à presença dos elementos Al, Na, Ca, K, Fe, Mn, Sr e Ba podem ser explicadas pela dissolução das argila que constituem a Formação Barreiras.

A Formação Barreiras é subdividida em quatro níveis: o nível inferior, nível intermediário “A”, nível intermediário “B” e nível superior, Pinheiro (2000). O nível inferior é constituído de areia muito fina com grande quantidade de sedimentos argilosos, de coloração marrom clara e poucos vestígios de laterização evidentes na porção superior. Sobreposto a este, encontra-se o nível intermediário “A” constituído de areia muito fina, lamosa, apresentando aspecto mosqueado, e uma intensa laterização. Nesse nível a condutividade hidráulica é muito baixa, e devido ao alto teor de ferro tem comprometido a qualidade da água dos poços que entram em contato com o mesmo.

O nível intermediário B é composto de areia fina variegada de coloração cinza clara amarelada. O nível superior apresenta as mesmas características do nível intermediário B, mas intensamente laterizado, o

que lhe confere uma cor avermelhada. Nessas camadas, a granulometria proporciona uma condutividade hidráulica mais favorável, porém, devido ao teor de ferro, pode causar o problema da “capa rosa”, uma fina lâmina avermelhada que flutua sobre a água do reservatório (Figura 2.6), explicando desta forma o conteúdo de Fe é baixo e Mn é alto nas águas estudadas.

Na interface destes últimos níveis é que se encontra a Nascente da Fonte da Bica.

O conteúdo de  $\text{Cl}^-$  pode ser explicado pelo alto movimento das águas no aquífero, a proximidade pelo mar e alimentação unicamente por águas meteóricas. Este ciclo intermitente causa o aumento gradativo dos teores destes elementos nas águas das zonas de alimentação para a zona de fluxo, como explica (Feitosa & Manoel Filho, 1997).

Em relação ao  $\text{NO}_3^-$ , foi constatado valor elevado na Nascente e Fonte da Bica, que ao ser comparado a Resolução CONAMA 357 é definido prejudicial a saúde humana.

Em comparação com a composição da água do mar, os teores de Mg mostram que existe um início de contaminação, sobretudo nos locais de amostragens do Condomínio Costa Oeste. Devido a proximidade deste poço com a linha de praia, o bombeamento intermitente das águas acumuladas, sem tempo suficiente para uma recarga normal e recomposição do cone de depressão do aquífero, começa a se perceber o aumento da concentração de certos elementos, como o Mg, e a relação  $r\text{Ca}/r\text{Mg}$  e  $r\text{Na}/r\text{Mg}$  se posicionarem nos limites da concentração das

águas do mar, Faure (1998). Existe uma provável e preocupante invasão da pluma de água salgada sobre o aquífero de água doce.

Em comparação com as águas de Dias D'Ávila, os conteúdos dos elementos Na, Ca, Mn, Al, Si, Fe, Sr, Ba, Mg, K tem concentrações superiores nas águas de Itaparica, mais uma vez explicado pelo intenso e raso recarregamento do aquífero pelas águas superficiais.

Os isótopos de oxigênio e hidrogênio mostram que as águas de Itaparica se alinham seguindo o trend das águas meteóricas, e apresentam concentrações iguais as águas superficiais SNOW.

Segundo o Código de Águas (ANEXO), uma água pode ser considerada mineral através de sua composição química, quando for encontrada predominante a presença de um determinado elemento ou substância (§ 1º do artigo 35); e ao possuir comprovada ação medicamentosa (§ 2º do art. 1º).

Em relação aos coliformes totais, a água de Itaparica muda sua atual classificação, passando agora a ser relacionada às águas de Classe 2, por existência de coliformes termotolerantes e totais.

As continuidades dos estudos atualmente engendrados, mostrarão se que as águas de Itaparica ainda permanecerão na classificação de águas Minerais, devido exclusivamente as temperaturas medidas, que a classifica como água termal, no entanto as características aqui apresentadas e discutidas direcionam para outra interpretação.

Quanto às águas dos poços e fontes adjacentes, deverão sofrer tratamento convencional para consumo humano.



## 5 - CONCLUSÕES

A ilha de Itaparica, principal acidente geográfico da Bahia de Todos os Santos, possui uma característica peculiar de ser praticamente desprovido de importantes cursos d'água, rios ou riachos, apesar do balanço hídrico ser anualmente positivo e a taxa de armazenamento de água subterrânea apresentar sempre números de armazenamento superiores ao de evapotranspiração.

O substrato rochoso é constituído por sedimentos areno-argilosos, que é encimado pela muito porosa Formação Barreiras, e esta, por sua vez, sobre os folhelhos finos, impermeáveis da Formação Ilhas, em discordância basal.

Esta peculiar situação geológica propicia a exudação de água infiltrada, formando diversas fontes perenes, dentre as quais a mais importante e conhecida é a denominada Fonte da Bica, objeto deste estudo.

Além das exudações naturais, a discordância geológica que propicia a maior concentração de água é atingida pela construção de poços e cacimbas cavados e construídos para captação de água subterrânea. Assim, a água da Fonte da Bica foi, no passado, a grande alavancadora do desenvolvimento da comunidade de Itaparica, sendo classificada como água mineral e a cidade classificada como Estância Hidromineral, tendo, nos anos 60 e 70 um grande fluxo turístico e veranistas. As águas foram classificadas, pelos critérios do DNPM, como

Água Mineral Termal, devido a temperatura medida variando de 27<sup>o</sup> a 28<sup>o</sup> C.

As águas da Fonte da Bica apresenta pH ácido, em torno de 4,2 e sabor levemente amargo o que caracteriza a presença de CO<sub>2</sub>. Estes dois aspectos particulares, acrescidos com suas propriedades físicas de ser incolor, baixa turbidez, temperatura em torno de 28<sup>o</sup> C e baixa concentração de íons, serviu para que a água de Itaparica tivesse o atributo de água mineral de mesa e popularmente medicinal.

Os dados desta pesquisa mostram que a água da Nascente e Fonte da Bica de Itaparica é classificada como cloretada sódica e as dos poços vizinhos que se encontram próximos da mesma, como calcicas, mistas e bicarbonatadas.

A concentração de SiO<sub>2</sub> e a razão das concentrações de Na/K não estão em equilíbrio com as temperaturas medidas, sendo estas muito próximas às temperaturas superficiais sazonais.

Os dados isotópicos do hidrogênio e oxigênio indicam que não existe um grande tempo de recarga e armazenamento da água no aquífero, apresentando grande circulação da água no aquífero em valores próximos às águas meteóricas superficiais.

Quando as águas dos poços, via de regra apresentam maior grau de contaminação do que as águas de exudação natural, como a da Fonte da Bica. Dados preliminares indicam que existe contaminação do aquífero subterrâneo pela pluma salina da água do mar. Este fato é bem observado no poço do Condomínio, onde reflete na química das águas o processo de contaminação, sendo uma água salgada.

Em comparação com a água de Dias D'Ávila e Simões Filho, a água de Itaparica, apresenta um enriquecimento em íons menos importante, a exceção dos íons e compostos de origem a partir de aerossóis marinhos.

Ressaltando o valor alto encontrado de  $\text{NO}_3$  na Nascente e Fonte da Bica confirmam a contaminação da fonte pela ação antrópica nos mananciais de recarga e segundo a Resolução CONAMA 357 podem ser prejudiciais a saúde.

Os valores da presença de coliformes termotolerantes e totais nas águas de Itaparica indica que estão fortemente relacionados aos teores de nitratos encontrados. A contaminação do manancial a partir de fossas sépticas e esgotos sem tratamento fazem com que seja necessário a troca da categoria atualmente classificada da água de Itaparica, passando esta a ser relacionada às águas de Classe 2, do Resolução CONAMA 357, perdendo o *status* de Água Mineral.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINAM – Associação Brasileira das Industriais de Água mineral. Crescimento do consumo de água mineral no Brasil. Salvador, 2003. Disponível em <http://www.abinam.com.br>.

ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. de. (1976). **The upper precambrian of South América**. Boletim do IG da USP, vol. 7, n. 45, S. Paulo.

AGUIAR, P.F, GOMES,D.F., NOGUEIRA, S.R.P, FREIRE, G.S.S & PEREIRA,L.L. (2006). **Hidroquímica e Qualidade Ambiental das Águas dos Aquíferos Costeiros do Município de Beberibe, Ceará, Brasil**. Revista de Geologia, Vol. 19, nº 2, 241-251.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução- RDC nº 54, de 15 de junho de 2000. Disponível em [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/54\\_00rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/54_00rdc.htm) >. Acesso em 24 set 2007.

ARAÚJO, A.R., (2003). **Estudo da Qualidade das Águas Minerais Envasadas na Região de Dias D'Ávila e Adjacências**; Salvador.

ARAGÃO, M. A. N. F. (1994). **Arquitetura, Estilos Tectônicos e Evolução da Bacia do Recôncavo, Brasil**. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL. 3., 1994, Rio Claro. **Boletim do...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, p. 165-167.

ARNORSSON,S., GUNNLAUGSSON,E., SVARVARSSON,H., (1983). **The chemistry of geothermal wates in Iceland.III.** Chemical geothermometry in geothermal investigations. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47: 567-577.

ASMUS, H. E. & PONTE, F. C. (1973). **The Brazilian marginal basins. In The Ocean basins and margins, The South Atlantic**, Vol. 1 (A.E.M. Nairn & F.G. Stehli, eds.). Plenum Press, NY, 87-133.

ASMUS H. E. & PORTO R. (1980). **Diferenças nos estágios iniciais da evolução da margem continental brasileira: possíveis causas e implicações.** Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, 1980. Anais... Camboriú, SBG. 1: 225-239.

ASMUS, H.E. (1984). **Geologia da Margem Continental Brasileira.** In: *Geologia do Brasil*. Schobbenhaus, C; Campos, D.<sup>a</sup>; Derze, G.R.; Asmus, H.E (coord.). DNPM/Brasília, DF, Escala 1:2.500.000 (texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo recursos minerais, p. 443-472).

BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia – PERH. Relatório Final, vol. I – Texto. Diagnóstico e Regionalização [CD ROM]. Salvador, 2003.

BARBOSA, J.S.F. & DOMINGUEZ, J.M.L., (1996). **Texto Explicativo para Mapa Geológico do Estado da Bahia – Escala 1:1.000.000.** Secretaria da Indústria, Comercio e Mineração do Estado da Bahia, SICM / SGM, Salvador.

BERALDO, V.J. (2005). **Estudo Isotópico ( $\delta^2\text{H}$  e  $\delta^{18}\text{O}$ ) e Hidroquímica na Região de Irecê, Bahia: Contribuição ao Entendimento do Ciclo Hidrológico Regional.**

BIGELEISEN, J, MAYER, M.G. (1947). **Calculation of Equilibrium Constants for Isotopic Exchange Reactions.** J Chem Phys, 15, 261-267.

BRADY, N. C. (1989). **Natureza e Propriedades dos Solos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 898 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO Nº 54 15 de JUNHO de 2000. *Estabelece padrões microbiológicos para águas minerais.* Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jun. 2000.

CAIXETA, J. M.; BUENO, G. V.; MAGNAVITA, L. V. & FEIJÓ, F. J. (1994). **Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá.** Boletim de Geociências da Petrobras, 8 (1): 163-172.

CAMARGO, A.P., CAMARGO, M.P.B. (1983). **Teste de uma Equação simples para Estimativa da Evapotranspiração Potencial baseada na Radiação Solar Extraterrestre e na Temperatura do Ar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/IAC, p. 229-244.

CARVALHO, I. G. (1995). **Fundamentos da Geoquímica dos Processos Exógenos.** Salvador: Bureau, 239 p.

CARVALHO, I., CDU, R., FANFANI, L., PITSCHICA, H., BEAUCAIRE, H. & LOZUDDAS, P. (2005). **Environmental Impact of Uranium Mining and Ore Processing in the Lagoa Real District, Bahia, Brazil.** *Environ. Sci. Technol*, 39, 8646-8652

CARVALHO, M.S, CRUZ, M. J. M.. & BATISTA, M. H. (2007). **Qualidade Atual da Água Mineral de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** *In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, XI, Atibaia/SP. Anais...: Sociedade Brasileira de Geoquímica*, 89.

CIDU, R. & MULAS, A. D. (2003). **Geochemical Features of Thermal Waters at Benetutti (Sardinia).** *Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari*. Vol.73Fas.1,39-51.

CIDU, R, BIDDAU, R., SPANO, T. (2005). **Temporal Variations in Waters Chemistry at Abandoned Underground Mines Hosted in a Carbonates Environment.** *Mine Water and Environment*, 24:77-87,IMWA.

CLARK, I. D. e FRITZ, P. (1997) **Environmental Isotopes in Hydrogeology**, Lewis Publishers, **328p**.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANO DE SALVADOR. (1994). *Informações básicas dos municípios baianos: região metropolitana de Salvador*. Salvador, 297 p.

CUPERTINO, J.A. & BUENO, G. (2005). **Arquitetura das Seqüências Estratigráficas Desenvolvidas na Fase de Lago Profundo no Rifte do Recôncavo**. Boletim de Geociências da Petrobras, V., 13(2), p. 245-267.

CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R. (1983). **Hidrologia Subterrânea**. 2 ed. Barcelona: Omega S/A, v. 2.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. *Código das águas minerais*. Salvador. Disponível em <[http://www.dnpm.com.br/dnpm\\_legis/p7841-45htm](http://www.dnpm.com.br/dnpm_legis/p7841-45htm)>. Acesso em 28 set 2006.

FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. (1997). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM; Fortaleza: UFPE, 412 p.

GARLICK, G. D. e WEDEPOHL, K. H. (1969) **Handbook of Geochemistry**, vol. 8B, Berlin-Heidelberg.

GRAIG, H. (1961). **Isotope Variations in Meteoricwaters**. Science, 133: 1702.

GUERRA, A. M., NEGRÃO, F. I., (1992). **Domínios Hidrogeológicos da Bahia**. Companhia de Engenharia Rural da Bahia, Salvador.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br>> Acesso em 12 jul 2008.

ITAPARICA-Portal do Município de Itaparica. Disponível em <<http://www.itaparica.ba.gov.br>>. Acesso em 10 jun 2006.



KLEIN, E. L., (2005). **Isótopos Estáveis Fundamentos e Aplicações no Estudo de Sistemas Hidrotermais, Belém.**

LEÃO, C. R. M. **Aspectos da circulação da água no aquífero São Sebastião** (2003). Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LIBES, S.M. (1992). The fate of pollutants in the coastal ocean. An introduction to marine biogeochemistry. John Wiley & Sons, Inc..

LIMA. O. A. L. (1993). **Geophysical Evaluation of Sandstone Aquifers in the Recôncavo – Tucano Basin, Bahia - Brazil.** *Geophysics*, Tulsa, v. 58, n. 11, p. 1689–1702, nov.

LIMA JUNIOR, G.C. (2007). **Avaliação Hidrogeológica e Hidrogeoquímica das Rochas Cristalinas Situadas no Município de Conceição do Coité, Bahia, Nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da UFBA .

MILANI, E. J.; DAVISON, I. (1988). **Basement Control and Transfer Tectonics in the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, Northeast Brazil.** *Tectonophysics*, Amsterdam, v. 154, n. 1/2, p. 41-70, Nov.

MAGNAVITA, L. P. (1992). **Geometry and Kinematics of the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, NE, Brazil.** 493p. Tese (Doutorado) – Oxford, University of Oxford.

MAGNAVITA, L. P.; DAVISON, I.; KUSZNIR, N. J. (1994). **Rifting, Erosion, and Uplift History of the Recôncavo- Tucano-Jatobá rift, Northeast, Brazil.** *Tectonics*, Washington, v. 13, n. 2. p. 367-388.

MEDEIROS, R. A.; PONTE, F. C. (1981). **Roteiro Geológico da Bacia do Recôncavo**, Salvador: Petrobrás, 63 p.

NASCIMENTO, S.A.M & BARBOSA,J.S..F. (2005). **Qualidade da Água do Aquífero Freático no Alto Cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador,Bahia..** *Rev. Bras. Geoc.* **35** (4): 543-540.

NASCIMENTO,S.A.M. ,CRUZ,M,J & BARBOSA,J.F..B **A Vulnerabilidade do Aquífero do Alto de Salvador, Bahia, Aplicando o Método Drastic.**aceito para publicação *Rev. Bras. Geoc.*(no prelo).

OSÓRIO, U. – (1979). **A Ilha de Itaparica História e Tradição** ; IV ed.

PIPER, A. M., A. (1944). **Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis.** *Transactions American Geophysical Union*, number 25, p. 914-923.

PINHEIRO, R.D., (2000). **Estudo das Características Geológicas e Geoambientais da Região da Lagoa de Uruaú – Beberibe – CE.** Relatório de Graduação, UFC, 106p.

PONTE, F.C. and H.E. ASMUS, (1978). **Geological Framework of the Brazilian Continental Margin: Geologische Rundschau**, v.67, p.201-235.

ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C., e Valter BARBIERI, V. (1998). **Planilhas no Ambiente Excel<sup>TM</sup> para os Cálculos de Balanços Hídricos: Normal, Seqüencial, de Cultura e de Produtividade e Potencial.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137.

ROZANSKI, K. L.; SKLASH, M. G. e FARVOLDEN, R. N. (1993) **The Role of Groundwater in Storm Runoff**, J. of Hydrol, **43**:45–65.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, R.J. (1955). **The water Balance.** New Jersey: Laboratory of Climatology, v. 8, 104 p. (Publication in Climatology).

THORNTHWAITE, C.W. (1948). **An Approach Toward a Rational Classification of Climate.** Geogr. Rev., New York, v. 38, p. 55-916.

UREY, H.C. (1947). **The Thermodynamic Properties of Isotopic Substances.** J Chem Soc (London), 562-581.

VIANA, C. F; GAMA Jr., E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R. & ALVES, R. J. (1971). **Revisão estratiográfica da Bacia do Recôncavo/Tucano.** Boletim Técnico da Petrobrás, 14 (3/4): 157-192.

VIDAL, P. (1994). **Géochimie.** Dunod, Paris. 190p.

WAY, K.; Fano, L.; SOTT, M. R. e THEW, K. (1950) Nuclear data, In: **A collection of experimental values of hal flites, radiation energies, relative isotopic abundances, nuclear moments and cross-sections**, Natl. Bur Standards V. S., circ. 499.

**ANEXOS**

**ANEXO 1** – Decreto-Lei nº 7841 - de 8 de agosto 1945, Código de Águas Minerais

## DECRETO-LEI Nº 7841 - de 8 de agosto 1945

## CÓDIGO DE ÁGUAS MINERAIS

## CAPÍTULO I

## Disposições Preliminares

Art. 1º - Águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa.

§ 1º - A presente lei estabelece nos Capítulos VII e VIII as características de composição e propriedades para classificação como água mineral pela imediata atribuição de ação medicamentosa.

§ 2º - Poderão ser, também, classificadas como minerais, águas que, mesmo sem atingir os limites da classificação estabelecida nos Capítulos VII e VIII, possuam incontestemente e comprovada ação medicamentosa.

§ 3º - A ação medicamentosa referida no parágrafo anterior das águas que não atinjam os limites da classificação estabelecida nos Capítulos VII e VIII deverá ser comprovada no local, mediante observações repetidas, estatísticas completas, documentos de ordem clínica e de laboratório, a cargo de médicos crenologistas, sujeitas as observações à fiscalização e aprovação da Comissão Permanente de Crenologia definida no Art. 2º desta Lei.

Art. 2º - Para colaborar no fiel cumprimento desta Lei fica criada a Comissão Permanente de Crenologia, diretamente subordinada ao Ministro das Minas e Energia.(1)

§ 1º - A Comissão Permanente de Crenologia terá a Presidência do Diretor-Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral e se comporá de quatro especialistas no assunto, de livre escolha do Presidente da República; um dos membros será escolhido entre o pessoal do órgão técnico especializado do DNPM.

§ 2º- O Regimento da Comissão Permanente de Crenologia, as atribuições e direitos de seus membros serão fixados posteriormente por portaria do Ministro das Minas e Energia e leis subseqüentes.

Art. 2º/1 No Decreto-Lei o nome do Ministério da Agricultura foi substituído para o de Ministério das Minas e Energia, em virtude da nova vinculação administrativa.

Art. 3º- Serão denominadas "águas potáveis de mesa" as águas de composição normal provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que preencham tão-somente as condições de potabilidade para a região.

Parágrafo Único - O Ministro das Minas e Energia, em portaria, estabelecerá os limites de potabilidade, de acordo com os dados fornecidos pelo DNPM.

Art. 4º - O aproveitamento comercial das fontes de águas minerais ou de mesa, quer situadas em terrenos de domínio público, quer de domínio

particular, far-se-á pelo regime de autorizações sucessivas de pesquisa e lavra instituído pelo Código de Minas, observadas as disposições especiais da presente lei.

Parágrafo Único - O aproveitamento comercial das águas de mesa é reservado aos proprietários do solo.

## CAPÍTULO II

### Da autorização de pesquisa

Art. 5º - A pesquisa de água mineral, termal, gasosa, de mesa ou destinada a fins balneários, será regulada pelo disposto no Capítulo II do Código de Minas, ressalvadas as disposições especiais desta Lei.

Art. 6º - Por pesquisa de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, entendem-se todos os trabalhos necessários ao conhecimento do valor econômico da fonte e de seu valor terapêutico, quando existente, abrangendo, no mínimo:

I - O estudo geológico da emergência, compreendendo uma área cuja extensão seja suficiente para esclarecer as relações existentes entre as fontes e os acidentes geológicos locais, permitindo formar-se juízo sobre as condições de emergência no sentido de ser fixado criteriosamente o plano racional de captação.



II - O estudo analítico das águas e dos seus gases espontâneos, quando existentes, do ponto de vista de suas características químicas, físico-químicas e bacteriológicas.

Parágrafo Único - O estudo das águas constará no mínimo dos seguintes dados:

I - Pressão osmótica e grau crioscópico, condutividade elétrica, concentração iônica de hidrogênio, teor em radônio e torônio da água e dos seus gases espontâneos; temperatura e vazão.

II - Análise química completa da água e dos gases dissolvidos, assim como a sua classificação de acordo com as normas adotadas na presente Lei.

III - Análise bacteriológica, compreendendo testes de suspeição, confirmatório e completo para o grupo coli-aerogêneo, assim como contagem global em 24 horas a 37°C e em 48 horas a 20°C, executado este exame de acordo com técnica a ser adotada oficialmente; será desde logo considerada poluída e imprópria para o consumo toda a água que apresentar o grupo coli-aerogêneo, presente em 10 mililitros.

IV - Análise e vazão dos gases espontâneos.

Art. 7º - As análises químicas e determinações dos demais dados a que se refere o artigo precedente serão repetidas em análises completas ou de elementos característicos no mínimo, duas vezes num ano, ou tantas vezes quantas o DNPM julgar conveniente, até ficar comprovado possuir

a água da fonte uma composição química regularmente definida, antes de se poder considerar satisfatoriamente terminada a pesquisa autorizada.

### CAPÍTULO III

#### Da Autorização de Lavra

Art. 8º - A lavra de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários será regulada pelo disposto no Capítulo III do Código de Minas, ressalvadas as disposições especiais da presente Lei.

Art. 9º - Por lavra de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, entendem-se todos os trabalhos e atividades de captação, condução, distribuição e aproveitamento das águas.

Art. 10 - A lavra de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, será solicitada ao Ministro das Minas e Energia em requerimento, no qual, além dos dispositivos do Capítulo III do Código de Minas, figure:

I - certificado de análise química, físico-química e bacteriológica da água, firmado pelo órgão técnico do DNPM e certidão da aprovação do seu relatório de pesquisa.

II - No caso das águas minerais que não atingirem os limites constantes dos Capítulos VII e VIII da presente Lei, além dos dados mencionados

na alínea anterior, relação dos trabalhos submetidos à aprovação da Comissão Permanente de Crenologia sobre as propriedades terapêuticas da água proveniente da fonte, bem como certidão do parecer favorável desta Comissão para sua classificação como mineral.

III - Uma planta em duas vias indicando a situação exata das fontes e o esboço geológico dos arredores, com os necessários cortes geológicos, esclarecendo as condições de emergências das fontes.

IV - Plantas e desenhos complementares, em duas vias, com memória justificativa dos planos e processos adotados para a captação e proteção das fontes, condução e distribuição das águas além de dados sobre vazão e temperatura das fontes.

V - Plantas e desenhos complementares em duas vias relativas ao projeto de instalação para utilização das águas em todas as suas modalidades incluindo reservatório, maquinaria, aparelhamento balneário e hidroterápico, etc.

Art. 11 - O DNPM ao processar um pedido de autorização de lavra de fonte poderá ouvir quando julgar conveniente a Comissão Permanente de Crenologia.

Art. 12 - Às fontes de água mineral termal ou gasosa em exploração regular poderá ser assinalado, por decreto, um perímetro de proteção, sujeito a modificações posteriores se novas circunstâncias o exigirem.

Art. 13 - Nenhuma sondagem ou qualquer outro trabalho subterrâneo poderá ser praticado no perímetro de proteção de uma fonte, sem autorização prévia do DNPM.

§ 1º - No caso de fossas, cisternas, galerias para extração de material e outros fins, fundações de casas e outros trabalhos a céu aberto, o decreto que fixar o perímetro de proteção imporá aos proprietários a obrigação de obterem com uma antecedência de 90 (noventa) dias, uma autorização do DNPM para tal fim.

§ 2º - Os trabalhos empreendidos no perímetro de proteção de uma fonte poderão ser interditados pelo DNPM mediante solicitação do concessionário quando forem julgadas procedentes as alegações.

Art. 14 - O DNPM a pedido do concessionário e após exame pericial realizado por técnicos que designar poderá determinar a suspensão de sondagem ou trabalhos subterrâneos executados fora do perímetro de proteção desde que sejam eles julgados suscetíveis de prejudicar uma fonte.

Art. 15 - Quando a ocupação de um terreno compreendido num perímetro de proteção privar o proprietário de seu uso por período superior a um mês ou quando depois dos trabalhos executados o terreno se tornar impróprio para o uso ao qual era destinado anteriormente, poderá o seu proprietário exigir do concessionário da fonte, pelo terreno ocupado ou desnaturado, uma indenização que será regulada nas formas previstas em lei.

Parágrafo Único - As indenizações devidas pelo concessionário da fonte não poderão exceder o montante dos prejuízos materiais que sofrer o proprietário do terreno, assim como o preço dos trabalhos inutilizados, acrescido da importância necessária para o restabelecimento das condições primitivas, acrescentada uma parcela correspondente aos lucros cessantes.

Art. 16 - A destruição ou a execução dos trabalhos em terrenos de outrem para proteção da fonte só poderá ter início depois da prestação de uma caução, cujo montante será fixado pela autoridade competente, mediante arbitramento ou acordo entre as partes; essa quantia servirá de garantia para o pagamento das indenizações devidas.

Art. 17 - Em caso de oposição do órgão técnico competente do DNPM, o concessionário só poderá realizar trabalhos nas fontes, após introduzir em seus projetos as alterações julgadas necessárias.

Parágrafo Único - Na falta de decisão do DNPM por período superior a três meses, o concessionário poderá executar os trabalhos projetados independente de autorização, depois de comunicação àquele Departamento.

Art. 18 - Quando o aproveitamento de uma fonte estiver sendo feito de modo a comprometê-la, ou estiver em desacordo com as condições técnicas e higiênicas estabelecidas na presente lei poderá ela ser interditada, até que sejam restabelecidas condições satisfatórias de exploração.

## CAPÍTULO IV

### Das Estâncias que Exploram Águas Minerais e das Organizações que Exploram Águas Potáveis de Mesa

Art. 19 - A Instalação ou funcionamento de uma estância hidromineral, por parte de um titular de lavra de fonte, exige a satisfação dos seguintes requisitos mínimos, a critério do órgão competente do DNPM;

I - Montagem de instalações crenoterápicas convenientes, de acordo com a natureza das águas.

II - Construção ou existência de hotéis ou sanatórios com instalações higiênicas convenientes, providas de serviços culinário apto a atender às indicações dietéticas.

III - Contrato de médico especialista encarregado da orientação do tratamento e facilidades gerais de tratamento e assistência médico-farmacêuticas.

IV - Existência de laboratório para realização de exames bacteriológicos periódicos, para verificação da Pureza das águas em exploração ou contrato de tais serviços com organização idônea, a juízo do DNPM.

V - Existência de um posto meteorológico destinado à obtenção das condições climáticas locais.

VI - Organização das fichas sanitárias dos funcionários das estâncias e dos hotéis, renovadas pelo menos cada seis meses.

VII - No caso da água ser entregue engarrafada ao consumo, além dos requisitos especiais determinados para cada caso pelo órgão competente do DNPM, será no mínimo exigida, na instalação de engarrafamento, a existência de uma máquina engarrafadora automática ou semi-automática e de uma máquina ou dispositivo destinado à lavagem do vasilhame durante o tempo necessário, com uma solução de soda cáustica a 10° Baumé aquecida a 60°C ou um outro processo ou dispositivo aprovado pelo DNPM, que assegure esterilização do vasilhame.

Art. 20 - Às empresas que exploram água potável de mesa ou engarrafam águas minerais serão aplicadas as exigências das alíneas IV, VI e VII do artigo precedente.

Art. 21 - As empresas que aproveitam as águas minerais para preparo de sais medicinais estarão sujeitas a todas as exigências gerais desta lei e mais às prescrições específicas que a Comissão Permanente de Crenologia determinar para cada caso.

Art. 22 - As estâncias serão classificadas pela Comissão Permanente de Crenologia em 3 grupos, segundo a qualidade de suas instalações.

## CAPÍTULO V

Da Fiscalização das Estâncias que Exploram Água Mineral e das Organizações que Exploram Águas de Mesa Destinadas a fins Balneários

Art. 23 - A fiscalização da exploração, em todos os seus aspectos, de águas minerais, termais, gasosas e potáveis de mesa, engarrafadas ou

destinadas a fins balneários, será exercida pelo DNPM, através do seu órgão especializado.

Art. 24 - As autoridades sanitárias e administrativas federais, estaduais e municipais, deverão auxiliar e assistir o DNPM em tudo que for necessário ao fiel cumprimento desta lei.

Parágrafo Único - O DNPM comunicará às autoridades estaduais e municipais, qualquer decisão que for tomada relativamente ao funcionamento de uma fonte situada em sua jurisdição.

## CAPÍTULO VI

Do Comércio da Água Mineral, Termal, Gasosa, de Mesa ou Destinada a fins Balneários

Art. 25 - Só será permitida a exploração comercial de água (mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários) quando previamente analisada no DNPM, e após expedição do Decreto de Autorização de Lavra.

Art. 26 - Não poderão ser exploradas comercialmente, para quaisquer fins, as fontes sujeitas à influência de águas superficiais e por conseguinte suscetíveis de poluição.

Art. 27 - Em cada fonte em exploração regular, além de determinação mensal da descarga e de certas propriedades físicas e físico-químicas, será exigida a realização de análises químicas periódicas, parciais ou



completas, e, no mínimo, uma análise completa de 3 em 3 anos, para verificação de sua composição.

Parágrafo Único - Em relação às qualidades higiênicas das fontes serão exigidos, no mínimo, quatro exames bacteriológicos por ano, um a cada trimestre, podendo, entretanto, a repartição fiscalizadora exigir as análises bacteriológicas que julgar necessárias para garantir a pureza da água da fonte e da água engarrafada ou embalada em plástico (1).

Art. 27/ 1. Alteração feita por força da Lei nº 6.726, de 21.11.79.

Art. 28 - Uma vez classificada a água pelo DNPM, será proibido o emprego no comércio ou na publicidade da água, de qualquer designação suscetível de causar confusão ao consumidor, quanto à fonte ou procedência, sob pena de interdição.

Art. 29 - Fica criado o rótulo-padrão sujeito à aprovação do DNPM devendo as águas engarrafadas indicar no mesmo:

I - Nome da fonte;

II - Natureza da água;

III - Localidade;

IV - Data e número da concessão;

V - Nome do concessionário;

VI - Constantes físico-químicas, composição analítica e classificação, segundo o DNPM;

VII - Volume do conteúdo;

VIII - Carimbo com ano e mês do engarrafamento.

§ 1º - As águas minerais carbogasosas naturais, quando engarrafadas, deverão declarar no rótulo, em local visível, "água mineral carbogásosa natural".

§ 2º - É obrigatória a notificação da adição de gás carbônico às águas engarrafadas, quando este não provenha da fonte; essas águas estão sujeitas às seguintes especificações, sem prejuízo das outras exigências constantes desta Lei:

I - As águas minerais deverão declarar no rótulo, em local visível, "Água mineral gaseificada artificialmente".

II - As águas potáveis de mesa deverão declarar no rótulo, em local visível, "Água potável de mesa gaseificada artificialmente".

§ 3º - Nenhuma designação relativa às características ou propriedade terapêuticas das fontes podem constar dos rótulos, a menos que seja autorizada pela Comissão Permanente de Crenologia.

Art. 30 - Os recipientes destinados ao engarrafamento da água para o consumo deverão ser de vidro transparente, de paredes internas lisas, fundo plano e ângulos internos arredondados, e com fecho inviolável, resistente a choques, aprovados pelo DNPM.

Art. 31 - Constituirá motivo para interdição, a apreensão do estoque e multa, além de qualquer infração aos dispositivos da presente lei:

I - expor à venda, ao consumo ou à utilização, água cuja exploração não tenha sido legalmente autorizada por decreto de lavra;

II - utilizar rótulo com dizeres diversos dos aprovados pelo DNPM;

III - expor à venda água originária de outra fonte;

IV - expor à venda ou utilizar água em condições higiênicas impróprias para o consumo.

§ 1º - Para efeito da interdição, apreensão e multa de que trata o presente artigo, o órgão competente do DNPM poderá, a seu critério, tomar as seguintes medidas, além de outras previstas na presente lei:

I - apreensão e inutilização do estoque da água engarrafada;

II - inabilitação do concessionário para adquirir selos de consumo enquanto durar a interdição;

III - apreensão de guias e selos de consumo, em poder do interessado, no momento da interdição, que serão conservados em custódia até a regularização da situação, para abertura da fonte ou interdição definitiva.

§ 2º - A multa a que se refere este artigo será de Cr\$ 5.000,00 a Cr\$ 20.000,00, sendo o infrator intimado a recolher aos cofres públicos a importância respectiva, que será elevada ao dobro no caso de reincidência, sem prejuízo do cumprimento das demais exigências deste artigo.

Art. 32 - As disposições da presente lei aplicam-se igualmente às águas nacionais utilizadas dentro do País e às que devem ser exploradas.

Art. 33 - As águas minerais de procedência estrangeira só poderão ser expostas ao consumo, após cumprimento, no que lhes for aplicável a juízo do DNPM, das disposições sobre comércio das águas minerais nacionais estabelecidas na presente Lei.

Art. 34 - As soluções salinas artificiais, quando vendidas em garrafas ou outros vasilhames, deverão trazer sobre o rótulo, em lugar bem visível, a denominação "solução salina artificial".

## CAPÍTULO VII

### Da Classificação Química das Águas Minerais

Art. 35 - As águas minerais serão classificadas, quanto à composição química em:

I - oligominerais, quando, apesar de não atingirem os limites estabelecidos neste artigo, forem classificadas como minerais pelo disposto nos §§ 2º e 3º, do Art. 1º da presente lei;

II - radíferas, quando contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuem radioatividade permanente;

III - alcalino-bicarbonatadas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalentes, no mínimo, a 0,200 g de bicarbonato de sódio;

IV - alcalino-terrosas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalino-terrosos equivalente, no mínimo, a 0,120 g de carbonato de cálcio, distinguindo-se:

a) alcalino-terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,048 g de cátion Ca sob a forma de bicarbonato de cálcio;

b) alcalino-terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,030 g de cátion Mg sob a forma de bicarbonato de magnésio;

V - sulfatadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do ânion  $SO_4$  combinado aos cátions Na, K e Mg;

VI - sulfurosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,001 g de anionte S;

VII - nitradas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do anionte NO<sub>3</sub> de origem mineral;

VIII - cloretadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,500 g do ClNa (Cloreto de Sódio);

IX - ferruginosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,005 g do cationte Fe;

X - radioativas, as que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites:

a) francamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

b) radioativas as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre 10 e 50 unidades Mache por litro, a 20°C e 760 mm Hg de pressão;

c) fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

XI - Toriativas, as que possuírem um teor em torônio em dissolução, equivalente em unidades eletrostáticas, a 2 unidades Mache por litro, no mínimo.

XII - Carbogasosas, as que contiverem, por litro, 200 ml de gás carbônico livre dissolvido, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

§ 1º - As águas minerais deverão ser classificadas pelo DNPM de acordo com o elemento predominante, podendo ser classificadas mista as que acusarem na sua composição mais de um elemento digno de nota, bem como as que contiverem íons ou substâncias raras dignas de nota (águas iodadas, arseniadas, litinadas, etc.).

§ 2º - As águas das classes VII (nitratadas) e VIII (cloretadas) só serão consideradas minerais quando possuírem uma ação medicamentosa definida, comprovada conforme o § 3º do Art. 1º da presente Lei.

## CAPÍTULO VIII

### Da Classificação das Fontes de Água Mineral

Art. 36 - As fontes de água mineral serão classificadas, além do critério químico, pelo seguinte:

1º) Quanto aos gases

I - Fontes radioativas:

a) francamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto (1 l.p.m.) com um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

b) radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com um teor compreendido entre 10 e 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

c) fortemente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com teor superior a 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

II - Fontes toriativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l.p.m., com um teor em torônio na emergência equivalente em unidades eletrostáticas a 2 unidades Mache por litro;

III - Fontes Sulfurosas, as que possuírem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico.

2º) Quanto à Temperatura

I - Fontes frias, quando sua temperatura for inferior a 25°C;

II - Fontes hipotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 25 e 33°C;

III - Fontes mesotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 33 e 36°C;

IV - Fontes isotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 36 e 38°C;

V - Fontes hipertermiais, quando sua temperatura for superior a 38°C.



## CAPÍTULO IX

### Da Tributação

Art. 37 - O conjunto dos tributos que recaírem sobre as fontes e águas minerais está sujeito ao limite máximo de 8% da produção efetiva, calculado de acordo com o Art. 68 do Código de Minas.

§ 1º - As águas potáveis de mesa, gaseificadas artificialmente ou não, pagarão sempre, no mínimo, o duplo dos tributos federais devidos pelas águas minerais, não se aplicando às mesmas o limite máximo de 8% previsto no Art. 68 do Código de Minas.

§ 2º - As soluções salinas artificiais recolherão ao Tesouro Nacional como taxa de produção efetiva, contribuição correspondente a 20% do valor da produção.

## CAPÍTULO X

### Disposições Gerais e Transitórias

Art. 38 - Logo após a promulgação da presente Lei, todas as empresas que exploram água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, deverão realizar novos estudos de suas fontes, os quais deverão estar terminados no prazo de 2 anos.

Parágrafo Único - Estes estudos serão realizados segundo os dispositivos da presente Lei, pelo órgão técnico competente do DNPM, de acordo com as normas estabelecidas pelo regimento em vigor.

Art. 39 - Todas as empresas que exploram água mineral, termal, gasosa, de mesa ou destinada a fins balneários deverão, dentro do prazo de um ano de vigência desta Lei, estar rigidamente enquadradas nos seus dispositivos e nos do Código de Minas.

Art. 40 - O DNPM deverá proceder, de acordo com os dispositivos desta Lei, à classificação de todas as fontes em exploração, no prazo máximo de 2 anos, prorrogável a juízo do Ministro das Minas e Energia.

Parágrafo Único - Será mantida a classificação de mineral para as águas em exploração regular diante do Código de Minas e cujos característicos químicos e físico-químicos satisfaçam aos limites de composição estabelecidos anterior.

Art. 41 - O Governo expedirá oportunamente uma lei concedendo favores às estâncias hidrominerais.

Parágrafo Único - Dentro de seis meses, a partir da publicação desta Lei, o DNPM apresentará ao Governo um anteprojeto regulando o assunto e as normas para classificação das estâncias segundo a qualidade de suas instalações (1).

Art. 41/ 1. A lei nº 2.661, de 3.12.955, que regulamentou o Art. 153, § 4º da Constituição Federal, define o que seja estância termomineral, hidromineral ou simplesmente mineral; indica a modalidade de concessão de auxílios da União aos Estados e Municípios, sob convênio; prevê inclusão de verba própria, na proposta orçamentária da União, para atender os referidos auxílios. A Constituição de 1967, porém alterando a

norma anterior, veda aos Estados qualquer intromissão no setor da mineração, que é privativo da União Federal.

Art. 42 - Até que a Comissão Permanente de Crenologia organize um regulamento geral para exploração das estâncias, nenhuma pessoa poderá fazer uso continuado das fontes hidrominerais, ainda mesmo a título de repouso ou de turismo, sem a devida autorização médica.

Art. 43 - Fica proibido o uso endovenoso de água mineral, em natureza, enquanto não ficar provada, em cada caso, a sua inocuidade para os pacientes, a juízo da Comissão Permanente de Crenologia.

Art. 44 - Ao órgão técnico especializado do DNPM competirá:

I - Além das atribuições já fixadas em lei, manter os laboratórios e gabinetes técnicos e científicos necessários ao estudo das águas minerais sob seu aspecto químico, físico-químico, fármaco-dinâmico e dos demais elementos terapêuticos para orientação científica das suas aplicações clínicas;

II - Fixar, mediante ampla colaboração com os interessados, os métodos de análises químicas e bacteriológicas tendo em vista a uniformização dos resultados;

III - Promover articulação com os órgãos técnicos e administrativos competentes, no sentido de estabelecer íntima colaboração com os Estados e Municípios, para a coordenação de esforços na organização e execução dos planos de aparelhamento e defesa das estâncias e na fiscalização do comércio de águas;

IV - Propor padrões regionais de potabilidade.

Art. 45 - À requisição dos concessionários, ou desde que seja julgada de interesse público, o DNPM poderá prestar assistência técnica aos trabalhos previstos nos Capítulos II e III desta Lei, mediante indenização pelas despesas relativas à assistência prestada ou pagamento de uma importância acordada previamente.

Art. 46 - Dentro de seis meses a partir da data de sua constituição, a Comissão Permanente de Crenologia proporá ao Governo a regulamentação da presente lei.

Parágrafo Único. Os assuntos tratados no Art. 29 e seus parágrafos e no Art. 30 poderão ser objeto de modificação pela regulamentação a ser expedida oportunamente.

Art. 47 - Fica incluída na classe XI, de que trata o Art. 3º do Código de Minas, a categoria de águas de mesa.

Art. 48 - Esta Lei consolida todos os dispositivos legais sobre águas minerais e águas potáveis de mesa.

Art. 49 - Esta Lei entra em vigor na data da sua publicação.

Art. 50 - Ficam revogadas as disposições em contrário.

**ANEXO 2** – Departamento Nacional de Produção Mineral, Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998, DOU de 07/08/98

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL  
PORTARIA Nº 231, de 31 DE JULHO DE 1998, DOU de 07/08/98

O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM, no uso das atribuições que lhe confere a Portaria nº 340, de 15 de julho de 1992 e o Decreto de 07 de março de 1996, publicado no D.O.U. de 08 de março de 1996, e atendendo ao que estabelece o Art. nº 12, do Decreto-Lei nº 7.841/45, de 08 de agosto de 1945, Código de Águas Minerais e considerando que:

Considerando que a grande maioria das Fontes, Balneários e Estâncias de Águas Minerais e Potáveis de Mesa, naturais, em exploração no país, localiza-se próximo aos centros urbanos, distritos industriais, atividades agropecuárias, lixões e outros agentes poluentes;

Considerando que a água mineral uma vez poluída, descaracteriza a sua qualificação e que na maioria das vezes o processo é irreversível;

Considerando, finalmente, que o conhecimento do potencial hídrico subterrâneo da área e o seu dimensionamento, a sua preservação, a sua conservação e a racionalização do seu uso necessitam de estudos geológicos e hidrogeológicos de detalhe, estudos esses indispensáveis para a definição da área de proteção de uma fonte; resolve:

1. Os titulares de Alvarás de Pesquisa de água classificada como mineral e ou potável de mesa, naturais, e se o seu uso se destine a envase, balneário e estância hidromineral, devem apresentar a área de proteção de sua fonte, quando da apresentação do Relatório Final dos Trabalhos de Pesquisa;

2. Os concessionários que ainda não dispõem de áreas de proteção, deverão apresentar ao DNPM a área de proteção de sua fonte no prazo de 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias a contar da publicação da presente portaria;
3. Aprovar a Metodologia de Estudos necessários à definição de Áreas de Proteção de Fontes, Balneários e Estâncias de Águas Minerais e Potáveis de Mesa, naturais, a seguir discriminada:

### 3.1. OBJETIVO

Regulamentar de acordo com o que estabelece o capítulo III, artigos 12 a 18 do Código de Águas Minerais, as ações e procedimentos necessários à definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa em todo o território nacional, objetivando sua preservação, conservação e racionalização de uso.

### 3.2. FINALIDADES

Conhecer e definir as condições de ocorrência das fontes de águas minerais e potáveis de mesa; identificar a situação atual e potencial quanto aos riscos de contaminação e grau de vulnerabilidade frente aos diversos fatores ambientais e fontes de poluição, e estabelecer, em função destes condicionantes, as medidas corretivas ou preventivas necessárias à sua proteção e conservação.

### 3.3. CONCEITUAÇÃO DE ÁREAS OU PERÍMETRO DE PROTEÇÃO

Para efeito desta regulamentação, as áreas ou perímetros de proteção das águas minerais ou potáveis de mesa, captadas através de poços ou fontes e nascentes naturais, destinam-se à proteção da qualidade das águas e tem como objetivo estabelecer os limites dentro dos quais deverá haver restrições de ocupação e de determinados usos que possam vir a comprometer o seu aproveitamento.

Os diversos modos de ocorrência e tipos de sistemas aquíferos dão origem a condições bastantes diferenciadas no que se refere ao grau de vulnerabilidade ou de riscos de contaminação das águas. Em conseqüência, torna-se necessário um adequado conhecimento do modelo hidrogeológico local e regional para a avaliação e delineamento de um plano de controle e proteção.

Na definição de áreas ou perímetros de proteção deverão ser conceituadas três diferentes zonas segundo suas características hidráulicas: a ZI ou zona de influência; a ZC ou zona de contribuição e a ZT, zona de transporte. A zona de influência (ZI) é aquela associada ao cone de depressão (rebaixamento da superfície potenciométrica ) de um poço em bombeamento ou de uma fonte ou nascente natural, considerado aqui como um afloramento da superfície piezométrica ou freática, equivalente a um dreno.

A zona de contribuição (ZC) é a área de recarga associada ao ponto de captação (fonte ou poço), delimitada pelas linhas de fluxo que convergem a este ponto.

A zona de transporte (ZT) ou de captura é aquela entre a área de recarga



e o ponto de captação. É esta zona que determina o tempo de trânsito que um contaminante leva para atingir um ponto de captação, desde a área de recarga. Em geral, este tempo depende da distância do percurso ou fluxo subterrâneo, das características hidráulicas do meio aquífero e dos gradientes hidráulicos.

A zona de influência ZI, associada ao perímetro imediato do poço ou fonte, define uma área onde serão permitidas apenas atividades inerentes ao poço ou fontes e delimita também um entorno de proteção microbiológica. Suas dimensões serão estabelecidas em função das características hidrogeológicas e grau de vulnerabilidade ou risco de contaminação de curto prazo. Nesta zona, não serão permitidas quaisquer edificações e deverá haver severas restrições à atividade agrícola ou outros usos considerados potencialmente poluidores.

As zonas de contribuição e de transporte (ZC e ZT) serão estabelecidas objetivando uma segura proteção para contaminantes mais persistentes, como produtos químicos industriais ou outras substâncias tóxicas, por exemplo. Sua definição e dimensões serão baseadas em função principalmente das atividades, níveis e intensidade de ocupação e utilização da terra, levando-se em conta também as estimativas sobre o tempo de trânsito.

#### 3.4. ESTUDOS E LEVANTAMENTOS

A definição das áreas de proteção deverá ser baseada em estudos e levantamentos prévios, envolvendo:

a- Caracterização hidrológica e climática.

- b- Características hidrogeológicas locais e sua inserção no contexto regional.
- c- Características físico-químicas e sanitárias das águas.
- d- Caracterização do uso do solo e das águas, com identificação das principais fontes de poluição.
- e- Análise das possibilidades de contaminação das fontes e seu grau de vulnerabilidade aos agentes poluentes.
- f- Identificação de medidas corretivas ou preventivas com estabelecimento de um plano de controle.
- g- Definição das áreas de proteção.

#### 3.4.1. Caracterização Hidrológica e Climática

- a- Características da drenagem e principais aspectos físicos das bacias hidrográficas.
- b- Regime fluviométrico e dados de vazões máximas e mínimas.
- c- Principais características climáticas - tipo de clima, regime e totais pluviométricos, temperaturas e umidade relativa.

#### 3.4.2 - Características Hidrogeológicas

- a- Geologia - aspectos litológicos e estruturais da área e sua inserção regional. Apresentação de base geológica local e situação regional.
- b- Identificação e caracterização do(s) sistema(s) aquífero(s):
  - b-1 = Tipos de aquífero: local ou regional, granular, fissurado, cárstico, livre, confinado ou semi-confinado.
  - b-2 = Sua distribuição e áreas de ocorrência (mapa dos sistemas aquíferos), condições de contorno ou limites (impermeáveis ou de recarga).

b-3 = Características hidráulicas (permeabilidade, transmissividade, porosidade efetiva ou coeficiente de armazenamento).

b-4 = Dados de pontos d'água existentes (fontes, nascentes, poços rasos, poços tubulares).

b-5 = Capacidade específica dos poços e vazões das fontes.

c- Definição do modelo hidrogeológico

c-1 = Superfície piezométrica ou freática.

c-2 = Direções de fluxo ou escoamento.

c-3 = Identificação das áreas de recarga e descarga.

c-4 = Estimativas de infiltração e do tempo de residência das águas.

#### 3.4.3.- Características Hidroquímicas

a- Qualidade química e físico-química - tipos de águas, maiores elementos e traços, metais pesados, fenóis e outras substâncias orgânicas e tóxicas - Classificação quanto ao Código de Águas Minerais.

b- Qualidade sanitária - análises microbiológicas.

c- Relações água-rocha e evolução química da água - variações temporais.

#### 3.4.4 - Caracterização do Uso do Solo e das Águas - fontes atuais e potenciais de poluição:

a- Identificação e mapeamento dos principais usos do solo e das águas na área de influência direta - usos urbanos, industriais, agrícolas e pecuário.

b- Identificação das fontes de poluição ou agentes poluentes - origem, tipos e caracterização de resíduos e efluentes líquidos.

c- Principais usos das águas superficiais e subterrâneas - doméstico, industrial, agrícola, diluição de despejos.

#### 3.4.5 - Análise das Possibilidades de Contaminação das Fontes e Grau de Vulnerabilidade:

a- Análise de eventuais interferências e impactos ambientais sobre a quantidade e qualidade das águas minerais decorrentes do uso e ocupação do solo ou da utilização das águas subterrâneas e superficiais.

Na análise das possibilidades de interferências ou de impactos ambientais adversos deverão ser definidas sua importância e magnitude, localização e extensão (pontual, local, regional), duração (temporária ou permanente), previsão de incidência dos efeitos (curto, médio e longo prazos) e seu grau de reversibilidade.

b- Análise conjunta de todos esses fatores aliados às condições de ocorrência das águas das fontes no sentido de definir seu grau de vulnerabilidade aos agentes contaminantes.

#### 3.4.6 - Definição das Áreas de Proteção

Para a definição das Áreas de Proteção, deverão ser utilizados métodos apropriados e adequados às disponibilidades de informações, das características hidrogeológicas e do nível de intensidade de ocupação das áreas em estudo, devendo ser apresentado, o memorial descritivo e a planta de situação da área acompanhada da Anotação de Responsabilidade Técnica - A.R.T. O DNPM, com base em critérios técnicos, aprovará a delimitação de áreas de proteção, ou formulará exigências que se fizerem necessárias.

4. Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

Miguel Navarrete Fernandez Júnior

Diretor Geral do DNPM

**ANEXO 3** – Portaria nº 117 de 17 de julho de 1972  
D.O.U. 24/07/72

PORTARIA Nº 117 DE 17 DE JULHO DE 1972  
D.O.U. 24/07/72

O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL do Ministério das Minas e Energia, usando de atribuições de sua competência do artigo 29, item XV, do Regimento aprovado pelo Decreto nº 59.873, de 26 de dezembro de 1966, e Considerando a necessidade de disciplinar as normas para realização dos estudos in loco e análises bacteriológicas de que trata o Decreto-lei nº 7.841, de 8 de agosto de 1945 - Código de Águas Minerais;

Considerando que o Decreto nº 67.583, de 16 de novembro de 1970, extinguiu o Laboratório da Produção Mineral e não definiu claramente as responsabilidades do exercício de tais atividades;

Considerando possuírem, essas atividades, características puramente técnicas e estarem, por outro lado, revestidas de cunho específico de fiscalização, de conformidade com o Código de Mineração e seu Regulamento, resolve:

I - Os estudos in loco de fontes de águas minerais ou potáveis de mesa compreenderão o seguinte:

- a) Análise química completa;
- b) Análise química dos gases espontâneos quando existentes;
- c) Análise bacteriológica;
- d) Determinação da radioatividade da água, ao emergir, e dos gases espontâneos, quando existentes;
- e) Determinação da temperatura da água;

f) Determinação da vazão da fonte;

g) Dosagem in loco dos elementos químicos susceptíveis de se alterarem com o transporte da amostra.

II - Quando da apresentação do Relatório de Pesquisa referido no item VIII, artigo 23 do Regulamento do Código de mineração, o interessado solicitará e pagará, diretamente à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - C.P.R.M., a execução dos serviços.

III - Feita a prova do recolhimento, caberá ao D.N.P.M. fixar a data de realização dos estudos in loco juntamente com a verificação dos trabalhos de pesquisa realizados, através do Distrito sob o qual a área estiver jurisdicionada, conforme especificado pelo Decreto nº 67.587, de 17 de novembro de 1970 e Portaria Ministerial nº 826 de 16 de novembro de 1970.

IV - As áreas localizadas nos Estados da Guanabara e Rio de Janeiro, para efeito do disposto no item anterior, ficam jurisdicionadas à sede central do D.N.P.M.

V - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando as disposições em contrário.

Yvan Barretto de Carvalho,  
Diretor-Geral do DNPM.



**ANEXO 4** - Resolução - RDC nº 54, de 15 de junho de 2000

## **Resolução - RDC nº 54, de 15 de junho de 2000**

### **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água Mineral Natural e Água Natural**

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere o art. 11, inciso IV, do Regulamento da ANVS aprovado pelo Decreto 3.029, de 16 abril de 1999, c/c o § 1º do Art. 95 do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº1, de 26 de abril de 1999, em reunião realizada em 14 de junho de 2000, adota a seguinte Resolução de Diretoria Colegiada e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação.

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água mineral natural e água natural, constante do anexo desta Resolução.

Art. 2º As empresas têm o prazo de 180(cento e oitenta) dias, a contar da data da publicação desta Resolução, para se adequarem ao mesmo.

Art. 3º O descumprimento desta Resolução constitui infração sanitária sujeitando os infratores às penalidades da Leii nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis.

Art. 4º Esta Resolução de Diretoria Colegiada entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário e em especial a

Resolução nº 310 de 16 de julho de 1999 – Água Mineral Natural e Água Natural.

Art. 5º Fica revogada a Resolução nº 310-ANVS, de 16 de julho de 1999 – Água Mineral Natural e Água Natural.

*GONZALO VECINA NETO*

ANEXO  
REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE  
DE ÁGUA MINERAL NATURAL E ÁGUA NATURAL

## 1. ALCANCE

1.1. Objetivo: fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer as águas minerais naturais e as águas naturais.

1.2. Âmbito de aplicação: aplica-se às águas minerais naturais e águas naturais envasadas, conforme definidas no item 2.1.

## 2. DESCRIÇÃO

### 2.1. Definições

2.1.1. Água mineral natural: água obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais (composição iônica) e pela presença de oligoelementos e outros constituintes.

2.1.2. Água natural: água obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais (composição iônica), e pela presença de oligoelementos e outros constituintes, mas em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para água mineral natural.

### 2.2. Classificação

2.2.1. Quanto à composição química: devem obedecer à classificação estabelecida em legislação específica.

2.2.2 Quanto à adição de dióxido de carbono:

2.2.2.1. Água sem gás: água mineral natural ou água natural à qual não foi adicionada de dióxido de carbono.

2.2.2.2. Água gaseificada artificialmente: água mineral natural ou água natural à qual foi adicionada de dióxido de carbono.

2.3. Designação

Produto é designado de "Água Mineral Natural" ou "Água Natural", conforme item 2.1., podendo ser acrescida de sua classificação química.

### 3. REFERÊNCIAS

3.1. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19<sup>th</sup> .ed. Baltimore, Maryland, USA, APHA, AWWA, WEF, 1995.

3.2. BRASIL. Decreto-Lei nº 7.841 de 8 de Agosto de 1945. Código de Águas Minerais. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 20 Ago. 1945. Seção 1, pt. 1.

3.3. BRASIL. Portaria nº 805 de junho de 1978. Aprova rotinas operacionais pertinentes ao controle e fiscalização sanitária das águas minerais. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de junho de 1978. Seção 1, pt. 1.

3.4. BRASIL. Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998. Estabelece metodologia de estudos necessários à definição de áreas de proteção de fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa.

Diário Oficial da União, Brasília, n. 150, 7 ago. 1998. Seção 1, pt. 1, p. 103.

3.5. BRASIL. Portaria nº 36 de 19 de janeiro de 1990. Aprova normas e padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de janeiro de 1990. Seção 1, pt.1.

3.6. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Portaria nº 1628, de 4 de dezembro 1984. Institui as características básicas dos rótulos nas embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. Diário Oficial da União, Brasília, 5 dez. 1984. Seção 1, pt.1, p. 18083.

3.7. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Portaria nº 159, de 1 de Abril de 1996. Estabelece a documentação necessária para importação e comercialização da água mineral de procedência estrangeira. Diário Oficial da União, 10 abr. 1996.

3.8. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Portaria n.º 222, de 28 de julho de 1997. Estabelece especificações técnicas para o aproveitamento das águas minerais e potáveis de mesa. Diário Oficial da União, Brasília, n. 151, 8 ago. 1997. Seção 1, pt. 1, p. 17095.

3.9. MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY. Ontario Drinking Water Objectives. Revised, 1994. Ontario, Queen`s Printer for Ontario, 1994.v+68p.

3.10. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality - Health criteria and other information. 2. Ed. Geneva: WHO, 1996. vol. 2, p. 973.

3.11. World Health Organization / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Codex Alimentarius Commission. Draft Revised Standard for Mineral Water at Step 8 - ALINORM 97/20 Appendix II Geneva, June, 1997. 24 p.

3.12. World Health Organization / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Proposed draft international code of hygienic practice for packaged (bottled) drinking water. Alinorm 99/13. Appendix V.p. 65-72.

3.13. World Health Organization / Food and Agriculture Organization of the United Nations Norma del Codex para las aguas minerales naturales. Codex Stan 108-1981. 5p.

#### 4. COMPOSIÇÃO E REQUISITOS

##### 4.1. Composição

4.1.1. Ingredientes obrigatórios: água mineral natural ou água natural

4.1.2. Ingrediente opcional: dióxido de carbono

##### 4.2. Requisitos

4.2.1. Características sensoriais, físicas, químicas e físico-químicas.

4.2.1.1. Aspecto: límpido

4.2.1.2. Cor: máximo 5 uH (unidade de escala de Hazen)

4.2.1.3. Turbidez: máximo 3,0 uT (unidade Jackson ou nefelométrica de turbidez)

4.2.1.4. Odor: característico

4.2.1.5. Sabor: característico

4.2.1.6. A água mineral natural ou água natural deve ser coletada sob condições que garantam a manutenção das características originais da água emergente da fonte ou poço. Essas características devem permanecer estáveis dentro dos limites naturais de flutuação, não devendo apresentar influência direta de águas superficiais.

4.2.1.7. Quando envasadas devem apresentar composição química equivalente à da água emergente da fonte ou poço, tal como definidas nos exames químicos e físico-químicos efetuados por autoridade competente.

4.2.1.8. As operações autorizadas que venham a ser submetidas, tais como: captação, decantação, adução (canalização), elevação mecânica, armazenamento, filtração, envase, adição de dióxido de carbono, não devem alterar os elementos de sua composição original.

#### 4.2.2. Acondicionamento

A água mineral natural e a água natural devem ser envasadas dentro da área autorizada pela autoridade competente, de acordo com a legislação específica.



## 5. ADITIVOS E COADJUVANTES DE TECNOLOGIA DE ELABORAÇÃO

Não é permitida a utilização de aditivos intencionais e coadjuvantes de tecnologia.

## 6. CONTAMINANTES

6.1. Não devem conter concentrações acima dos limites máximos permitidos das substâncias relacionadas a seguir:

Antimônio	0,005 mg/L (Sb)
Arsênio	0,05 mg/L, calculado como arsênio (As) total
Bário	1 mg/L (Ba)
Borato	5 mg/L, calculado como boro (B)
Cádmio	0,003 mg/L (Cd)
Cromo	0,05 mg/L, calculado como cromo (Cr) total
Cobre	1mg/L (Cu)
Cianeto	0,07 mg/L (CN)
Chumbo	0,01 mg/L (Pb)
Manganês	2 mg/L (Mn)
Merúrio	0,001 mg/L (Hg)
Níquel	0,02 mg/L (Ni)
Nitrato	50 mg/L, calculado como nitrato
Nitrito	0,02 mg/L, calculado como nitrito

Selênio	0,05 mg/L (Se)
---------	----------------

6.2. Outros contaminantes: a análise de outros contaminantes poderá ser solicitada a critério da autoridade competente.

## 7. HIGIENE

### 7.1. Considerações gerais

As águas minerais naturais e águas naturais devem ser captadas, processadas e envasadas obedecendo às condições higiênico-sanitárias e Boas Práticas de Fabricação fixadas em legislação específica, além disso:

- a) as embalagens a serem utilizadas, novas ou retornadas para um novo ciclo de uso, devem ser submetidas à avaliação individual. As embalagens com amassamentos, rachaduras, ranhuras, remendos, deformações do gargalo e ou com alterações de odor e cor devem ser rejeitadas. Caso a alteração indicar possível risco à saúde, a embalagem deve ser destruída;
- b) na circulação de embalagens, da lavagem até o fechamento, não é permitido o transporte manual;
- c) as saídas das máquinas lavadoras de embalagens devem estar posicionadas o mais próximo possível da sala de envase, para evitar que embalagens já lavadas circulem em ambiente aberto;
- d) para efeito de desinfecção nas lavadoras de recipientes, após o enxágüe com desinfetante de comprovada eficácia, enxaguar com a água a ser envasada. Deve ser comprovada a eficiência do processo de lavagem;

- e) o envase e o fechamento das embalagens devem ser efetuados por máquinas automáticas, sendo proibido o processo manual;
- f) as tampas das embalagens devem ser previamente desinfetadas;
- g) todas as máquinas, equipamentos e utensílios que entrem em contato com a água devem ser submetidos a higienização e manutenção periódica; e
- h) a rotulagem das embalagens deve ser feita fora da área de envase.

## 7.2. Características microbiológicas

Na fonte, poço ou local de surgência e na sua comercialização, a água mineral natural e a água natural não devem apresentar risco à saúde do consumidor (ausência de microrganismos patogênicos) e estar em conformidade com as características microbiológicas descritas abaixo:

Microrganismo	Amostra indicativa limites	Amostra representativa			
		n	c	m	M
E. coli ou coliforme (fecais) termotolerantes, em 100 mL	Ausência	5	0	.-.	Ausência
Coliformes totais, em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
Enterococos, em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
Pseudomonas aeruginosa, em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
Clostrídios sulfito redutores ou C. perfringens, em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP

n: é o número de unidades da amostra representativa a serem coletadas e analisadas individualmente.

c: é o número aceitável de unidades da amostra representativa que pode apresentar resultado entre os valores "m" e "M".

m: é o limite inferior (mínimo) aceitável. É o valor que separa uma qualidade satisfatória de uma qualidade marginal. Valores abaixo do limite "m" são desejáveis.

M: é o limite superior (máximo) aceitável. Valores acima de "M" não são aceitos.

## NOTA

1. Sempre que se tratar de avaliação de lotes e ou partidas, deverá ser coletada a amostra representativa, em cumprimento aos dispositivos legais vigentes. Exceção para as atividades que requeiram amostragem para investigação (relacionada com suspeita ou com identificação de problemas no lote e ou partida, para sua respectiva confirmação ou verificação da sua natureza e sua extensão ou ainda para informações sobre as possíveis fontes de problema) ou que requeiram inspeções rígidas (planos estatísticos com maior poder de discriminação de falhas);

2. A análise das unidades da amostra representativa deve ser feita usando-se o mesmo volume recomendado para a amostra indicativa. Na caracterização microbiológica da água ou do lote examinado devem ser considerados os resultados da amostra representativa.

#### 7.2.1. Em relação a amostra indicativa

7.2.1.1. A amostra é condenada (rejeitada) quando for constatada a presença de *E. coli* ou coliformes (fecais) termotolerantes ou quando o número de coliformes totais e ou enterococos e ou *Pseudomonas aeruginosa* e ou clostrídios sulfito redutores ou *C. perfringens* for maior que o limite estabelecido para amostra indicativa.

7.2.1.2. Deve ser efetuada a análise da amostra representativa quando na amostra indicativa for detectada a presença de *E. coli* ou coliformes (fecais) termotolerantes e ou o número de coliformes totais e ou enterococos e ou *Pseudomonas aeruginosa* e ou clostrídios sulfito

redutores e ou *C. perfringens* for maior que o limite estabelecido para amostra indicativa.

#### 7.2.2. Em relação a amostra representativa

7.2.2.1. O lote e ou partida é aprovado quando houver ausência de *E. coli* ou coliformes (fecais) termotolerantes em todas as unidades da amostra representativa, nenhuma unidade da amostra representativa apresentar contagem de coliformes totais, enterococos, *Pseudomonas aeruginosa* e clostrídios sulfito redutores e ou *C. perfringens* maior que "M" e no máximo uma unidade da amostra representativa apresentar contagem de coliformes totais, enterococos, *Pseudomonas aeruginosa* e clostrídios sulfito redutores e ou *C. perfringens* entre os valores "m" e "M".

7.2.2.2. O lote e ou partida será rejeitado, quando:

- a) for constatada a presença de *E. coli* ou coliformes (fecais) termotolerantes em qualquer das unidades da amostra representativa; ou
- b) apresentar contagem de coliformes totais e ou enterococos e ou *Pseudomonas aeruginosa* e ou clostrídios sulfito redutores e ou *C. perfringens* em qualquer uma das unidades da amostra representativa, maior que "M"; ou
- c) apresentar contagem de coliformes totais e ou enterococos e ou *Pseudomonas aeruginosa* e ou clostrídios sulfito redutores e ou *C. perfringens* em mais de uma unidade da amostra representativa, maior que "m".

## 8. PESOS E MEDIDAS

Devem obedecer à legislação específica.

## 9. ROTULAGEM

9.1. Devem obedecer ao Regulamento Técnico específico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados.

9.2. Devem, constar, obrigatoriamente, no rótulo, de forma clara, destacada e precisa, as seguintes declarações:

a) "Contém Fluoreto", quando o produto contiver mais que 1 mg/L de fluoreto;

b) "O produto não é adequado para lactentes ou crianças com até sete anos de idade", quando o produto contiver mais que 2 mg/L de fluoreto;

c) "Fluoreto acima de 2 mg/L, para consumo diário, não é recomendável", quando o produto contiver mais que 2 mg/L de fluoreto;

d) "Com gás" ou "gaseificada artificialmente" quando o produto for adicionado de dióxido de carbono.

e) "Contém sódio", quando o produto contiver mais de 200 mg/L de sódio;

9.3. Opcionalmente, pode ser utilizada a expressão "Sem gás", quando não for adicionado de dióxido de carbono.

## 10. MÉTODOS DE ANÁLISE

A avaliação da identidade e qualidade deverá ser realizada de acordo com os métodos de análise adotados e ou recomendados pela International Organization for Standardization (ISO), pela American Public Health Association (APHA), pelo Bacteriological Analytical Manual (BAM), pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e pela comissão do Codex Alimentarius e seus comitês específicos, até que venham a ser aprovados métodos de análises pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

## 11. AMOSTRAGEM

11.1. Só serão aceitas para análise amostras acondicionadas em embalagem original, a menos que tenham sido coletadas diretamente da fonte ou poço ou nos diferentes pontos de amostragem instalados na linha de envasamento;

11.2. A amostra, para fins de análise microbiológica, é composta pelo número de unidades suficientes para constituir o volume mínimo estabelecido para análise;

11.3. Sempre que necessário, outras determinações analíticas podem ser realizadas para a elucidação ou prevenção de problemas de saúde pública;

11.4. A análise microbiológica deve ser precedida de inspeção visual e não será efetuada quando a água envasada estiver em embalagem inadequada ou apresentar sinais de violação ou vazamento;



11.5. Quando a amostra for coletada na fonte, deve constar a temperatura da água na surgência e ou captação, assim como hora e data da amostragem, além das demais informações pertinentes;

11.6. As amostras coletadas na fonte ou poço devem ser analisadas preferencialmente de imediato ou, no máximo, até 24 horas após a coleta. Nesse caso, as amostras destinadas à análise microbiológica devem ser mantidas sob refrigeração até o momento das análises;

11.7. O número mínimo de amostras e a frequência mínima de amostragem a ser efetuada pela indústria de água mineral natural ou água natural deve obedecer aos planos de amostragem descritos nas Tabela 1 e Tabela 2;

11.8. Os resultados das análises realizadas nas amostras coletadas segundo os itens 11.2 e 11.3 devem estar à disposição para avaliação das autoridades competentes.

Tabela 1. Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para determinação das características microbiológicas na fonte ou poço e no final da linha de produção, a ser efetuada, obrigatoriamente, pela empresa envasadora.

Local de coleta	Número mínimo de amostras a serem analisadas	Análises a serem realizadas
Fonte ou Poço	1 amostra por dia	E. coli ou coliformes (fecais) termotolerantes, Contagem de bactérias heterotróficas (contagem padrão em placas)

	1 amostra por trimestre	Coliformes totais, E. coli ou coliformes (fecais) termotolerantes, Enterococos, Pseudomonas aeruginosa e Clostrídios sulfito redutores ou C. perfringens
Final da Linha de Produção	2 amostras por dia	E coli ou coliformes (fecais) termotolerantes, Pseudomonas aeruginosa
	1 amostra por semana	Coliformes totais, E.coli ou coliformes (fecais) termotolerantes, Enterococos, Pseudomonas aeruginosa

Tabela 2. Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para determinação das características físico-químicas e químicas na fonte ou poço e no final da linha de produção a ser efetuada, obrigatoriamente, pela Empresa envasadora:

Local de coleta	Nº mínimo de amostras a serem examinadas	Característica
Fonte ou Poço	1 por dia	Condutividade pH Temperatura
Final da Linha de Produção	2 por dia	Condutividade
	1 por ano	Características químicas, que definem a classificação da água e contaminantes

**ANEXO 5** – CONAMA 357, de 17 de março de 2005.



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**

**RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**

*Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

## CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquíicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E.Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima  $\beta$ -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

## CAPÍTULO II

### DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

## **Seção I**

### **Das Águas Doces**

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

## **Seção II**

### **Das Águas Salinas**

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

e

- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

## **Seção II**

### **Das Águas Salobras**

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;

e,

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aquicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

## **CAPÍTULO III**

### **DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

#### **Seção I**

##### **Das Disposições Gerais**

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.



§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

## Seção II

### Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P

Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L

Lindano ( $\gamma$ -HCH)	0,02 $\mu\text{g/L}$
Malation	0,1 $\mu\text{g/L}$
Metolacloro	10 $\mu\text{g/L}$
Metoxicloro	0,03 $\mu\text{g/L}$
Paration	0,04 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	0,009 $\text{mg/L}$
Simazina	2,0 $\mu\text{g/L}$
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 $\text{mg/L LAS}$
2,4,5-T	2,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	0,002 $\text{mg/L}$
Tetracloroeteno	0,01 $\text{mg/L}$
Tolueno	2,0 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,01 $\mu\text{g/L}$
2,4,5-TP	10,0 $\mu\text{g/L}$
Tributilestanho	0,063 $\mu\text{g/L TBT}$
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 $\text{mg/L}$
Tricloroeteno	0,03 $\text{mg/L}$
2,4,6-Triclorofenol	0,01 $\text{mg/L}$
Trifluralina	0,2 $\mu\text{g/L}$
Xileno	300 $\mu\text{g/L}$

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

<b>TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,14 $\mu\text{g/L As}$
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Benzidina	0,0002 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(b)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(k)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Criseno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
3,3-Diclorobenzidina	0,028 $\mu\text{g/L}$
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 $\mu\text{g/L}$
Hexaclorobenzeno	0,00029 $\mu\text{g/L}$
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	3,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	1,6 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeteno	3,3 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,00028 $\mu\text{g/L}$
2,4,6-triclorofenol	2,4 $\mu\text{g/L}$

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser

determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm<sup>3</sup>/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O<sub>2</sub>;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm <sup>3</sup> /L

Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	280 µg/L

Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O<sub>2</sub> em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

### Seção III

#### Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada

em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>; e

j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L



Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

<b>TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS</b>	
<b>PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,14 µg/L As
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroeteno	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e

d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O<sub>2</sub>.

II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O<sub>2</sub>; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

#### Seção IV

#### Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou

internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O<sub>2</sub>;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

## II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA VII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L

Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan ( $\alpha$ + $\beta$ + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano ( $\gamma$ -HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

<b>TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS</b>	
<b>PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,14 µg/L As
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L

2,4,6-Triclorofenol

2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

<b>TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O<sub>2</sub>;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

#### CAPÍTULO IV

##### DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

<b>TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:



I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

## CAPÍTULO V

### DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

## CAPÍTULO VI

### DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterà, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

**MARINA SILVA**  
**Presidente do CONAMA**