



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Geociências  
Área de Administração e Política de Recursos Minerais**

**LUCIO CARRAMILLO CAETANO**

**ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ):  
UMA OPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Estado: \_\_\_\_\_  
reel: \_\_\_\_\_  
ca.: *Lucio Carramillo Caetano*  
s. n.º: \_\_\_\_\_  
o. n.º: *28 07 2000*  
*Antônio José Pires*  
ORIENTADOR

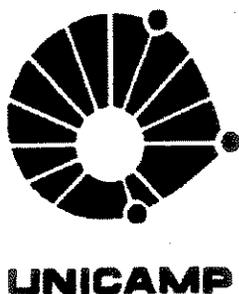
**CAMPINAS - SÃO PAULO**

**Julho - 2000**

**UNICAMP**

**BIBLIOTECA CENTRAL**

**SEÇÃO CIRCULANTE**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Geociências**

**Área de Administração e Política de Recursos Minerais**

**LUCIO CARRAMILLO CAETANO**

**ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ):  
UMA OPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências na Área de Administração e Política de Recursos Minerais.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

**Julho - 2000**



**UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE**

200045579

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/Unicamp
	Chilca
V. Ex.	
TOMBO BC/	42672
PROC.	1612-78/00
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREC@	R\$ 11,00
DATA	14/10/00
N.º CPD	

CM-00147039-4

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO IG - UNICAMP - IG

Caetano, Lucio Carramillo	
16a	Água subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes: uma opção para o abastecimento / Lucio Carramillo Caetano .- Campinas,SP.: [s.n.], 2000.
<p style="text-align: center;"><b>Orientadora: Sueli Yoshinaga Pereira</b></p> <p style="text-align: center;">Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.</p> <p style="text-align: center;">1. Águas Subterrâneas. 2. Aquíferos. 3. Abastecimento de Água. 4. Recursos Hídricos. 5. Política Mineral. I. Pereira, Sueli Yoshinaga. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências III. Título.</p>	



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS  
MINERAIS

AUTOR: Lucio Carramillo Caetano

ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ):  
UMA OPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

PRESIDENTE: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

EXAMINADORES:

Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Profa. Dra. Mara Akie Iritani

Prof. Dr. Benedicto Humberto R. Francisco

Handwritten signatures of the examiners: Sueli Yoshinaga Pereira (President), Mara Akie Iritani, and Benedicto Humberto R. Francisco.  
Presidente

UNICAMP      Campinas,      de julho de 2000  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

## Dedicatória

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

Esse trabalho é dedicado a Egmont Capucci, hidrogeólogo da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro - CEDAE.

Grande incentivador da pesquisa de água subterrânea no estado do Rio de Janeiro, é o responsável pelo abastecimento de água potável em inúmeras cidades deste Estado.

## Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a meu pai, Odilon Alves Caetano, desencarnado em outubro de 1999, e minha mãe Lucia Carramillo Caetano pelo direito a vida.

Em seguida a minha esposa, Maria Edith Correia Caetano, a meu filho, Ricardo Correia Carramillo Caetano e a Sabrina Correia de Oliveira pela paciência nesses infindáveis dois anos e meio de ausência na vida familiar.

Ao meu cunhado, Luiz Carlos Lefebvre, a minha irmã Arlete Caetano Lefebvre, aos meus sobrinhos Luiz Carlos Lefebvre Júnior e Ana Carla Caetano Lefebvre por todo o apoio durante esse período, inclusive pela divisão do espaço físico de seu lar.

À minha irmã Ângela Maria Caetano Barreira pela demonstração de fé e perseverança na luta contra o câncer durante o infindável período de agosto de 1998 a agosto de 1999, quando veio a desencarnar.

À Professora Dra. Sueli Yoshinaga Pereira por sua orientação e apoio durante todo o período do estudo.

Ao Professor Dr. Hildebrando Herrmann pela confiança e incentivo.

Ao Instituto de Geociências e ao Departamento de Administração e Recursos Minerais pela infra-estrutura fornecida.

Ao CNPq pela ajuda financeira.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral, nas pessoas dos Chefes do 9º Distrito, Paulo Roberto de Mello, Diógenes de Almeida Campos e Romildo Maranhão do Valle, pela liberação das horas de trabalho para elaboração dessa pesquisa.

Aos colegas e amigos do 9º Distrito do DNPM, em especial a José Carlos de Carvalho, Jorge Palma, Francisco Bonfim Jr., Lucia Montilla Mayer e José Mauro pela ajuda fundamental na divisão de tarefas da SGPM.

Ao amigo e colaborador Egmont Capucci, hidrogeólogo da CEDAE, pela ajuda e apoio em cada etapa desse trabalho.

Aos colegas e amigos da CPRM do Rio de Janeiro, em especial a Sérgio Azevedo Marques de Oliveira, André Luiz Monsorens, Ana Beatriz, João Bosco, José Carlos e Bastos.

Aos colegas e amigos do DRM, em especial a Kátia Mansur e Aderson Marques.

À REDUC/UFF, nas pessoas do Engenheiro Rodrigo Raposo e Ângela.

À Waterloo Hydrogeologic Brasil, pela liberação dos “*softwares AquaChem, AquiferTest e 3-D Visual ModFlow*”.

À TRANSTERRA Poços Artesianos, na pessoa de seu Diretor Rodrigo Ribeiro Ratto, pelos projetos dos poços, orçamentos e colaboração.

À CODEMCA pelo apoio logístico fornecido durante os trabalhos de campo.

A cada um dos funcionários do Instituto de Geociências que deixo de citar nominalmente para que não incorra em injustiças, pelo carinho, apoio e compreensão.

E aos amigos, Professor Dr. Benedicto Humberto R. Francisco da UFRJ, Professor Dr. Cleverton Silva da UFF, Professor Dr. Giorgio Basilici da UNICAMP, Dr. Seiju Hassuda, Dra. Mara Akie Iritani, geólogos Cezar Schenini e Edgar Pane, pelas contribuições, discussões, críticas e incentivos.

A todos, o meu muito obrigado!

# SUMÁRIO

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Sumário	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Gráficos	vi
Lista de Tabelas	vii
Lista de Anexos	viii
Resumo	ix
Abstrat	x
Lista de Siglas, Abreviaturas e Símbolos	xi
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Objetivos e Justificativas</b>	<b>3</b>
<b>3 Localização</b>	<b>5</b>
<b>4 Metodologia</b>	<b>7</b>
4.1 Revisão Bibliográfica	7
4.2 Trabalhos Realizados	8
4.2.1 Cadastramento de Poços Profundos	9
4.2.2 Visita aos Poços em Funcionamento e Medida das Coordenadas	9
4.2.3 Caracterização Hidrodinâmica e Hidroquímica	10
4.2.4 Definição dos Sistemas Aquíferos	10
4.2.5 Fluxo da Água Subterrânea no Aquífero Quaternário Deltaico	10
4.2.6 Cálculo das Reservas	11
4.2.7 Carta de Delimitação dos Aquíferos e Perfis	11
4.2.8 Avaliação da Política de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro	11
4.2.9 Comparação dos Custos Operacionais	12
<b>5 Aspectos Históricos, Demográficos e Sócio-econômicos</b>	<b>13</b>
<b>6 Aspectos Fisiográficos</b>	<b>15</b>
6.1 Relevo	15
6.2 Solo	16
6.3 Clima	18
6.4 Hidrologia	21
<b>7 Aspectos Geológicos</b>	<b>28</b>
7.1 Geologia Regional	28
7.1.1 Complexo Região dos Lagos	28
7.1.2 - Complexo São Fidélis	29
7.1.3 Granitóides Tonalíticos Serra dos Órgãos	29
7.1.4 Tectônica do Estado do Rio de Janeiro	29

7.2 Geologia da Área - Geologia do Delta do Rio Paraíba do Sul	32
7.2.1 Estruturas e Gênese	32
7.2.2 Formação e Evolução do Delta do Rio Paraíba do Sul	39
7.2.2.1 Formação e Evolução dos Deltas do rio Paraíba do Sul no Terciário	39
7.2.2.2 Formação e Evolução dos Deltas do rio Paraíba do Sul no Quaternário	41
<b>8 Aspectos Hidrogeológicos</b>	<b>54</b>
8.1 Caracterização Regional	54
8.2 Sistemas Aqüíferos no município de Campos dos Goytacazes	56
8.2.1 Sistema Aqüífero Fraturado ou Aqüífero Fraturado	57
8.2.2 Sistemas Aqüíferos Sedimentares	59
8.2.2.1 Sistemas Aqüíferos Terciários	59
8.2.2.1.1 Aqüífero Formação Barreiras	61
8.2.2.1.1.1 Hidrodinâmica	63
8.2.2.1.1.2 Hidroquímica e Qualidade	66
8.2.2.1.2 Aqüífero Emborê	68
8.2.2.1.2.1 Hidrodinâmica	69
8.2.2.1.2.2 Hidroquímica e Qualidade	71
8.2.2.2 Aqüífero Quaternário Deltaico	71
8.2.2.2.1 Hidrodinâmica	73
8.2.2.2.2 Hidroquímica e qualidade	77
8.3 Cálculo das Reservas	78
8.4 Geometria dos Aqüíferos	80
<b>9 Aspectos Legais, Administrativos e Políticos</b>	<b>85</b>
9.1 Constituição do Estado do Rio de Janeiro	85
9.2 Lei Estadual de Recursos Hídricos	87
9.3 Atuação Político-Administrativa do Governo do Estado do Rio de Janeiro voltada para os Recursos Hídricos	88
9.4 A Política de Distribuição de Água no Município de Campos dos Goytacazes	92
<b>10 Comparação de Custos entre o Aproveitamento de Água Superficial e Subterrânea</b>	<b>96</b>
10.1 Custos para o Aproveitamento do Manancial de Água Superficial	96
10.2 Custos o Aproveitamento do Manancial de Água Subterrânea	97
10.3 Análise Comparativa	98
<b>11 Conclusão e Recomendações</b>	<b>100</b>
<b>12 Referências Bibliográficas</b>	<b>106</b>

## Lista de Figuras

Figura 3.1 Localização da Área de Estudo	6
Figura 7.1 Divisão do Território Fluminense em Blocos Crustais	31
Figura 7.2 Esboço Estrutural e Faciológico dos Sedimentos Neo-Cretáceos/Terciários da Bacia de Campos	34
Figura 7.3 Modelo Depositional das Formações Emborê-Campos	37
Figura 7.4 Coluna Estratigráfica da Bacia de Campos	38
Figura 7.5 Seção Geológica Generalizada Através da Bacia de Campos	38
Figura 7.6 Comportamento dos Perfis de Equilíbrio na Zona Litorânea	44
Figura 7.7 Mecanismo de Bloqueio de Transporte Litorâneo por Efeito de Fluxo Fluvial, Formado por uma Desembocadura em Região Litorânea, com Deposição Predominante a Barlamar da Corrente de Deriva Litorânea	45
Figura 7.8 Em Ausência de Transporte Litorâneo, Quando as Frentes de Onda Incidem Paralelamente à Linha de Costa, os Sedimentos de Aporte Fluvial são Depositados em Ambos os lados da Foz, originando uma Feição em Cúspide Aproximadamente Simétrica	45
Figura 7.9 Legenda do Mapa Geológico do Quaternário Costeiro da Metade Norte do Estado do Rio de Janeiro	52
Figura 7.10 Detalhe da Área de Estudo no Mapa Geológico do Quaternário costeiro da Metade Norte do Estado do Rio de Janeiro	53

## Lista de Gráficos

Gráfico 6.1 Seqüência Comparativa entre Precipitação Total e Evaporação Total – Estação Campos	21
Gráfico 6.2 Vazões x Precipitações – Posto Campos	25

# Lista de Tabelas

Tabela 6.1 Normais Climatológicas – Estação Campos: 1961/1990	20
Tabela 6.2 Valores das Vazões (m <sup>3</sup> /s) do rio Paraíba do Sul, Medidas no Posto Fluviométrico da Ponte Municipal em Campos	24
Tabela 6.3 Dados de Precipitação Média no Período de Abril/1945 a Janeiro/1993	25
Tabela 6.4 Vazão do rio Paraíba do Sul (m <sup>3</sup> /s) – Estação de São Fidelis	26
Tabela 6.5 Vazão do rio Muriaé (m <sup>3</sup> /s) – Posto Cardoso Moreira	27
Tabela 7a Esquematização da Sequência Evolutiva da Margem continental brasileira em Especial da Bacia de Campos (Baseado em Gama Jr., 1977)	36
Tabela 8.1 Poços Cadastrados no Aquífero Fraturado	58
Tabela 8.2 Localização e Situação dos Poços no Município de São Francisco do Itabapoana – Fm Barreiras	62
Tabela 8.3 Localização e Situação dos Poços no Município de São João da Barra – Fm Barreiras	63
Tabela 8.4 Localização e Situação dos Poços em Campos dos Goytacazes – Fm Barreiras	63
Tabela 8.5 Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços de São Francisco do Itabapoana – Fm Barreiras	65
Tabela 8.6 Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços de São João da Barra – Fm Barreiras	65
Tabela 8.7 Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços de Campos dos Goytacazes – Fm Barreiras	66
Tabela 8.8 Aspectos Hidroquímicos da Água dos Poços de São Francisco do Itabapoana – Fm Barreiras	67
Tabela 8.9 Aspectos Hidroquímicos da Água dos Poços de São João da Barra – Fm Barreiras	67
Tabela 8.10 Aspectos Hidroquímicos da Água dos Poços de Campos dos Goytacazes – Fm Barreiras	68
Tabela 8.11 Localização e Situação dos Poços na Fm Emborê	69
Tabela 8.12 Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços da Fm Emborê	70
Tabela 8.13 Aspectos Hidroquímicos da Água dos Poços da Fm Emborê	71
Tabela 8.14 Poços Cadastrados no Aquífero Quaternário Deltaico	73
Tabela 8.15 Valores Máximos, Médios e Mínimos de Espessura Saturada, Profundidade, NE, ND, Rebaixamento, Vazão, Capacidade Específica e Transmissividade obtidos nos Poços do Aquífero Quaternário Deltaico	74
Tabela 8.16 Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços no Aquífero Quaternário Deltaico	76
Tabela 8.17 Aspectos Hidroquímicos da Água dos Poços no Aquífero Quaternário Deltaico	78
Tabela 9.1 Localidades Servidas por Água Encanada e suas Respectivas Fontes de Captação	93
Tabela 10.1 Custo para Captação da Água Superficial	97
Tabela 10.2 Despesas Anuais para a Produção, Adução e Manutenção do Sistema de Água superficial	97
Tabela 10.3 Custo para Captação da Água Subterrânea	98
Tabela 10.4 Despesas Anuais para a Produção, Adução e Manutenção do Sistema de Água Subterrânea	98
Tabela 11.1 Indicativos Médios, Máximos, Mínimos por Aquíferos em Campos dos Goytacazes, São Francisco do Itabapoana e São João da Barra	104

# Lista dos Anexos

Anexo 1.1 Tabelas com Informações Adicionais dos Poços Cadastrados	113
Anexo 1.1 (a) Tabela com a Espessura das Camadas, do Cristalino e a Profundidade do Topo do Cristalino	114
Anexo 1.1 (b) Tabela com a Porcentagem de Areia ou Arenito, Espessura da Camada Saturada e a Caracterização do Aquífero	115
Anexo 1.1 (c) Tabela com a Descrição Resumida da Litologia (1)	117
Anexo 1.1 (d) Tabela com a Descrição Resumida da Litologia (2)	119
Anexo 1.1 (e) Tabela com a Descrição Resumida da Litologia (3)	120
Anexo 1.1 (f) Tabela Indicativa das Entradas de Água e da Localização dos Filtros nos Poços	121
Anexo 1.2 Representação Gráfica das Característica da Água através dos Diagramas de Piper e Stiff	123
Anexo 1.2 (a) Diagramas de Piper e Stiff - Poços 55-GAR e 58-GAR	124
Anexo 1.2 (b) Diagramas de Piper e Stiff - Poços 53-SJB e 88-GRU	125
Anexo 1.2 (c) Diagramas de Piper e Stiff – Poços 39-FAR e 40-FAR	126
Anexo 1.2 (d) Diagramas de Piper e Stiff – Poços 32-ANA e 33-ANA	127
Anexo 1.3 Projetos e Orçamentos Estimados para Construção de Poços no Município de Campos dos Goytacazes	128
Anexo 1.3 (a) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Fraturado	129
Anexo 1.3 (b) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Terciário Fm Emborê	133
Anexo 1.3 (c) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Donana	138
Anexo 1.3 (d) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Queimado	143
Anexo 1.4 Mapa das Macroregiões Ambientais do Estado do Rio de Janeiro (Bacias Hidrográficas)	150
Anexo 1.5 Perfis Geológicos/Hidrogeológicos	151
Anexo 1.5 (a) Perfil DD'	152
Anexo 1.5 (b) Perfil FF'	153
Anexo 1.5 (c) Perfil GG'	154
Anexo 1.5 (d) Perfil JJ'	155
Anexo 1.5 (e) Perfil KK'	156
Anexo 1.5 (f) Perfil LL'	157
Anexo 1.6 Mapa de Sombra do Campo Magnético Total do Estado do Rio de Janeiro	159
Anexo 1.7 Mapa Geológico e de Localização Estrutural do Embasamento na Parte Emersa da Bacia de Campos	161
Anexo 1.8 Mapa de Delimitação Aproximada dos Aquíferos da Região de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana	163



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE  
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS**

**ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ):  
UMA OPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO**

**RESUMO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Lucio Carramillo Caetano**

O grande número de poços no município de Campos dos Goytacazes e municípios vizinhos, bem como a geologia da área, permitiu a delimitação de quatro Aquíferos naquela região, são eles: Fraturado, Terciário Formação Barreiras, Terciário Formação Emborê (Deltaico) e Quaternário Deltaico, considerados de suma importância para o abastecimento de água na região norte fluminense.

O Aquífero Quaternário Deltaico caracteriza-se por possuir vazão média próxima a 140 m<sup>3</sup>/h, capacidade específica média de 88 m<sup>3</sup>/h/m e transmissividade média de 8.000 m<sup>2</sup>/dia. O Terciário Fm Emborê, caracteriza-se por vazão média próxima aos 71 m<sup>3</sup>/h, capacidade específica média de 3,54 m<sup>3</sup>/h/m e transmissividade média de 191 m<sup>2</sup>/dia. O Terciário Fm Barreiras, por vazão média próxima aos 38 m<sup>3</sup>/h, capacidade específica média de 0,54 m<sup>3</sup>/h/m e transmissividade média de 130 m<sup>2</sup>/dia. O Fraturado, por vazão média próxima aos 6,00 m<sup>3</sup>/h e capacidade específica média de 0,39 m<sup>3</sup>/h/m. Os valores acima, demonstram a excelência dos aquíferos sedimentares.

Os dados coletados durante o trabalho de pesquisa permitiram o cálculo da reserva permanente e da reserva renovável do Aquífero Quaternário Deltaico. A reserva permanente é da ordem de 10<sup>10</sup> m<sup>3</sup> e a reserva renovável atinge a casa dos 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/ano, enquanto a exploração anual atual desse aquífero atinge 20% desse valor.

A ultrapassada cultura brasileira que ainda hoje dá preferência a captação de águas superficiais apesar de custos de instalação e manutenção anual, respectivamente, 35% e 700% maiores do que o da água subterrânea, é, ainda, o maior dificuldade para que toda a população de Campos de Goytacazes receba água potável.

Demonstrada a potencialidade dos recursos hídricos subterrâneos de Campos dos Goytacazes e municípios vizinhos, espera-se das Administrações Públicas Municipais a elaboração de Planos Diretores que visem o aproveitamento racional e a proteção de seus Aquíferos. Do Governo Estadual, aguarda-se a regulamentação da lei de recursos hídricos bem como apoio a novas pesquisas que venham propiciar melhores definições geológicas e hidrogeológicas dessa importante região brasileira.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE  
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS**

**ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ):  
UMA OPÇÃO PARA O ABASTECIMENTO**

**ABSTRACT**

**MASTER DISSERTATION**

**Lucio Carramillo Caetano**

The large number of wells on the Campos dos Goytacazes city and cities behind, like the geology of the area, permitted delimitation of four aquifers in that region, they are: Fractured, Tertiary Barreiras Formation, Tertiary Emborê Formation (Deltaic) and Quaternary Deltaic, all considered very important to the north fluminense water supply.

The Quaternary Deltaic Aquifer is characterized by a average flow close to 140 m<sup>3</sup>/h, average specific capacity of 88 m<sup>3</sup>/h/m and 8,000 m<sup>2</sup>/day of transmissivity. The Tertiary Emborê Formation, is characterized by average flow close to 71 m<sup>3</sup>/h, , average specific capacity of 3.54 m<sup>3</sup>/h/m and 191 m<sup>2</sup>/dia of transmissivity. The Tertiary Barreiras Formation, is characterized by average flow close to 38 m<sup>3</sup>/h, average specific capacity of 0.54 m<sup>3</sup>/h/m and 130 m<sup>2</sup>/day of transmissivity. The Fractured Aquifer is characterized by a average flow close to 6.00 m<sup>3</sup>/h, average specific capacity of 0.39 m<sup>3</sup>/h/m. These data demonstrated how Sedimentary Aquifers have excellent productivity.

The data collected during the survey allowed to calculated the permanent reserve and renewable reserve for Quaternary Deltaic Aquifer. The permanent reserve value is about 10<sup>10</sup> m<sup>3</sup> and the renewable reserve 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/year. The current annual exploitation of the Aquifer was estimated in 20% of this renewable reserve volume.

The out of date Brazilian culture still prefer exploit water from rivers or dams however the cost of installation and annual maintenance is, respectively, 35% and 700% higher than the groundwater. This kind of culture is, still, the most difficulty to give clean water to the Campos dos Goytacazes population.

This research demonstrated the excellent groundwater productivity in Campos dos Goytacazes and cities behind. It is expected from the Local Public Administration to manage this water resources exploitation in order to make a rational use and the protection of these aquifers. From the State Public Administration is expected the regulation of Water Law to support the new researches that could will bring better geological and hydrogeological definitions from this important Brazilian region.

# LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A.P. – Antes do Presente

CECA – Comissão Estadual de Controle Ambiental

CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro

Cia. - Companhia

CIDE – Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro

CODEMCA – Companhia de Desenvolvimento de Campos

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Cr\$ - Cruzeiros (antiga moeda brasileira)

DNAEE – Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DRM – Departamento de Recursos Minerais

ENCO – Engenharia Consultoria Planejamento Ltda.

ETA – Estação de Tratamento da Água

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

Fm – Formação

GEOPLAN – Assessoria Planejamento e Perfurações Ltda.

GPS – Global Position System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

km<sup>2</sup> – quilômetros quadrados

Ltda. - Limitada

m – metro

m<sup>2</sup>/h – metros quadrados por hora

m<sup>3</sup>/ano – metros cúbicos por ano

m<sup>3</sup>/h – metros cúbicos por hora

m<sup>3</sup>/h/m – metros cúbicos por hora por metro

m<sup>3</sup>/s – metros cúbicos por segundo

mg/l – miligrama por litro

NE – nível estático  
ND – nível dinâmico  
nd – dado não disponível  
PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S/A.  
pH - potencial de hidrogênio  
RADAM – Radar na Amazônia  
RADAMBRASIL – Radar no Brasil  
S/A. – Sociedade Anônima  
SERLA – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas  
SGPM – Seção de Geologia e Produção Mineral  
STD – Sólidos Totais Dissolvidos  
SURCA – Superintendência Regional de Campos da CEDAE  
UFF – Universidade Federal Fluminense  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
US\$ - Dólar norte-americano  
 $\mu\text{mhos/cm}$  - micromhos por centímetro

# 1 Introdução

Um dos mais antigos desafios em nosso país é captar e distribuir água potável à população. Ainda hoje, à beira do terceiro milênio, diversas regiões brasileiras sofrem com a falta de água. A grande maioria das vezes, provocadas por secas freqüentes e cíclicas que impossibilitam a manutenção da água nos rios locais, de onde, por força de um hábito secular, se retira a água para abastecimento.

Fora a seca, algumas regiões, apesar da riqueza hídrica, não recebem água tratada encanada por falta de recursos financeiros suficientes que permitam à administração local manter um complexo de captação, tratamento e distribuição de água potável. Essa dificuldade está muito mais atrelada à cultura brasileira de captação de água superficial do que, verdadeiramente, a uma falta de recursos. Esse complexo - captação, tratamento e distribuição - de água proveniente de rio, por exemplo, pode custar até 7 (sete) vezes mais do que o mesmo complexo se utilizada água de origem subterrânea.

O êxito que vem alcançando a distribuição de água subterrânea captada e tratada, para abastecer parte ou a totalidade de cidades brasileiras de grande, médio e pequeno porte como: Natal (RN), Olinda (PE), Maceió (AL), Fortaleza (CE), parte de Recife (PE), Lins (SP), Ribeirão Preto (SP), São José do Rio Preto (SP), parte de Cuiabá (MT), parte da Região Metropolitana de Porto Alegre (RS), Cidades menores como Dores de Macabú (RJ) e São Sebastião do Alto (RJ), assim como parte de cidades importantes no Estado do Rio (CEDAE, 1999) como: Petrópolis, Nova Friburgo, Maricá e Teresópolis, além de tantas outras, leva o pesquisador a supor que, se cidades com um potencial de água subterrânea bastante inferior ao de Campos dos Goytacazes optaram por captar e distribuir esse tipo de água, em Campos o binômio custo e eficiência permitiriam tanto um desembolso menor por parte do responsável pela distribuição de água bem como uma melhoria de qualidade da água utilizada e consumida pela população local.

A maior parte da água doce distribuída em Campos é captada do Rio Paraíba do Sul (CEDAE, 1999) que chega a Campos depois de passar por municípios dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, com altos

índices de urbanização e industrialização, onde estão instaladas diversas indústrias poluentes, como é o caso da Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda.

Segundo informações de engarrafadores e distribuidores de água mineral do norte fluminense, a questão da desconfiança em relação a qualidade da água distribuída pela Companhia de Abastecimento local, bem como da falta de água encanada em algumas regiões e bairros, tem elevado o consumo de água mineral nesse município, obrigando, muitas vezes, até a parcela mais carente da população a desembolsar recursos do seu já escasso salário para aquisição de água mineral, como única opção de água doce potável de qualidade disponível no município.

## 2 Objetivos e Justificativas

O objetivo principal da presente proposta de pesquisa é o fornecimento de fontes alternativas seguras para o abastecimento de água potável para a população do município de Campos dos Goytacazes – RJ, com base na quantificação do reservatório e avaliação da potencialidade de exploração dos aquíferos locais e análise de custo entre o abastecimento através de água superficial e de água subterrânea, possibilitando assim à administração local optar pela melhor forma de utilização do potencial hídrico da região.

Como objetivo secundário da presente pesquisa pode-se apontar a compilação de dados geológicos, hidrogeológicos, de demanda e potencialidade dos recursos hídricos do município de Campos dos Goytacazes o que, de qualquer forma, ajudaria no fornecimento de dados básicos para subsidiar a elaboração de diretrizes para a implementação de gestão de recursos hídricos subterrâneos no município.

O município de Campos dos Goytacazes apesar de situar-se na região sudeste brasileira, região reconhecidamente rica em recursos hídricos, não foge a regra brasileira e, apesar da riqueza hídrica comprovada de seu subsolo pela potencialidade de água doce da bacia sedimentar de Campos, não consegue distribuir água potável à totalidade de seu povo.

Esse município foi escolhido para a pesquisa tendo em vista os seguintes aspectos:

- Município com população próxima aos 400.000 habitantes e Pólo gerador de empregos para a região norte do Estado do Rio;
- Custo elevado do aproveitamento da água do Rio Paraíba do Sul;
- Menos de 10% da população é abastecida por água subterrânea;
- Grande parte da população não tem acesso a água encanada e saneamento;
- Consumo elevado de água mineral engarrafada;
- Geologia favorecendo à formação de excelentes aquíferos, que não estão sendo convenientemente aproveitados e protegidos de maneira adequada e

- Grande número de perfis de poços realizados por diferentes empresas que ensejam uma melhor avaliação da geologia local.

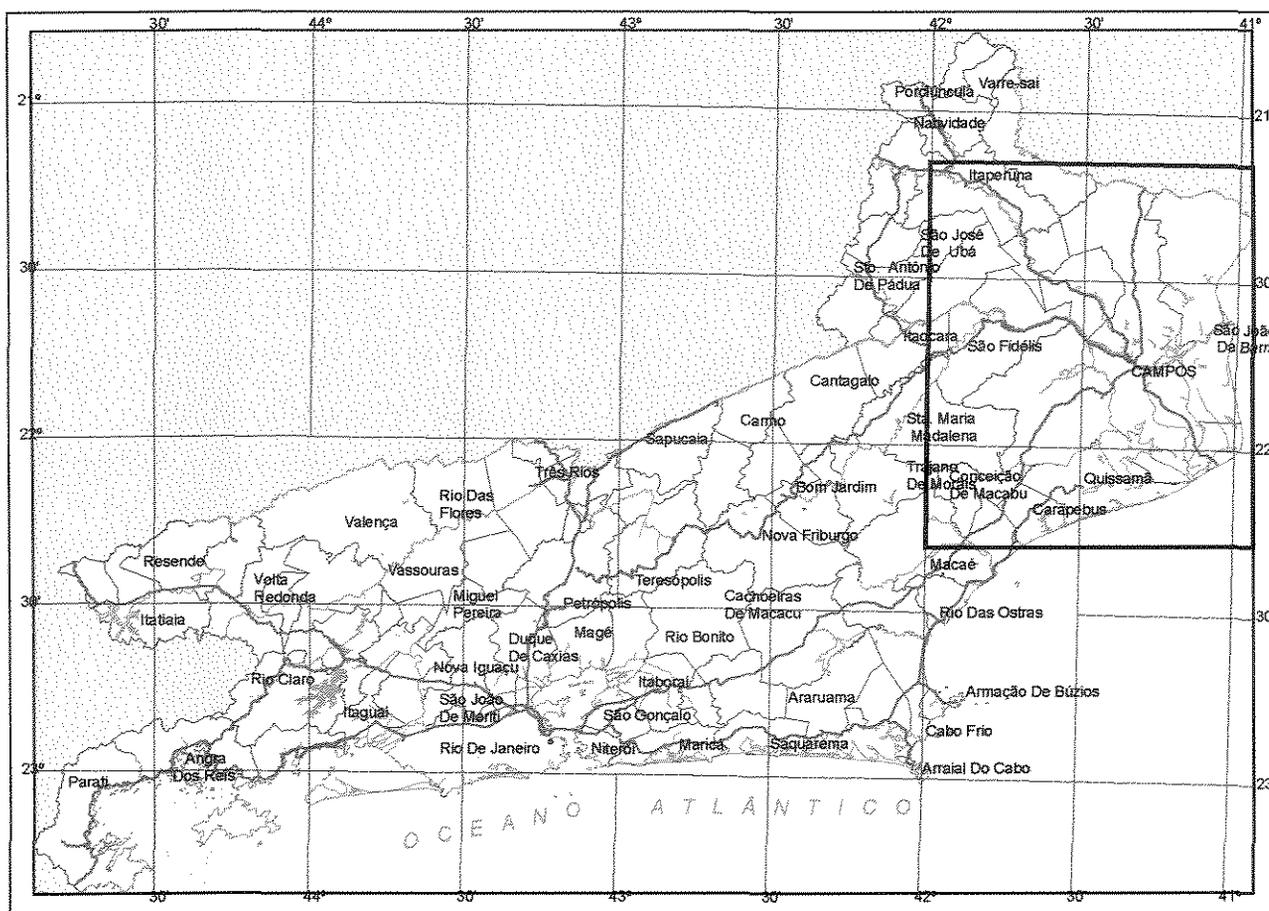
### 3 Localização

A área em estudo situa-se na baixada do município de Campos dos Goytacazes, na região norte do estado do Rio de Janeiro, distando da capital, cerca de 275 km pela rodovia federal BR 101 toda asfaltada.

O município de Campos, como é chamado, faz divisa ao norte com o estado do Espírito Santo, a nordeste com o município de São Francisco de Itabapoana, a leste com o município de São João da Barra e o oceano Atlântico, ao sul com os municípios de Quissamã, Conceição de Macabú e Santa Maria Madalena, a oeste com São Fileis e a noroeste com Cardoso Moreira, Italva e Bom Jesus do Itabapoana.

A sede do Município localiza-se às coordenadas: latitude de 21° 45' 15" Sul e longitude de 41° 19' 28" Oeste. Possui uma altitude de 13 metros e dista 48 km do oceano Atlântico (figura 3.1).

### Localização do Município de Campos



### Localização do Estado do Rio de Janeiro



### Articulação da Folha

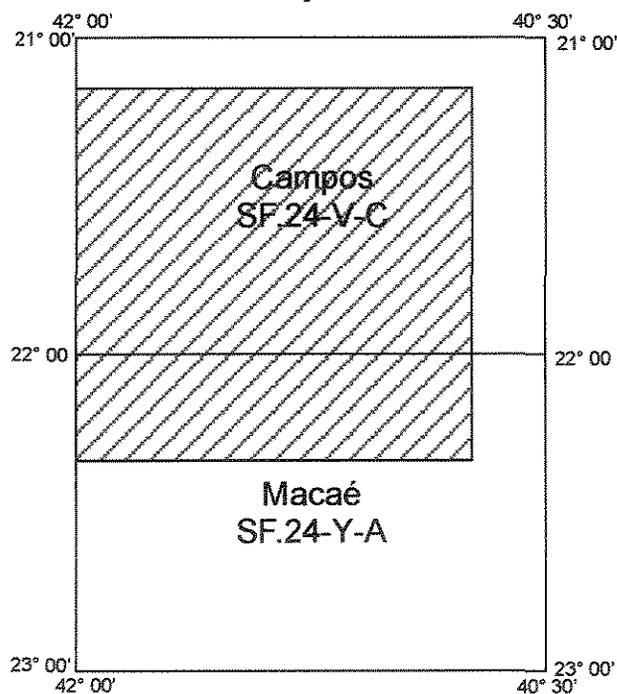


FIGURA 3.1  
LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

## 4 Metodologia

Nesse capítulo são apresentados os procedimentos executados para o cumprimento dos objetivos desse trabalho.

### 4.1 Revisão Bibliográfica

A partir da pesquisa bibliográfica foi possível traçar um breve histórico da evolução dos estudos geológicos e hidrogeológicos da região de Campos.

A partir do final do século XIX, Hartt (1870), deu início aos estudos da Bacia Sedimentar de Campos. Pesquisadores como Williams (1921) e Lamego (1940-1955), já identificavam a possibilidade de ocorrência de petróleo nessa Bacia.

Esses estudos fazem da Bacia de Campos uma área geologicamente bem definida e conhecida.

Com a perfuração do poço 2-CST-1-RJ que atingiu 2160 metros de profundidade, em Cabo de São Tomé executado pela Petrobrás em 1959, foi dado início às pesquisas na área emersa da Bacia de Campos. Esse estudo apesar de comprovar a inexistência de petróleo na área Continental da Bacia, evidenciou a presença de água doce até a profundidade de 350 metros.

Schaller (1973), Gama Jr. (1977) deram continuidade aos estudos da Bacia de Campos, já com o apoio da Petrobrás, ainda com ênfase a área imersa da bacia.

A área emersa vem sendo estudada por Lamego (1940-1955), por Martin et. al. (1997), Suguio, K. (1981), Silva (1986) entre outros que desenvolvem trabalhos a respeito da evolução do Delta do rio Paraíba do Sul.

Até a década de 80 não se fazia estudos para definição de aquíferos. Os poucos poços existentes no município, serviam às Usinas de Açúcar.

Foi a ENCO em 1980 que fez o primeiro trabalho para viabilizar a exploração de água subterrânea para fins de consumo pela população local.

A GEOPLAN, 1996, através de um estudo elaborado para a região do município de São Francisco do Itabapoana, forneceu novos dados hidrodinâmicos e hidroquímicos do aquífero dessa região.

Mapa do topo do Cristalino, executado pela Petrobrás (1987), bem como o geológico de Fonseca (1998), geológico do Quaternário elaborado por Martin et. al. (1997) e o de Sombras Magnéticas, CPRM (1998), foram de fundamental importância para a definição da geometria dos aquíferos.

Dois grandes trabalhos de pesquisa de água subterrânea foram executados na área.

A ENCO que através de contrato de prestação de serviços com a CEDAE em 1980 desenvolveu um estudo detalhado de toda a região do norte fluminense. Esse estudo englobava o cadastramento dos poços já existentes, a definição do fluxo da água subterrânea, a determinação de alguns padrões hidrodinâmicos, algumas análises químicas e a construção de um poço modelo em Goytacazes. Fora isso, calculou o custo de ampliação da capacidade de fornecimento de água à população local para a década de 90 e a comparação dos custos para captação e distribuição de água subterrânea e superficial. Essa Empresa, apesar de estudar vasta área da região norte do estado do Rio, enfocou com maior destaque a área do aquífero que denominou Aluvionar.

A GEOPLAN, também através de contrato de prestação de serviços com a CEDAE em 1995, desenvolveu um estudo hidrogeológico da região de São Francisco de Paula e Guaxindiba no município de São Francisco do Itabapoana, extremo norte do estado do Rio de Janeiro, divisa com Campos dos Goytacazes.

Nesse estudo foram desenvolvidos os aspectos hidrodinâmicos e hidroquímicos do aquífero Barreiras nesse município.

Já Carvalho, A. R. (1998), geólogo da CEDAE, através de relatório técnico interno, descreve a potencialidade de água subterrânea do município de Campos.

## 4.2 Trabalhos Realizados

As principais etapas do trabalho compreenderam: cadastramento de poços profundos, visita aos poços em funcionamento e levantamento das coordenadas

dos poços, caracterização hidrodinâmica e hidroquímica dos poços em funcionamento, cálculo das reservas renovável e permanente, definição dos Sistemas Aquíferos, o fluxo da água subterrânea no Aquífero Quaternário Deltaico, carta hidrogeológica, avaliação da política de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro e a comparação entre os custos operacionais para o aproveitamento de água superficial e o de água subterrânea.

#### 4.2.1 Cadastramento de Poços Profundos

A partir de levantamento baseado nos trabalhos da ENCO (1980), GEOPLAN (1996) e pesquisa nos arquivos da CEDAE (1998, 1999 e 2000), foram cadastrados os poços dos municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana.

Ao cadastro, procurou-se incorporar informações essenciais que pudessem ser úteis para definições da localização, de parâmetros hidrodinâmicos, hidroquímicos além do nome da empresa de perfuração e se o poço está em atividade.

Do total de 84 poços cadastrados, apenas 27 estão em funcionamento e atendem a população de São João da Barra, São Francisco do Itabapoana e parte da população de Campos dos Goytacazes.

#### 4.2.2 Visita aos Poços em Funcionamento e Medida das Coordenadas

Em julho de 1999 foi feita uma saída de campo com a finalidade de verificação da localização dos poços em atividade no município de Campos e o estado em que se encontravam.

Utilizou-se para medida de UTM, GPS portátil cedido pelo Instituto de Geociências da UNICAMP. Na ocasião, foram observada as péssimas condições de manutenção e proteção dos poços que atingiram o Aquífero Fraturado. Tanto a maioria das casas de proteção como a maioria dos equipamentos apresentavam sinais de abandono e maus tratos.

As medidas dos poços não visitados foram retiradas da bibliografia consultada ou das folhas em 1:50.000 do IBGE.

### 4.2.3 Caracterização Hidrodinâmica e Hidroquímica

Durante o cadastramento dos poços, foram retirados os dados de vazão (Q), capacidade específica (Q/s), transmissividade (T). A capacidade específica e a transmissividade quando não informadas, foram calculadas, a primeira pela razão entre a vazão e o rebaixamento e a segunda aplicando-se o método “Cooper Jacob” extraído de “Microcomputer Programs for Groundwater Studies (Clarke, David), modificado por João Alberto Bottura do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do estado de São Paulo.

Das poucas análises químicas encontradas, foram extraídas concentrações de cloretos, sulfatos, carbonatos ou bicarbonatos, sódio, potássio, cálcio, magnésio que introduzidas ao diagrama de “Piper” com a utilização do “software AquaChem” da “Waterloo Hydrogeologic Brasil”, possibilitou a caracterização hidroquímica da água dos Aqüíferos.

Com a ajuda do mesmo “software”, o diagrama de “Stiff” foi elaborado.

### 4.2.4 Definição dos Sistemas Aqüíferos

Através da caracterização litológica de subsuperfície e da hidrodinâmica dos poços, foram definidos quatro Sistemas Aqüíferos. São eles: o Aqüífero Fraturado, Aqüífero Terciário Formação Barreiras, Aqüífero Terciário Formação Emborê e Aqüífero Quaternário Deltaico.

### 4.2.5 Fluxo da Água Subterrânea no Aqüífero Quaternário Deltaico

Com base na cota do nível estático dos poços perfurados foram obtidas as curvas potenciométricas nos Aqüíferos Quaternário Deltaico e Fm. Emborê.

Nota-se que esse fluxo se faz no sentido NW-SE, do rio Paraíba do Sul para a lagoa Feia e o oceano Atlântico.

#### 4.2.6 Cálculo das Reservas

De posse de dados como a transmissividade (T), gradiente hidráulico (i), largura do aquífero (L) e espessura da camada (b) e utilizando-se a Lei de Darcy, foi calculada a reserva renovável do Aquífero Quaternário Deltaico.

Por outro lado, sabendo-se que o volume saturado de um Aquífero é sua reserva permanente (CPRM, 1997) e tendo-se a área do Aquífero (A), a espessura (b) e a porosidade efetiva ( $\eta_e$ ) que admitiu-se igual ser igual a porosidade específica, obteve-se o valor da reserva permanente.

#### 4.2.7 Carta de Delimitação dos Aquíferos e Perfis

A carta hidrogeológica foi elaborada a partir da definição geométrica dos Aquíferos reconhecidos na região (anexo 1.8).

Nessa carta foram introduzidos os valores de capacidade específica e transmissividade de cada Aquífero, quando disponível. As diversas formas geométricas apresentadas na representação dos poços na carta, informam a capacidade específica diferenciada dos poços.

Concentrações de cloretos são também, facilmente identificadas através da coloração variada na representação dos poços.

Os perfis foram elaborados com base na definição geológica da área (Fonseca, 1998), da estrutural delineada por trabalhos da Petrobrás (1987), Schaller (1973) e CPRM (1998) e pela definição dos aquíferos constante da descrição dos poços cadastrados nos trabalhos da ENCO (1980), Geoplan (1996) e CEDAE (1998-2000).

#### 4.2.8 Avaliação da Política de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

Foram levantadas durante a execução do trabalho, a Constituição do Estado do Rio de Janeiro, bem como a lei nº 3.239/99, específica para utilização e proteção dos recursos hídricos estaduais.

De posse da legislação ainda não regulamentada (abril/2000) e da distribuição das Secretarias Estaduais de Governo, discutiu-se a gestão estadual dos recursos hídricos.

Especificamente para o município de Campos dos Goytacazes, se faz uma descrição da forma como vem sendo aproveitado os recursos hídricos municipais.

#### 4.2.9 Comparação dos Custos Operacionais

A análise desse item foi realizada através dos dados de custos para a ampliação do sistema de abastecimento da cidade de Campos elaborado pela ENCO em 1980, que se baseou em projetos elevando o fornecimento de água potável em 35 m<sup>3</sup>/h, utilizando tanto a água superficial quanto a água subterrânea, pôde-se concluir que, comparativamente. O somatório dos custos de captação, tratamento e manutenção, quando utilizada a água subterrânea foi comparada aos custos de um outro somatório para a água superficial.

## 5 Aspectos Históricos, Demográficos e Sócio-econômicos

O município de Campos, é o quinto mais antigo do estado do Rio de Janeiro. Há alguma divergência em relação a sua data de criação. Segundo a fundação CIDE (<http://www.cide.rj.gov.br>), Instituição do governo do estado do Rio de Janeiro, Campos foi criado em 02 de setembro de 1673, já segundo o “home page” da Universidade Federal fluminense (UFF), <http://www.uff.br/coseac/campos.htm>, sua criação remonta ao ano de 1677, quando fundada por Visconde d’Asseca, recebia o nome de vila de São Salvador dos Campos dos Goytacazes. Segundo ainda a UFF, Campos chegou ao “status” de município em 28 de março de 1835.

Durante vários anos, o município de Campos, manteve como distritos, alguns, hoje, importantes municípios do norte fluminense como: Macaé, que se desligou em 1813, Cantagalo (1814), São Fidélis (1850), Itaperuna (1885), Italva (1986) e Cardoso Moreira (1989).

Apesar disso, ainda mantém o “status” de maior município em área territorial do Estado. Em 1980, contava com uma área de 4.469 km<sup>2</sup>, hoje, ocupa uma área de 4.037,7 km<sup>2</sup> distribuída pelos seguintes distritos: Campos, Santo Amaro, São Sebastião, Mussurepe, Travessão, Morangaba, Ibitioca, Dores de Macabú, Morro do Coco, Santo Eduardo, Serrinha, Tocos, Santa Maria e Vila Nova.

Em 1997, segundo dados do IBGE, a população total para o Município era estimada em 390.000 habitantes, dos quais, 297.000 concentram-se no primeiro Distrito, ou seja, mais de 76% da população de Campos se concentra no grande centro urbano e redondezas.

Segundo informações do IBGE, há uma fuga da área rural para a urbana, o que tem provocado um crescimento negativo na área rural e, conseqüentemente um crescimento positivo na sede do Município.

Até os anos 70, Campos baseava sua economia na monocultura do açúcar. A partir dessa década, tornou-se um grande produtor de álcool, petróleo e gás natural.

A riqueza da plataforma continental da bacia sedimentar de Campos, transformou o Município no maior produtor de petróleo do país, atingindo a marca de 633 milhões de m<sup>3</sup>, o que representa 82% de toda a produção brasileira de 1995. Já a produção de gás natural em Campos representa 40% de todo o gás produzido no Brasil. Mantendo-se, ainda como o maior produtor desse recurso no país, chegando a atingir 63 milhões de m<sup>3</sup> produzidos em 1995.

A produção de petróleo e gás, ajuda o Município a elevar sua arrecadação através dos "royalties".

Acompanhando a tendência mundial, mais de 50% da população campista economicamente ativa, exerce sua atividade no setor de prestação de serviços.

A economia hoje de Campos, se baseia também numa diversificação de indústrias tais como: de mineração, através da extração de brita, paralelos, rochas ornamentais, argila, calcário, calcita, dolomita e diatomita; de alimentação; de transformação e química.

## 6 Aspectos Fisiográficos

### 6.1 Relevo

Os aspectos geomorfológicos em evidência na área de estudo, acompanham basicamente os Domínios Morfoestruturais do estado do Rio de Janeiro que segundo o Projeto RADAMBRASIL (apud CIDE, 1997), são: Depósitos Sedimentares e Faixas de Dobramentos Remobilizados. Os depósitos sedimentares localizam-se nas áreas litorâneas de onde se estendem para oeste e noroeste até as Colinas e Maciços Costeiros e parte do Vale do Paraíba do Sul e a norte e sul aos Tabuleiros Costeiros.

Esses Depósitos Costeiros aflorantes que ocupam boa área do município de Campos, têm sua origem no Cenozóico, a partir do Terciário Superior e se estendem até o Quaternário Recente. Segundo texto constante da publicação “Território”, 1997, da Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), da Secretaria de Planejamento do Estado do Rio de Janeiro, esses Depósitos “estão relacionados à epirogênese positiva que, aliada às condições paleoclimáticas, propiciou a deposição de sedimentos, através da ação das águas continentais – rios e enxurradas transportando grande volume de aluviões, e das vagas marinhas – redistribuindo o material” e compreendem “*duas Regiões Geomorfológicas: os Tabuleiros Costeiros e as Planícies Costeiras*”.

Os Tabuleiros Costeiros, no município de Campos são constituídos de sedimentos de idade Terciária, alcançam altura de até 30 metros e estão localizados num pequeno trecho no extremo sul do Município, bem como numa estreita faixa próxima a cidade de Campos que se prolonga para norte e nordeste. Esses Tabuleiros, ao norte e nordeste, alcançam o oceano no município de São Francisco de Itabapoana.

Separando os Tabuleiros, tem-se a Planície Costeira, caracterizadas por superfícies planas e de baixas altitudes que se estendem até as encostas das Colinas e Maciços Costeiros e acompanham os vales fluviais (CIDE, 1997).

Esses sedimentos são de idade Quaternária e tem sua origem associada a formação do Delta do rio Paraíba do Sul.

Segundo a Fundação CIDE, 1997, “o Delta do Paraíba do Sul é um tipo de costa de progradação, cujo desenvolvimento se relaciona ao regime fluvial, às condições da tectônica local e à ação das vagas e correntes litorâneas, que originaram ambientes de acumulação diversificados:

- *AMBIENTES MARINHOS, representados pelas praias, cordões litorâneos, dunas pouco expressivas sobre estes cordões e junto à face das praias, canais de maré, plataformas de abrasão e terraços marinhos;*
- *AMBIENTES DE ACUMULAÇÃO FLUVIOMARINHA, compreendendo áreas deprimidas próximas às embocaduras dos canais principais, sujeitas à influência das marés. Formam planícies, nas quais podem-se encontrar lagoas e depressões colmatadas;*
- *AMBIENTES FLUVIOLACUSTRES, com sedimentos argilosos, compreendendo a área circunjacente à Lagoa Feia, na qual além dos cursos d'água, podem-se encontrar inúmeras lagoas que se comunicam por canais fluviais. Da mesma forma como tem ocorrido nos manguezais e nas planícies embrejadas, estes ambientes têm sofrido grandes alterações, com o objetivo, neste caso, de ampliar a área cultivável;*
- *AMBIENTES DE ACUMULAÇÃO FLUVIAL, localizados nas antigas saídas do canal principal do Rio Paraíba do Sul, constituindo, na descrição do RADAMBRASIL, “canais abandonados ou semi-abandonados, lagos e brejos interiorizados [...] áreas topograficamente mais elevadas demarcadas por antigos canais de escoamento”.*

## 6.2 Solo

Com base no Projeto RADAMBRASIL, 1983, podemos distinguir no município de Campos as seguintes classes de solo: Podzol Hidromórfico, Podzólico, Glei, Orgânico, Aluvial e Solonchack.

De posse da descrição feita pela Fundação CIDE, 1997, pode-se caracterizar a região de Campos da seguinte forma:

- Nos solos Podzólicos, estão agrupados os solos Podzólico Amarelo álico, Podzólico vermelho-escuro e Podzólico vermelho-amarelo além de uma variação deste último para latossólico distrófico. Na Formação Barreiras ocorrem o Podzólico Amarelo álico, principalmente nos Tabuleiros Costeiros. Em geral apresentam horizonte A moderado e B textural típico do acúmulo de material lavado proveniente do horizonte superficial, geralmente profundo, bem drenado e bastante suscetível a erosão.
- Os solos Podzol Hidromórfico com horizonte B arenoso, derivam de sedimentos areno-quartzosos, são provenientes de acumulação marinha durante o Holoceno e se formam ao longo das planícies litorâneas. Formam normalmente um solo encharcado.
- Os solos Glei estão relacionados a depósitos orgânicos e de aluviões (argilo-siltosos) do Holoceno. São encontrados nas várzeas dos principais rios. Abaixo da matéria orgânica encontrada no horizonte A, apresenta horizontes gleizados, dada a presença do lençol freático próximo à superfície.
- Os solos orgânicos são solos de coloração escura, hidromórficos, pouco evoluídos. Tem origem em depósitos de matéria vegetal em fase de decomposição sobre sedimentos fluviolacustres, também durante o Holoceno. Mal drenados e com o horizonte superficial encharcado durante um bom período no ano, é encontrado no Delta do rio Paraíba do Sul.
- Os solos Aluviais se originam de sedimentos transportados pelos rios e se formam por deposição sobre o horizonte C, autóctone. Ocorrem nas várzeas dos principais rios, como no Delta do rio Paraíba do Sul.
- Os solos Solonchak Sódico são típicos de áreas sujeitas às influências da Maré, como é o caso do Delta do rio Paraíba do Sul. São solos salino-sódicos, com pouca diferenciação dos horizontes. Na época das secas chega a formar uma crosta de sais cristalinos. Nos horizontes subsuperficiais, são encontradas conchas marinhas.

## 6.3 Clima

Todo o território do Estado do Rio de Janeiro fica ao norte do Trópico de Capricórnio, conferindo-lhe, por isso, um clima tipicamente Tropical, com elevadas temperaturas no verão. Há, no entanto, desigualdades sensíveis de temperatura e umidade entre as diversas regiões do Estado. Essas diferenças estão relacionadas tanto a latitude, relevo e altitude, como aos ventos úmidos provenientes do mar. Como é dito no texto da Fundação CIDE, 1997, *“a elevada umidade do ar e os elevados índices pluviométricos reinantes no Estado exemplificam a influência da maritimidade no clima regional”*, funcionando o oceano Atlântico como um verdadeiro regulador térmico.

As diferenças de altitudes e relevo segundo a Fundação CIDE (1997) *“são responsáveis pelo aumento da turbulência do ar, ao mesmo tempo em que a ascendência orográfica atua no sentido de resfriá-lo e, conseqüentemente, provocar a saturação do vapor d’água causando, assim, os freqüentes nevoeiros, neblinas e chuvas orográficas nos contrafortes das Serras do Mar e da Mantiqueira”*.

Outro fator que influencia o clima no Estado, é a movimentação das massas de ar. Segundo a Fundação CIDE (1997), *“o Estado está submetido aos ventos de leste e Nordeste, que sopram do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Este centro de Alta Pressão Subtropical é responsável pela manutenção das temperaturas médias em patamares mais ou menos elevados, altos níveis de umidade relativa e tempo bom – geralmente associado ao céu limpo, azul e livre de nebulosidade [...] O mecanismo de invasão do Anticiclone Polar se processa ao longo do ano garantindo, em grande parte dos meses, precipitações abundantes”*.

Com exceção dos poucos locais mais elevados, o município de Campos dos Goytacazes por sua ampla baixada litorânea os depósitos da Formação Barreiras, foi classificado, segundo a Fundação CIDE (1997), em quente (temperaturas acima de 18°C) e semi-úmido (4 a 6 meses secos) e seco (7 a 10 meses secos).

Apesar de sua vasta extensão territorial e contraste geomorfológico, há no município de Campos; apenas uma estação pluviométrica. Essa Estação cuja

localização é definida pelas coordenadas 22° 48' S e 43° 41' W, praticamente no centro da cidade de Campos mede a pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, nebulosidade, precipitação pluviométrica, evaporação total e insolação total.

Tendo em vista a localização da Estação, a utilização desses dados se restringe apenas a área mais próxima a estação uma vez que, tanto pela distância como por características ambientais (beira mar ou montanhosa) não podem refletir condições climáticas de todo o Município.

Assim, deixa-se de calcular o balanço hídrico uma vez que não haveria qualquer representatividade para o município como um todo, apresentando-se os dados seqüenciais desde 1961 até 1990, fornecidos pela Estação de Campos e indicados na tabela 6.1 em anexo, além do gráfico 6.1, que compara a precipitação total e a evaporação total, no mesmo período.

Esses dados acabam por confirmar a tendência da região sudeste de maior precipitação pluviométrica entre os meses de outubro a janeiro, variando entre 107 a 160 mm e uma menor concentração de chuvas no período entre os meses de junho a setembro, variando entre 34 a 55 mm, causando um déficit hídrico na região durante esse período.

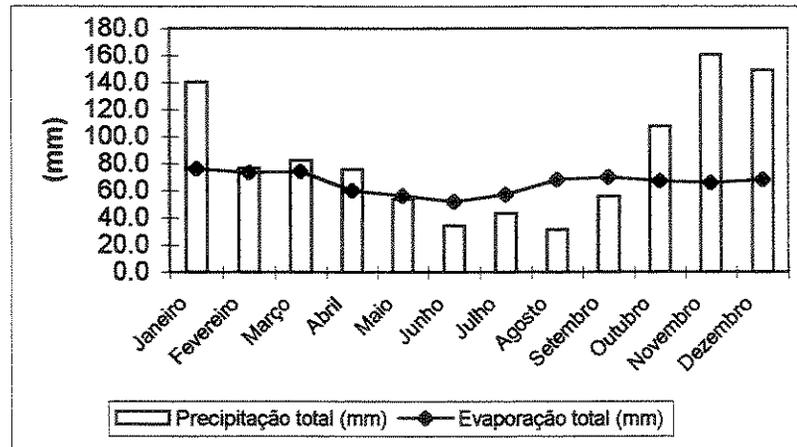
A precipitação média anual é de 84,19 mm/ano e a evaporação total, de 65,68 mm/ano.

**Tabela 6.1**  
Normais climatológicas - Estação Campos: 1961/90

Meses	Pressão atmos- férica (mb)	Temperatura do ar (°C)							Umidade relativa do ar (%)	Nebulo- sidade (0 a 10)	Precipitação pluviométrica			Evapo- ração total (mm)	Insolação total (horas e décimos)	
		Média das máximas	Média das mínimas	Máxima absoluta		Mínima absoluta		Média compen- sada			Altura total (mm)	Máxima em 24 horas				Nº de dias de chuva
				Graus	Data	Graus	Data					Altura	Data			
													(mm)			
<b>Ano</b>	<b>1,014.2</b>	<b>29.4</b>	<b>20.1</b>	<b>40.6</b>	<b>22/02/89</b>	<b>9.7</b>	<b>01/06/79</b>	<b>23.8</b>	<b>79</b>	<b>6.3</b>	<b>1,010.3</b>	<b>149.7</b>	<b>02/04/77</b>	<b>118</b>	<b>788.2</b>	<b>2,336.5</b>
Janeiro	1,010.6	32.0	22.5	39.9	29/88	17.0	10/65	26.3	79	7.0	140.4	89.3	01/67	12	76.2	222.9
Fevereiro	1,011.3	32.6	22.9	40.6	22/89	17.4	04/68	26.8	77	6.0	76.9	59.8	07/73	9	73.3	216.3
Março	1,011.9	32.3	22.5	38.6	12/83	17.6	29/61	26.4	78	6.0	82.3	102.0	28/66	10	74.5	221.6
Abril	1,013.7	30.3	20.9	39.2	10/90	13.6	26/68	24.6	79	6.0	75.6	149.7	02/77	10	60.0	203.0
Maiο	1,015.7	28.7	19.0	36.4	08/87	10.8	31/62	22.8	80	5.0	53.6	81.8	01/65	8	56.2	212.5
Junho	1,017.8	27.4	17.5	34.6	12/63	9.7	01/79	21.4	80	5.0	34.1	73.1	24/69	6	51.9	187.4
Julho	1,019.0	26.7	16.9	35.6	22/63	11.5	08/75	20.8	80	5.0	43.1	45.4	04/76	8	57.3	200.5
Agosto	1,017.6	27.5	17.5	37.8	16/87	11.7	07/83	21.6	78	5.0	31.3	38.0	14/76	6	68.0	211.6
Setembro	1,016.6	27.3	18.5	36.8	12/89	12.7	25/66	22.2	77	6.0	55.7	59.6	28/76	9	70.0	156.9
Outubro	1,013.9	28.0	19.9	38.0	30/82	14.4	21/62	23.3	79	8.0	107.8	90.9	03/85	13	67.0	151.1
Novembro	1,011.8	29.4	21.0	39.6	26/63	14.3	02/89	24.4	79	8.0	160.6	117.8	20/72	13	65.6	168.3
Dezembro	1,010.8	30.6	21.9	39.3	03/86	17.0	05/64	25.4	80	8.0	148.9	82.1	21/89	14	68.2	184.4

Fonte: Sexto Distrito de Meteorologia - INMET - CIDE, 1997

Gráfico 6.1  
Seqüência comparativa entre Precipitação total e Evaporação total



## 6.4 Hidrologia

A área de estudo está inserida nas Bacias dos rios Macaé na parte ao sul, sudoeste e sudeste, na Bacia do rio Paraíba do Sul na parte central e leste e na Bacia do rio Itabapoana no extremo norte e nordeste. A figura 6.1 demonstra a distribuição das Bacias no estado do Rio de Janeiro.

De riqueza hídrica ímpar, é constituída por três volumosos rios, Paraíba do Sul, Muriaé e Itabapoana, inúmeros córregos e canais, além de importantes lagoas.

O rio Paraíba do Sul, que nasce no estado de São Paulo e percorre extensa área dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, deságua no oceano Atlântico na divisa dos municípios de São João da Barra com São Francisco do Itabapoana, após drenar uma boa área do município de Campos dos Goytacazes.

Os valores das vazões do rio Paraíba do Sul medidas no posto fluviométrico da Ponte Municipal em Campos no período de 1934 a 1996, com exceção do período de 1955 a 1973, após receber contribuição de uma bacia de

55.499 km<sup>2</sup>, demonstram que a média das vazões máximas é de 3.357,11 m<sup>3</sup>/s, a média das mínimas é de 331,26 m<sup>3</sup>/s e a média das médias, equivale a 875,97 m<sup>3</sup>/s. Na tabela 6.2, fornecida pela SERLA (1999), são apresentados os valores das vazões do rio Paraíba do Sul medidas no posto fluviométrico da Ponte Municipal em Campos. A tabela 6.3 apresenta os valores de precipitação durante o mesmo período e o gráfico 6.2 compara os dois valores.

Ainda no rio Paraíba do Sul, a estação fluviométrica mais próxima de Campos está localizada no município de São Fidélis. Nessa estação são medidas as vazões do rio após drenar uma bacia de 46.731km<sup>2</sup>. Os dados obtidos na CPRM (1999) referem-se a medições feitas pelo DNAEE no período de 1974 a 1995 e indicam que a média das vazões máximas é de 2.754 m<sup>3</sup>/s, a média das mínimas, 248 m<sup>3</sup>/s e a média das médias equivale a 620 m<sup>3</sup>/s. A tabela 6.4 mostra os valores da vazão média mensal desse rio nesse ponto.

Já no rio Muriaé, mais importante afluente do rio Paraíba do Sul nessa região, a estação fluviométrica localiza-se na cidade Cardoso Moreira, onde são medidas as vazões após uma drenagem de 7.283 km<sup>2</sup>. Os dados obtidos na CPRM (1999) referem-se a medições feitas pelo DNAEE no período de 1955 a 1994 e indicam que a média das vazões máximas é de 539,43 m<sup>3</sup>/s, a média das mínimas é 28,00 m<sup>3</sup>/s e a média das médias, 119,50 m<sup>3</sup>/s. A tabela 6.5 mostra os valores da vazão média mensal desse rio Muriaé nesse período.

Ambos os rios são volumosos e drenam uma área além de extensa, bastante povoada e industrializada. Percorrem parte dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais e no caso específico do rio Paraíba, o estado de São Paulo.

Através da análise da drenagem na margem direita do rio Paraíba do Sul, constituída por diversos pequenos canais, córregos e rios, nota-se que o sentido de escoamento superficial é do rio Paraíba para a lagoa Feia e oceano Atlântico. Nessa área, apesar da riqueza hídrica superficial, não foram encontrados dados fluviométricos nos rios, córregos e canais que drenam a área. Essa área está inserida na Bacia do rio Macaé.

Além dos córregos e canais, encontram-se também lagoas. As lagoas são áreas de recarga e descarga, muitas vezes fazendo o papel duplo como é o caso

da lagoa de Cima que serve como descarga do rio Imbé e é a nascente do rio Ururá. Por sua vez o rio Ururá, deságua na lagoa Feia que tem suas águas direcionadas para o oceano Atlântico através do rio Novo e do canal da Flecha.

Outras lagoas menores são encontradas na região como as lagoas do Jacaré, Salgada e do Campelo. As lagoas mais próximas ao Oceano são de água salgada as mais distantes são de água doce.

TABELA 6.2  
VALORES DAS VAZÕES (M3/S) DO RIO PARAÍBA DO SUL MEDIDAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO  
DA PONTE MUNICIPAL EM CAMPOS

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
1934	1159	809	676	531	456	374	401	432	442	1257					
1935	1432	3077	1574	1108	817	660	556	496	460	655	575	694	4050	387	1009
1936	537	698	1717	1155	646	489	429	373	457	441	527	998	2768	308	706
1937	1970	2257	1038	912	883	617	501	404	351	581	891	2191	4620	314	1050
1938	1818	1462	1330	1025	792	682	555	600	515	657	861	1303	3303	442	967
1939	1582	1465	871	993	648	520	461	391	365	369	497	840	3003	250	750
1940	1350	1846	1642	877	638	533	445	355	343	458	1109	1094	3233	294	891
1941	1218	829	1106	927	581	520	528	383	548	653	709	1378	2174	325	782
1942	1840	1197	1459	947	769	603	579	465	398	555	781	1830	3205	350	952
1943	3605	2275	1768	1163	820	733	627	598	548	802	770	1542	5176	430	1271
1944	1253	2240	2157	1182	859	674	608	502	424	393	560	989	3178	314	987
1945	1430	1822	1269	1147	743	680	664	475	440	406	672	1102	3138	332	904
1946	2186	1021	1116	1013	652	566	486	400	328	489	667	758	4385	301	807
1947	1615	1685	2858	1371	931	748	762	659	695	725	885	1510	4572	549	1204
1948	1470	1554	1844	1135	823	694	562	523	460	460	615	1619	3621	332	980
1949	1746	2488	1458	1083	740	700	602	499	434	521	674	1208	3519	364	1013
1950	1787	2160	1580	1323	976	708	607	506	434	561	1028	1494	3751	387	1097
1951	1692	1807	2085	1616	966	769	657	587	507	491	449	850	3233	332	1040
1952	1868	2402	2412	1341	857	822	654	574	584	583	931	1202	3374	410	1186
1953	752	926	795	881	637	513	417	342	348	315	649	980	1620	275	630
1954	663	849	508	603	482	341	243	198	169	190	309	376	1943	146	411
1974	1170	903	1056	1090	599	532	427	365	325	402	448	795	3302	292	676
1975	1475	1274	802	608	488	385	405	296	273	536	802	861	2712	258	684
1976	698	832	750	645	468	459	474	482	511	717	874	1325	2509	302	686
1977	1215	921	576	692	456	342	306	255	345	357	702	1263	2532	197	619
1978	1594	1077	1038	695	513	479	419	343	318	362					
1979	1222	3523	864	620	536	459	461	366	889	1129					
1980	1915	1188	677	834	639	474	450	394	365	401	544	1252	2963	302	761
1981	1441	555	446	427	356	303	261	372	989	1287					
1982	1384	792	2109	1359	714	607	519	524	428	458	509	1206	3289	361	884
1983	2683	1663	1535	1564	972	1602	963	663	1231	1488	1726	2258	4232	543	1529
1984	1510	917	871	802	727	541	477	442	469	442	625	1135	2024	298	747
1985	2494	2615	2506	1282	945	760	647	571	557	579	676	934	5700	417	1214
1986	1257	1086	1032	645	530	446	433	438	359	265	305	849	2798	219	637
1987	1085	1025	761	584	520	355	284	292	309	505	1079				
1988	1059	2210	1349	927	787	699	514	427	389	486	615	700	4141	349	847
1989	1201	1203	1279	824	551	565	481	450	425	522	540	868	3200	324	742
1990	693	506	631	532	444	355	353	313	347	344	400	413	1534	252	444
1991	1442	1316	1131	1261	727	540	510	419	409	460	573	682	3760	308	789
1992	1647	938	724	645	611	463	419	406	554	667	1112	969	4937	330	763

Fonte: SERLA, 1999

TABELA 6.3  
 DADOS DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO PERÍODO DE ABRIL/1945 A JANEIRO/1993  
 (FONTE: SERLA, 2000)

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valores Médios [mm]	144,0	85,5	107,2	93,5	53,5	33,0	43,0	19,1	42,9	95,6	149,0	161,9

Gráfico 6.2

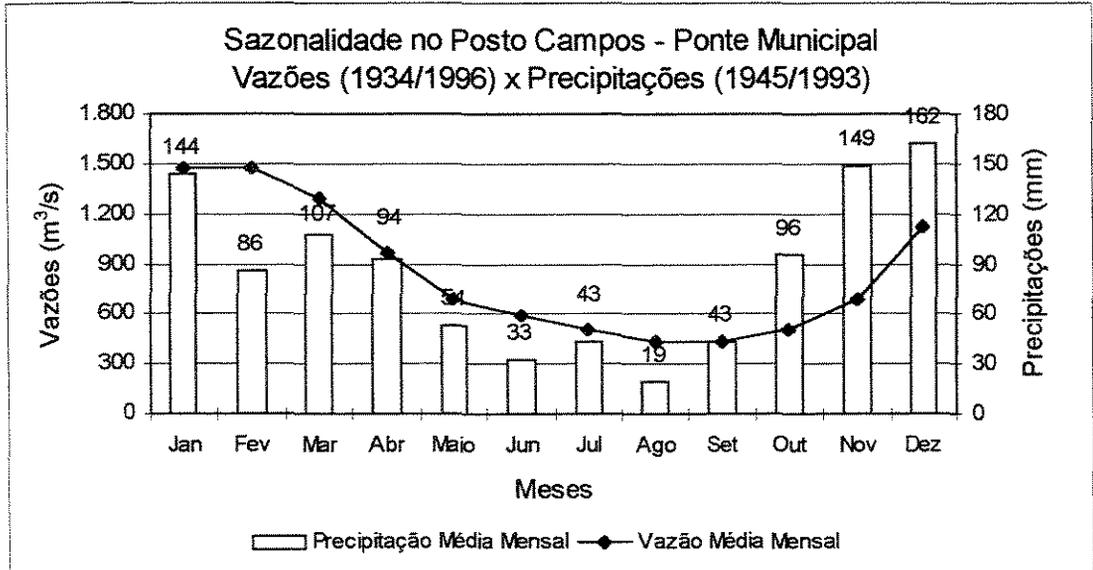


TABELA 6.4  
VAZÃO DO RIO PARAÍBA DO SUL (M<sup>3</sup>/S) – ESTAÇÃO DE SÃO FIDÉLIS

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
1974	944	697	927	813	465	435	353	290	268	336	329	624	540	2584	231
1975	1098	991	624	464	384	310	314	248	231	387	664	632	529	2682	211
1976	571	688	639	511	391	376	393	410	447	608	780	1099	576	1991	242
1977	981	765	522	583	390	301	268	257	333	331	603	1054	532	2225	207
1978	1324	970	864	599	415	365	348	257	267	296	435	606	562	3294	224
1979	785	2252	1136	718	557	455	375	338	380	287	768	825	740	4263	235
1980	1388	938	592	694	565	367	516	888							
1981	1086	657	651	502	353	311	285	276	238	332	711	998	533	1708	221
1982	1086	660	1634	1144	640	571	434	500	1087						
1983	2291	1478	1412	1436	944	1569	964	660	1200	1341	1527	1859	1390	3440	523
1984	1294	804	752	696	654	500	427	418	428	393	526	859	646	1692	290
1985	1935	1978	2021	1010	747	617	518	448	425	543	783				
1986	1019	930	937	564	478	389	380	379	300	237	306	818	561	2977	192
1987	1041	954	698	874	607	549	386	350	341	338	435	878	621	2410	248
1988	841	1871	1140	758	675	608	442	368	342	416	499	580	712	3689	297
1989	1016	1041	1098	727	497	481	423	408	378	417	437	720	637	2648	273
1990	609	411	551	486	404	317	309	266	315	298	347	353	389	1508	222
1991	1222	1063	924	1038	590	456	420	362	327	384	446	553	649	3427	256
1992	1448	799	614	539	514	400	365	305	454	535	864	770	634	4783	265
1993	614	670	873	780	467	410	359	357	388	354	395	435	508	1286	241
1994	1082	476	847	731	626	440	378	334	246	277	387	603	536	2664	221
1995	426	1343	567	450	356	287	266	220	220	351	536	826	487	3055	107
Médias	1095	1020	910	733	533	483	399	348	374	416	571	811	620	2754	248

Fonte: DNAEE (CPRM, 1999)

TABELA 6.5  
Vazão do rio Muriaé (m<sup>3</sup>/s) - Posto Cardoso Moreira

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MAXIMA	MINIMA	M
1955	77,9	47,5	28,4	52,9	37,7	38,9	21,8	18,7	13,6	25,9	79,8	108,00	336,00	10,3	
1956	103,00	28,6	47,2	33,3	29,3	25,2	20,9	20,7	13,9	18,9	46,9	159,00	572,00	10,7	
1957	119,00	95,00	150,00	149,00	76,8	48,9	37,6	28,5	30,8	27,2	82,2	399,00	835,00	11,6	
1958	107,00	98,00	68,5	103,00	90,2	58,3	53,8	60,1	95,5	73,1					
1959	150,00	40,5	65,5	44,3	34,7	24,5	19,5	15,8	11,3	23,6	101,00	125,00	423,00	8,16	
1960	102,00	134,00	306,00	124,00	64,7	49,1	43,1	33,2	37,8	31,2	81,4	235,00	670,00	11,6	
1961	335,00	399,00	189,00	97,7	96,4	72,4	56,6	41,7	31,5	28,6	46,2	85,8	838,00	18,6	
1962	227,00	380,00	121,00	62,7	85,3	289,00									
1963	104,00	90,4	62,4	54,8	35,4	35,4	26,00	22,6	18,3	20,3	41,3	34,7	248,00	10,7	
1964	156,00	249,00	122,00	97,8	61,8	44,7	58,5	43,7	31,4	84,9	142,00	301,00	608,00	24,5	
1965	277,00	321,00	258,00	153,00	123,00	84,3	67,2	50,8	39,5	99,6	168,00	132,00	549,00	29,6	
1966	365,00	102,00	73,2	83,3	59,2	51,6	46,2	34,2	30,3	46,7	184,00	135,00	731,00	24,5	
1967	283,00	267,00	239,00	147,00	89,5	64,3	49,3	41,5	34,3	27,7	126,00	192,00	610,00	18,2	
1968	201,00	118,00	207,00	99,7	59,3	48,7	42,4	38,3	58,2	69,7	61,00	127,00	584,00	32,8	
1969	106,00	102,00	104,00	76,8	42,4	46,2	40,00	33,00	22,6	54,4	118,00	221,00	534,00	14,7	
1970	166,00	87,8	67,1	66,9	46,00	33,5	35,1	29,4	49,5	77,9	175,00	118,00	391,00	24,1	
1971	59,5	32,00	83,00	40,9	28,9	31,8	22,4	15,6	39,1	85,1	273,00	378,00	688,00	13,8	
1972	113,00	167,00	203,00	124,00	75,7	54,00	62,9	49,1	41,8	99,8	203,00		523,00		
1973	150,00	125,00	189,00	125,00	84,9	59,3	54,2	42,6	34,2	69,9	128,00	96,3	431,00	28,5	
1974	125,00	81,2	80,8	81,8	51,6	41,6	33,4	25,7	20,5	38,8	43,8	127,00	303,00	17,7	
1975	267,00	140,00	81,5	63,6	55,9	43,2	54,9	29,3	26,6	82,8	149,00	130,00	665,00	20,1	
1976	51,4	44,4	46,3	50,6	43,7	28,3	41,2	36,9	65,7	131,00	124,00	228,00	618,00	22,2	
1977	155,00	72,8	68,9	110,00	55,8	40,6	33,2	24,7	38,2	39,7	129,00	194,00	455,00	22,8	
1978	191,00	113,00	75,8	71,2	55,5	65,5	47,8	33,9	31,4	41,4	70,7	195,00	412,00	18,4	
1979	357,00	281,00	155,00	106,00	86,5	54,2	38,7	148,00	179,00						
1980	281,00	187,00	88,5	152,00	95,1	62,00	49,7	48,8	40,8	40,1	59,9	138,00	557,00	25,00	
1982	244,00	130,00	346,00	155,00	98,7	76,2	59,5	59,1	40,1	45,9	39,3	116,00	595,00	24,6	
1983	305,00	152,00	123,00	161,00	93,4	83,1	56,8	44,9	65,1	140,00	213,00	352,00	716,00	26,9	
1984	165,00	86,2	89,00	98,3	63,4	40,9	36,9	36,2	44,5	63,2	126,00	304,00	442,00	25,5	
1985	494,00	333,00	324,00	167,00	128,00	89,00	70,3	59,1	77,1	103,00	149,00		930,00		
1986	187,00	129,00	89,8	64,9	51,3	40,00	40,6	49,5	29,1	19,5	34,4	60,8	460,00	11,4	
1987	114,00	67,8	80,00	83,3	44,9	35,9	29,1	19,1	26,9	31,6	41,4	212,00	540,00	14,5	
1988	165,00	183,00	113,00	105,00	78,6	57,1	41,5	32,8	23,8	53,4	87,5	110,00	482,00	19,4	
1989	132,00	127,00	105,00	67,4	44,4*	57,6	49,6	41,7	44,4	77,5	93,5*	122,00	548,00	24,3	
1990	64,5	79,7	60,5*	43,4*	39,1*	29,0*	35,5*	26,0*	29,6	38,2	50,8	57,1	236,00	18,8	
1991	217,00	195,00	205,00	165*	86,7	60,00	49,2	38,3	47,5	60,00	104,00	102,00	488,00	27,7	
1992	153,00	102,00	78,00	92,6	89,3*	44,5	46,7	39,00	67,8	102,00	222,00	152,00	493,00	31,00	
1993	128,00	85,1	103,00	107,00	61,9	50,7	36,3	33,2	35,9	35,3	37,8	75,3	297,00	16,7	
1994	296,00	56,00	225,00	148,00	108,00	87,2	47,1	34,7	33,1	31,2	35,1	81,8	620,00	24,1	
Médias	201,14	174,70	171,54	133,50	101,25	99,00	33,00	73,33	179,00	107,20	152,37	189,33	539,67	28,00	

## 7 Aspectos Geológicos

### 7.1 Geologia Regional

As unidades sedimentares de idade Terciária e Quaternária aflorantes na região da Bacia de Campos estando balizadas pelas latitudes 22° 15' e 21° 30' Sul e as longitudes 41° 00' e 41° 45' W e o seu embasamento consiste em unidades magmáticas e magmática metamórficas das seguintes unidades: Complexo Região dos Lagos, Complexo São Fidélis e Granitóides Serra dos Órgãos.

De acordo com Fonseca, M.J.G, (1998) *"mais da metade do território do estado do Rio de Janeiro é formado de terrenos metamórficos de alto grau, mais antigos, do Arqueano e do Paleoproterozóico. Entre esses inclui-se o Complexo da Região dos Lagos constituído por migmatitos homogêneos e heterogêneos e granitóides deformados, além dos ortognaisses Pão de Açúcar, constituídos essencialmente de rochas ortoderivadas que afloram no Rio de Janeiro. Certamente alguns destes complexos são Arqueanos e sofreram retrabalhamento crustal no Paleoproterozóico. A parte metassedimentar do Complexo São Fidélis-Pão de Açúcar são atribuídos ao Neoproterozóico, formados durante a Orogênese Brasileira. Este evento/ciclo orogênico foi responsável por uma importante granitogênese, de trend calci-alcalino, que produziu muitos corpos de dimensões batolíticas e uma grande quantidade de corpos granitóides menores. A grande maioria destes corpos magmáticos se distribui no Bloco Crustal Serra dos Órgãos."*

A seguir é apresentado um resumo das principais características das unidades acima mencionadas

#### 7.1.1 Complexo Região dos Lagos

A designação de Unidade Região dos Lagos foi dada por Reis (1980). Ele é constituído de rochas ortoderivadas, exibindo uma orientação conspícua, exemplificado por: granitóides de composição granítica, granodiurítica e

tonalítica, migmatitos homogêneos e heterogêneos, lentes anfibolíticas litologias de idade paleoproterozóica, correlacionáveis ao Complexo Paraíba do Sul.

### 7.1.2 - Complexo São Fidélis

Consiste num conjunto no qual coexistem rochas brasilianas (metassedimentos de alto grau) e pré brasilianas (facoidais e sub-facoidais do Rio de Janeiro), dentre os quais subsistem massas charnoquíticas não assimiladas.

### 7.1.3 Granitóides Tonalíticos Serra dos Órgãos

É considerado como tendo caráter ígneo intrusivo sin-orogênico, com base em sua notável homogeneidade composicional (granada/hornblenda-biotita-gnaiss granítico a granodiorítico), no caráter irregular de seus bordos em relação aos gnaisses adjacentes, indicando discordância regional e nas evidências de intrusão em afloramentos e na presença de textura granular hipidiomórfica preservada.

Correspondem aos corpos granitóides intrusivos, circunscritos que ocorrem como stocks, diques, soleiras de várias escalas e são tardi e pós-cinemáticos em relação ao evento termo-tectônico Brasileiro.

Na Folha Campos ocorrem pequenos corpos circulares e diques que apresentam contatos bruscos com as encaixantes. São granitos cinza-claros, de granulação média a grosseira, algo porfiríticos, compostos de quartzo, feldspato cinza-claro, K-feldspato, biotita, magnetita, allanita, apatita e zircão.

### 7.1.4 Tectônica do Estado do Rio de Janeiro

Fonseca (1998) divide o território fluminense em três grandes segmentos crustais (Fig.01) tomando-se as estruturas e o arranjo destas como o principal critério de distinção dos blocos. Eles podem ser designados, de sudeste para noroeste, respectivamente, de Bloco de Cabo Frio (o qual contém a Bacia de Campos alvo da presente dissertação), Bloco da Serra dos Órgãos e Bloco ou Segmento das Zonas de Cisalhamento. O Bloco de Cabo Frio, situa-se a leste da

Baía da Guanabara, ocupa a extremidade sudeste do território fluminense e vai da região leste de Maricá ao norte de Macaé.

Cada um destes blocos apresenta um conjunto de características estruturais, magmáticas, petrológicas, etc., que os distinguem entre si, embora nem todas as características sejam excludentes ou pertençam a um único bloco.

As feições mais marcantes que definem o Bloco de Cabo Frio são as seguintes:

- 1) A ausência de estruturas rúpteis de caráter regional;
- 2) Grande diversidade estrutural nas supracrustais
- 3) Ausência de granitogênese brasileira

A característica estrutural do Complexo Região dos Lagos, que o diferencia de todos os outros conjuntos litológicos, é que ele apresenta estruturas planares e lineares orientadas segundo NW-SE, embora exceções a essa regra existam. Uma outra característica estrutural importante do complexo é que ele é destituído de estruturas rúpteis de caráter regional.

Enquanto o Bloco Cabo Frio exhibe uma grande diversidade da orientação dos seus elementos estruturais e da constituição e natureza das suas unidades litológicas, a região/bloco que fica a noroeste mostra uma grande uniformidade na disposição dos seus elementos estruturais maiores e menores, com um padrão estrutural linear bem definido e contínuo.

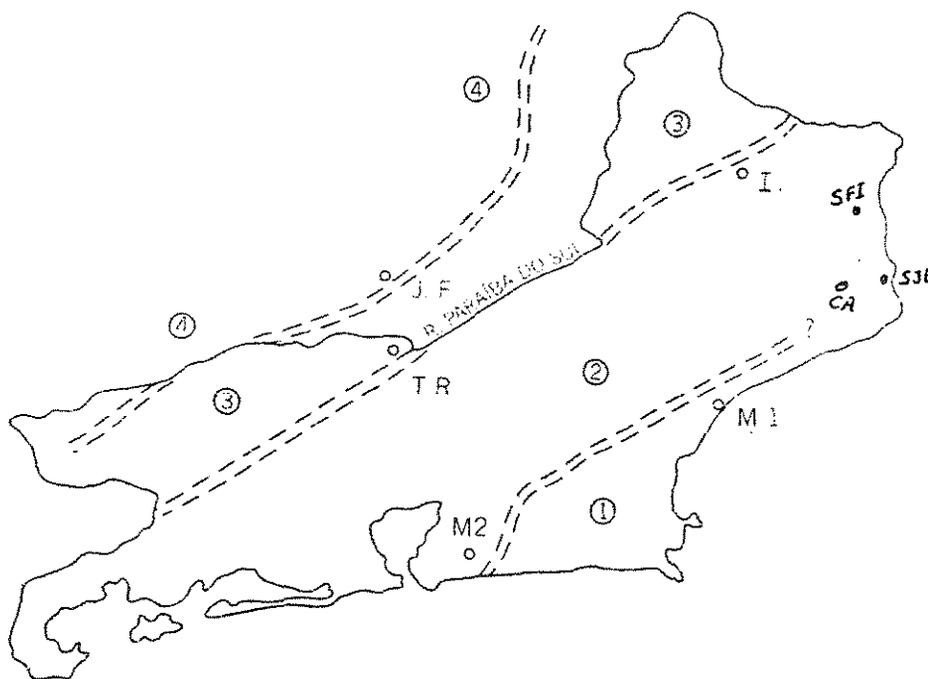
Na parte interna do Bloco Serra dos Órgãos, em seu limite com o Bloco Cabo Frio, aparecem as seguintes feições:

- 1) zonas de cisalhamento de direção NE-SW, mas que não se estendem por todo o limite entre os dois blocos;
- 2) alinhamento, em caráter regional, de corpos de granitóides brasileiros;
- 3) manifestações de intensa granitização, feldspatização e formação de corpos pegmatíticos.

Na região que se situa a oeste de Macaé, os falhamentos orientam-se segundo NNE-SSW, acompanhando a inflexão da cadeia para essa direção. Embora a zona limítrofe entre os dois blocos não apresente falhamentos regionais extensíssimos, com faixas cataclásticas bem desenvolvidas, ou

mudanças bruscas no grau metamórfico , como postulado por Condie (1979) para os limites entre províncias estruturais, os outros aspectos são muito significativos. Os falhamentos de zonas de cisalhamento parecem ser mais extensos do que aparentemente se mostram e estão cobertos por sedimentos aluvionares. Pode-se dizer que a faixa que se situa entre os dois blocos crustais caracteriza-se por sua irregularidade no que toca às suas estruturas. À medida em que nos afastamos dela para noroeste impõem-se, de forma incontestável, as direções orientadas segundo NE-SW.

A figura 7.1 identifica a distribuição dos blocos crustais no território fluminense.



1 Bloco Cabo Frio	I Italva	J.F Juiz de Fora
2 Bloco Serra dos Órgãos	M2 Maricá	CA Campos
3 Segmento das Zonas de Cisalhamento	TR Três Rios	SJB S. João da Barra
4 Bloco Juiz de Fora	MI Macaé	SFI S. Francisco do Itabapoana

FIGURA 7.1

DIVISÃO DO TERRITÓRIO FLUMINENSE EM BLOCOS CRUSTAIS

## 7.2 Geologia da Área - Geologia do Delta do Rio Paraíba do Sul

Desde o final do século passado, a geologia da bacia de Campos vem sendo estudada. Pesquisadores como Hartt (1870), Williams (1921), Lamego (1940-1955), Mizusaki (1989), Schaller (1973) e Gama Jr. (1977), entre outros, se dedicaram ao estudo dessa Bacia. Fonseca (1998) chama a atenção para o fato de que tanto Williams (1921) como Lamego (1944) já levantavam a hipótese de ocorrência de hidrocarbonetos na bacia de Campos. Essa hipótese foi efetivamente comprovada pela PETROBRÁS em 1974 e, hoje, a parte localizada na plataforma continental da Bacia de Campos se tornou a mais importante província brasileira produtora de petróleo.

Segundo Silva (1987) baseado em Schaller (1973), a área sedimentar da bacia de Campos é delimitada ao norte com o Arco de Vitória que a separa da bacia sedimentar do Espírito Santo, e ao sul pelo Arco de Cabo Frio que a limita da bacia de Santos. A oeste, um sistema de falhas SW-NE põe sedimentos em contato com o embasamento cristalino e, a leste, a 100-150 Km da costa, está limitada pelo talude continental. Também Silva (1987), baseado em Marroquim et al. (apud Martin et al., 1997), que leva em consideração os levantamentos geofísicos existentes, confere a bacia de Campos uma área de quase 100.000 km<sup>2</sup>. Silva (1987) informa que a parte terrestre da bacia no entanto, é bastante inferior à marinha chegando a possuir apenas 600 km<sup>2</sup>.

### 7.2.1 Estruturas e Gênese

A Bacia de Campos, de acordo com o Projeto RadamBrasil (1983), Folhas 23/24, Vol.32, quanto às suas feições estruturais e gênese, se enquadra perfeitamente no sistema evolutivo geral das bacias mesozóicas-cenozóicas da margem continental brasileira. A boa correlação entre os sedimentos da bacia campista e os da Bacia do Espírito Santo indica a relativa "consangüinidade" tectossedimentar de ambas.

A sedimentação iniciou-se com a tafrogenia mesozóica que acompanhou a separação entre os continentes da América do Sul e da África, por ocasião foram reativadas antigas linhas de fraqueza das rochas cristalinas do Escudo Pré-Cambriano. Nesta área os falhamentos estão dispostos de maneira escalonada e formando uma alternância de horsts e grabens.

No Cenozóico, a tectônica foi aparentemente reativada, localmente ainda influenciada pelas principais estruturas preexistentes, cujos efeitos, já mais suavizados, continuaram sensíveis no Terciário.

Ainda de acordo com o Projeto RadamBrasil (1983), Folhas 23/24, Vol. 32, na área da Bacia de Campos ocorrem dois sistemas de alinhamentos estruturais regionais, sendo que o mais nítido tem direção NE-SW e, o mais suave NW-SE. Esses alinhamentos afetam o embasamento e também os sedimentos, sugerindo uma persistência da movimentação até tempos não muito remotos. No mesmo sentido dos lineamentos mais proeminentes se orientam também os elementos estruturais básicos da bacia.

Silva (1987), esclarece que *“a evolução geológica da Bacia de Campos está ligada e foi controlada pelos importantes eventos resultantes do processo de fraturamento e separação entre os continentes brasileiro e africano”*. Sua estratigrafia segue o modelo das demais bacias marginais à costa brasileira e apresenta uma espessura máxima entre 6.000 a 8.000 m.

Fonseca (1998), no texto que compõe o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:400.000, com a colaboração de Benedicto Humberto R. Francisco, descreve a estratigrafia da bacia, baseando-se nos estudos efetuados por Schaller (1973) e Mizusaki (1989), da seguinte forma: *“tem o seu “embasamento econômico” caracterizado por uma seqüência vulcano-sedimentar do Neocomiano. Em discordância sobre esta seqüência assentam os sedimentos evaporíticos da Formação Lagoa Feia (seqüência evaporítica), Neocomiano-Aptiano. Sobre os estratos da Formação Lagoa Feia, também em discordância erosional, estão os clásticos e os carbonatos da Formação Macaé, do Neo-Albiano-Eoturoniano e a Formação Campos, do Neocretáceo-Oligoceno, cuja litologia é muito variável. Mais recentes são os sedimentos arenosos e*

carbonáticos da Formação Emborê, cuja idade vai do Oligoceno ao Recente (Schaller, 1973). Para oeste, os depósitos do “Grupo” Barreiras vão substituindo gradativamente os da Formação Emborê. Na planície campista ocorrem, em superfície, os sedimentos quaternários, desde continentais até marinhos” (fig. 7.2).

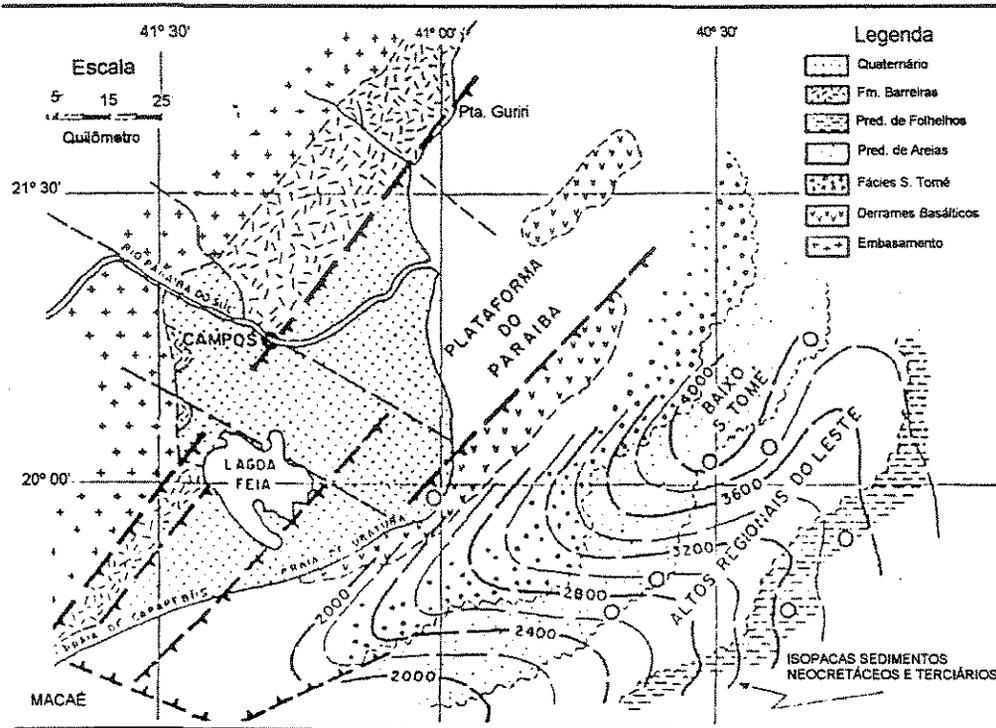


FIGURA 7.2  
ESBOÇO ESTRUTURAL E FACIOLÓGICO DOS SEDIMENTOS NEOCRETÁCEOS/TERCIÁRIOS DA BACIA DE CAMPOS (SCHALLER, 1973)

Esta Bacia, segundo Fonseca (1998) está implantada em terrenos Pré-cambrianos, ou seja, o chamado “*embasamento econômico*” que, de acordo com Fonseca (informação verbal) significa que desse embasamento dito econômico para baixo não há qualquer possibilidade de ocorrência de hidrocarbonetos, está sobreposto ao embasamento cristalino Pré-Cambriano.

O termo Barreiras, segundo Petri, S. e Fúlfaro, U.J. (1983), “*tem sido aplicado, com acepção vaga, para indicar clásticos afossilíferos de cores vivas, em geral friáveis, que ocorrem quase ininterruptamente ao longo da costa, desde*

*o Rio de Janeiro até o Pará....Corresponde a arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, freqüentemente lenticulares. Forma falésia na costa e bancos nas margens dos rios costeiros.” Ainda, segundo esses autores, “não foi criada seção tipo. O termo é de uso prático para sedimentos cenozóicos continentais indiferenciados, sempre que a falta de estudos pormenorizados impeça o reconhecimento de formações bem definidas.”*

Segundo Gama Jr. (1977) cujo estudo se baseou em dados provenientes das descrições das amostras de calhas de 9 poços petrolíferos e de interpretações litológicas dos perfis geofísicos elaborados a partir de levantamentos sísmicos de reflexão realizados pela Petrobrás, podem ser reconhecidos na Bacia de Campos, quatro sistemas deposicionais: Sistema Deltaico Emborê, Sistema Leque Deltaico Guriri, Sistema Plataforma Carbonática Siri e Sistema Talude Continental – Campos. Ainda segundo Gama Jr. (op.cit.), o “*Sistema Deltaico Emborê é o gerador dos sedimentos da unidade Estratigráfica homônima, constituída por duas principais fácies, cordões litorâneos e barras de distributários, esta unidade genética domina a sedimentação parálica na bacia a partir do Oligoceno. Evidências geológicas dentro e fora da Bacia de Campos apontam o rio Paraíba como alimentador deste paleo-delta que, geneticamente, é classificado como destrutivo por ondas*”. Essa Formação é constituída por 3 unidades lito-estratigráficas denominadas de: Emborê, São Tomé e Grussaí. A unidade Emborê, segundo Gama Jr. (op. cit.), é caracterizada por areias quartzosas, arenitos de ocorrência secundária e matriz argilosa com grãos fracamente consolidados por material carbonático. Segundo ainda este autor, há erráticas intercalações de argilitos calcarenitos, calciruditos e dolomitos. Os argilitos se apresentam em camadas métricas e são fossilíferos. Os arenitos Emborê, apresentam uma diversificada fauna fóssil, embora não sejam muito fossilíferos.

Já as unidades São Tomé, únicas presentes na parte emersa da Bacia, são caracterizadas por areias e cascalhos mal consolidados, disseminados em matriz argilosa vermelha e mal selecionada e podem chegar a 1.100 metros de

espessura. Enquanto a Litofácies Grussaí, é constituída essencialmente de calcilutito, cinza claro e esverdeado.

A tabela 7a demonstra de forma resumida tanto a seqüência evolutiva da Bacia de Campos como sua correlação com as unidades sismo-estratigráficas estabelecidas por Gama Jr.

A figura 7.3 representa o modelo deposicional das Formações Emborê – Campos, apresentado por Gama Jr. (op. cit.).

TABELA 7A  
ESQUEMATIZAÇÃO DA SEQÜÊNCIA EVOLUTIVA DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA EM ESPECIAL DA BACIA DE CAMPOS (BASEADO EM GAMA JR., 1977)

Característica	Era/Sistema/Série/Ano	Anos (MA)	Litologia Principal	Unidade Estratigráfica	Espessura Máxima (m)
Sedimentação parálica na Bacia. Cordões litorâneos e barras de distributários. Sedimentos do rio Paraíba do Sul alimentavam esse paleo-delta	Terciário Superior – Do Oligoceno superior ao Plioceno	± 38 a 15	Arenitos e Carbonatos Impuros. Clásticos continentais vermelhos	Fm. Emborê	1.450
Ambiente marinho franco. No continente o tectonismo estende-se até o neogeno (Mioceno / Plioceno) Há a formação da Serra do Mar e do Graben do Paraíba	Do Cretáceo Superior ao Terciário Superior - Oligoceno	± 80 a 38	Arenitos e Folhelhos	Fm. Campos	2.500
Ambiente marinho raso. Reativação de Falhas. Definição do Arcabouço da Bacia	Cretácio Superior – Albo-Cenomaniano	± 80	Carbonatos	Fm. Macaé	1.000
Primeira incursão marinha no embrião do oceano Atlântico Sul	Cretácio Inferior – Aptiano	± 110	Evaporitos e Clásticos não marinhos	Fm. Lagoa Feia (parte superior)	2.000 (estimativa). Só se conhece 700m
Fase inicial da formação do Atlântico Sul	Cretácio Inferior – Wealdeniano	± 120 a 130	Basalto	Fm. Lagoa Feia	1.050 (?)

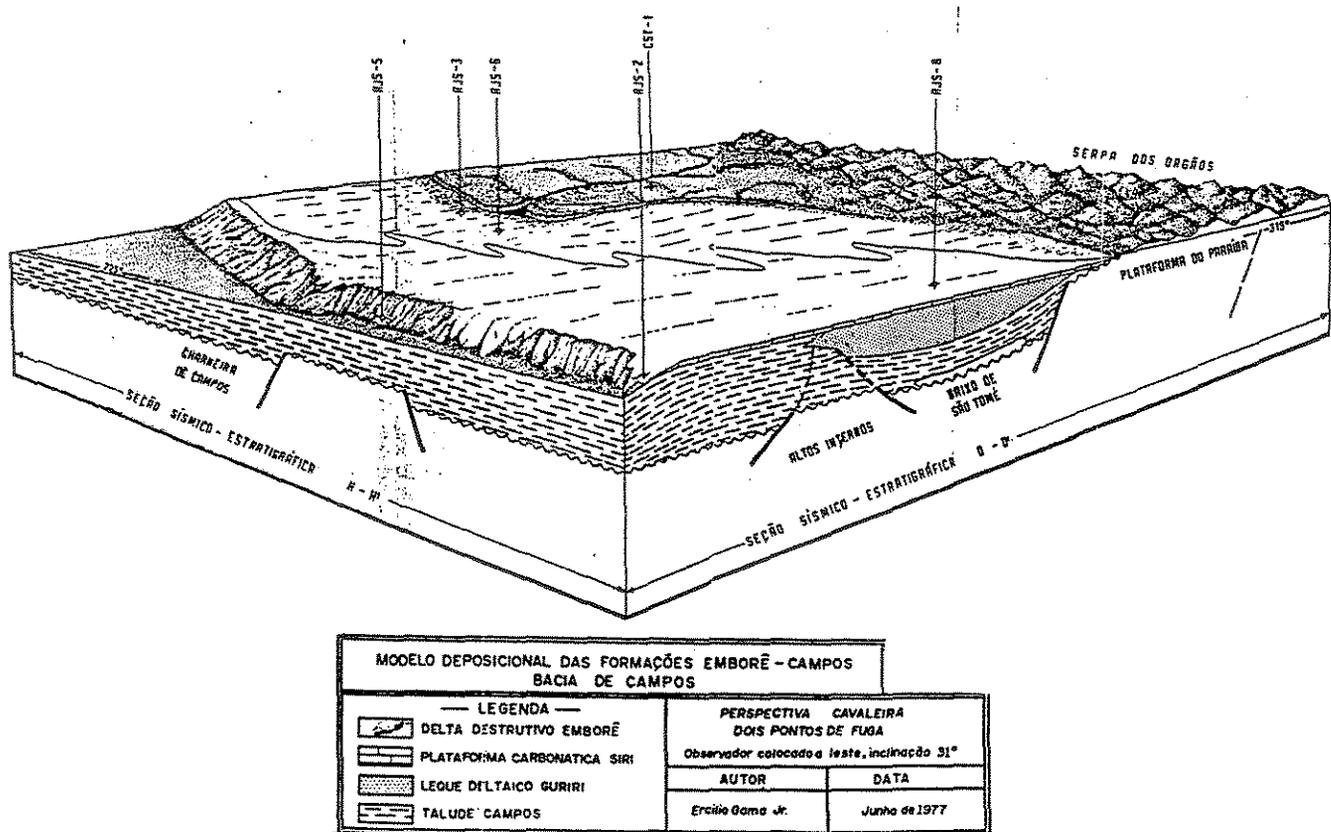


FIGURA 7.3  
 MODELO DEPOSICIONAL DAS FORMAÇÕES EMBORÊ-CAMPOS (GAMA JR., 1977)

Em relação aos recursos minerais, Lamego (1955) descreve a ocorrência de caulim, na Fazenda do Campelo, monazita nas restingas e na Série Barreiras, argilas plásticas na planície de aluviões, areias para fabricação de vidro nas planícies de restingas, diatomita nas margens da lagoa de Cima, turfa nas margens da lagoa Feia, granito em Itaoca e gipsita em Campos da Boa Vista. Hoje são conhecidas também as jazidas de petróleo.

Anexo segue figuras do perfil estabelecido por Schaller, 1973 (figuras 7.4 e 7.5), elaborado com base nas sondagens executadas pela PETROBRÁS.

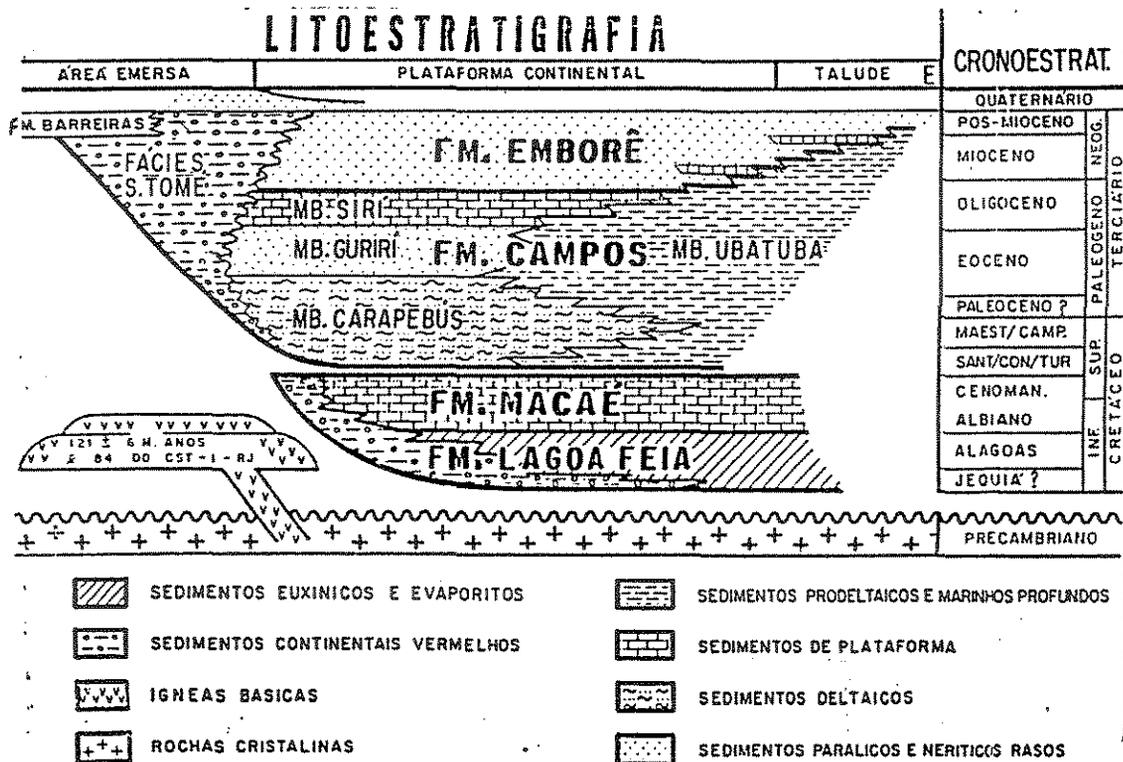


FIGURA 7.4  
COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DE CAMPOS (SCHALLER, 1973)

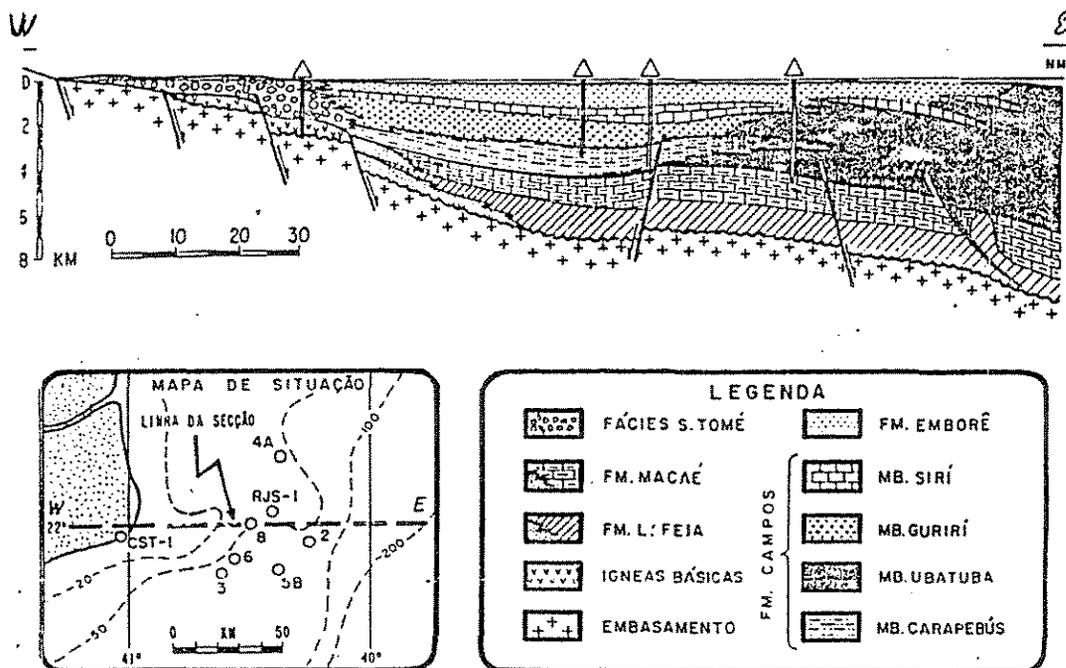


FIGURA 7.5  
SEÇÃO GEOLÓGICA GENERALIZADA ATRAVÉS DA BACIA DE CAMPOS  
(SCHALLER, 1973)

## 7.2.2 Formação e Evolução do Delta do Rio Paraíba do Sul

Seguindo o esquema proposto por Fisher (apud Castro, 1987), Bacoccoli (1971) classificou o Delta do rio Paraíba do Sul em altamente destrutivos dominados por ondas. Segundo Martin et al. (1997), essa denominação é dada aos deltas cujos sedimentos depositados na foz dos distributários são retrabalhados por ondas e redistribuídos pela deriva litorânea. O resultado é uma frente deltaica com cordões praias bem desenvolvidos e coalescentes. Além do rio Paraíba do Sul, todos os demais rios que desembocam na costa leste brasileira formam Deltas desse tipo.

### 7.2.2.1 Formação e Evolução dos Deltas do rio Paraíba do Sul no Terciário

Segundo Gama Jr. (op. cit.), o Sistema Deltaico Emborê é o sistema deposicional dominante da Bacia de Campos. Esse Sistema é constituído por dois grupos: I) fácies arenosas que definem o arcabouço deltaico, constituídas pelas barras de distributário e cordões litorâneos e II) fácies complementares constituídos por argilitos, folhelhos, siltitos, evaporitos e matéria orgânica.

Ainda segundo Gama Jr. (op. cit.), *“as intercalações arenosas da litofácies São Tomé apresentam um conjunto de características que indicam sua deposição em ambiente continental”*. Essas características são: sedimentos mal selecionados, de composição granulométrica bastante grosseira e abundante matriz argilosa.

Gama Jr., identificou a origem desta fácies como barras de canal distributário localizado próximo ao atual rio Paraíba do Sul. Segundo este autor, *“a relativa escassez de fácies argilosas de uma postulada planície deltaica, onde as fácies de canal apresentam granulometria bastante grosseira, deve ser atribuído à natureza da drenagem alimentadora do delta. Esta deveria ser constituída por um rio anastomosado ou meandrante psamítico (Gama Jr., 1975) onde correntes de alta competência transportam abundante carga de fundo, relativamente à carga suspensa (Allen, 1965)”*.

Já os arenitos da Litofácies Emborê, segundo Gama Jr., são de composição mista, clásticos grosseiros de origem continental e bioclastos e intraclastos marinhos, revelando como sítio de deposição um ambiente parálico,

com uma geometria em forma de leque, o que permitiu ao autor, interpretá-los como cordões litorâneos.

Gama Jr. afirma que *“nos deltas Emborê, a contribuição marinha foi substancial, permitindo inferir a existência de uma plataforma continental bastante rasa, dominada por ondas e correntes litorâneas de alta energia”*.

O Sistema Deltaico Emborê foi interpretado por Gama Jr. como um complexo de diversos deltas individuais, desenvolvidos em vários ciclos deltaicos a partir do Oligoceno e definido como deltas destrutivos, dominados por ondas.

Destaca-se que de toda a Formação Emborê, apenas parte da Fácies São Tomé foi detectada na parte emersa da Bacia de Campos através do poço 2-CST-1-RJ, nas proximidades da localidade de Farol de São Tomé. A fácies Emborê está localizada na parte imersa da Bacia.

Gama Jr. (op. cit.) aponta ainda na bacia de Campos, o Sistema Leque Deltaico Guriri (totalmente fora da área atualmente emersa) e acredita que esse Leque tenha sido *“alimentado por uma drenagem principal, orientada do sudeste para nordeste, passando próximo ao atual Cabo São Tomé. Esse rio deveria drenar uma área montanhosa, situado não muito distante da costa sul do Rio de Janeiro, que conferia ao seu leito um gradiente relativamente alto e, conseqüentemente, alta competência às suas correntes. Tais características de fluxo são encontradas em rios anastomosados, com fortes descargas descontínuas e muito ricos em carga de fundo. As características texturais dos sedimentos Guriri são compatíveis com o transporte por correntes deste modelo fluvial”*.

Um aspecto interessante que se deve destacar é a correlação, feita por Gama Jr. (op. cit.), entre os Sistemas Deltaicos Emborê e o Leque Deltaico Guriri. Gama Jr., através de seu estudo, define o sistema deltaico Emborê perpendicular a atual linha de costa enquanto o leque deltaico Guriri alinha-se na direção nordeste, o que sugere diferentes drenagens alimentadoras para cada um dos sistemas. Acrescenta que: *“a diferença do sistema deposicional gerado na zona costeira (leque deltaico durante o Eo-Terciário e delta destrutivo*

*durante o Neo-Terciário) deve ser debitado a alterações na drenagem da área fonte, durante o fim do Oligoceno, alterações estas provavelmente produzidas por fenômenos tectônicos. A distinção entre leques deltaicos e deltas destrutivo é apenas espectral e parcialmente uma questão de definição (Fisher et al., 1973). Em leques deltaicos, os depósitos de canal de rios anastomosados são dominantes. Os deltas destrutivos, por serem alimentados por correntes de menor gradiente e menor competência estão mais sujeitos a modificações marinhas, resultando uma maior abundância relativa de fácies destrutivas”.*

Apesar de não estar relacionada a um sistema deltaico, a deposição de sedimentos carbonáticos da Litofácies Siri, de pouca espessura, está associada a sedimentos parálicos, tendo como principal causa as oscilações do mar. Gama Jr. (op. cit.) sugere, tendo em vista o caráter regional de tal deposição, a ocorrência de fenômenos tectônicos que propiciaram transgressões marinhas que estancaram a drenagem costeira, suprimindo o aporte de clásticos e ensejando condições de sedimentação carbonática na plataforma submarina. Afirma o autor que as transgressões ocorreram no Eoceno e Oligoceno, resultando depósitos diferenciados anteriores e parcialmente contemporâneos aos Sistemas Leque Deltaico Guriri e Deltaico Emborê.

#### 7.2.2.2 Formação e Evolução dos Deltas do rio Paraíba do Sul no Quaternário

Durante a pesquisa bibliográfica para o estudo da formação e evolução do delta do rio Paraíba do Sul, responsável por toda a sedimentação da parte terrestre da bacia de Campos, observa-se duas linhas de pensamento que se diferem um pouco tendo em vista bases de análises e interpretação diferenciadas

Uma delas provém dos estudos de Lamego realizados nas décadas de 40 e 50 quando contava muito mais com a interpretação de dados colhidos através de caminhamento e uns poucos perfis provenientes de duas sondagens. Já a outra está baseada em estudos de datação através do radiocarbono, interpretação foto-aérea e também de caminhamento executados por uma equipe de pesquisadores contemporânea (décadas de 80 e 90) liderada por Martin e Suguio.

Silva (1987), em seu trabalho sobre o Complexo Deltaico do Paraíba fez referência a essas duas linhas de pensamento sobre a evolução do delta do Paraíba, cujos autores são, respectivamente: Lamego (1955) e Martin, L., Suguio, K. e outros (1984).

Nesse trabalho dar-se-á ênfase ao estudo de Martin et al. (1997), por se tratar de pesquisa elaborada com recursos mais modernos e precisos.

Esses autores caracterizam a área por duas grandes unidades, que são:

- Embasamento Pré-Cambriano, recoberto por sedimentos Terciários continentais da Formação Barreiras e
- Bacias costeiras ou marginais.

Essas bacias, "*são delimitadas por falhas normais ocorridas principalmente durante o Eo-cretáceo*". Asmus e Ponte (apud Fonseca, 1998) estabeleceram com a ajuda de informações de superfície e subsuperfície uma coluna padrão para as bacias marginais brasileiras que segundo Asmus (apud Fonseca, 1998) pode ser subdividida da seguinte forma:

- Seqüência de continente;
- Seqüência dos lagos;
- Seqüência do golfo e
- Seqüência do mar.

Geomorfologicamente a área pode ser dividida em três unidades, que são:

- Região Serrana - constituída por rochas cristalinas do Pré-Cambriano apresentando um relevo mais acidentado;
- Platô Terciário - constituído por sedimentos continentais da Formação Barreiras com a superfície levemente inclinada para o mar e
- Planície Quaternária - área mais plana e baixa das três unidades estando bem desenvolvida na desembocadura do rio Paraíba do Sul.

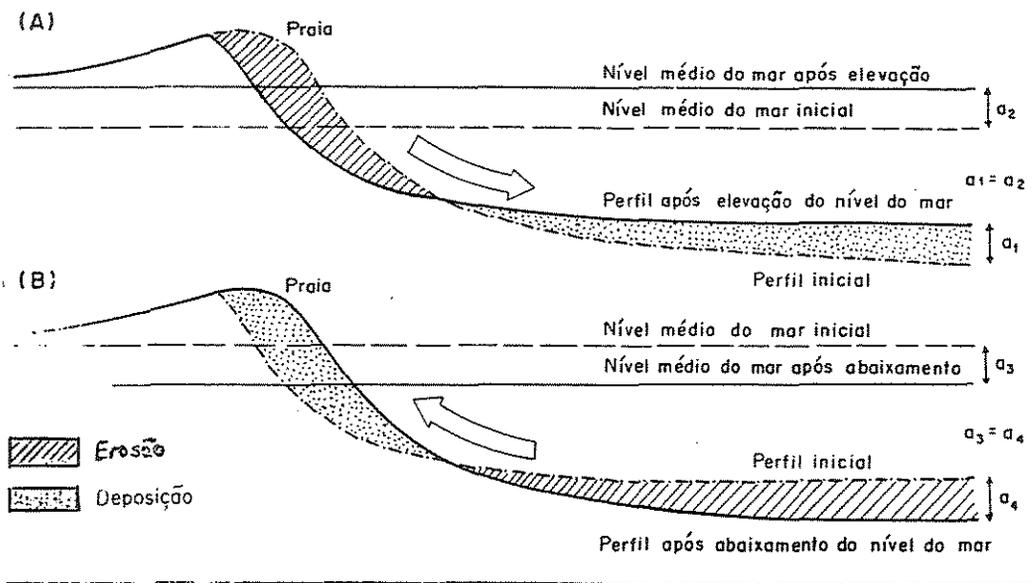
Em relação ao Delta, Suguio et al. (apud Martin et al., 1997), comprovaram a partir de mais de 700 datações com radiocarbono, as posições antigas do nível relativo do mar. Esse estudo assim como a presença de depósitos arenosos quaternários de origem marinha localizados acima do nível atual do mar, incrustações de gastrópodes, ostras e corais situados acima do

nível atual de vida desses organismos bem como a presença de Sambaquis nas planícies costeiras no interior comprovam que o nível relativo do mar já foi superior ao atual durante o Holoceno. Os autores ainda citam no trabalho que além da movimentação do mar através da transgressão e regressão, ocorreram movimentos tectônicos no Holoceno como falhas verticais provocando deslocamentos muito evidentes nas linhas de praia Holocênicas como, segundo eles, parece ter ocorrido ao sul do Cabo de São Tomé e que a costa nordeste e sudeste brasileira estiveram sujeitas à submersão até cerca de 5.400 anos atrás, seguida de emersão. Os autores indicam duas épocas em que o nível do mar teria chegado a pontos mais elevados, são elas: 123.000 anos A.P. (Pleistoceno) e 5.100 A.P. (Holoceno).

As variações do nível relativo do mar provocaram conseqüências na sedimentação costeira arenosa, que podem ser explicadas através dos seguintes fenômenos:

- Durante a transgressão, segundo Bruun (apud Martin et al. 1997) e comprovado em laboratório por Schwartz (apud Martin et al., 1997) e Dubois (apud Martin et al., 1997) o prisma praial irá sofrer erosão e o material erodido será transferido e depositado na antepraia que sofrerá uma elevação igual à elevação do nível do mar. Segundo Martin et al. (op. cit.) tudo indica que durante a regressão deverá ocorrer o oposto, ou seja, os sedimentos inconsolidados das antepraias serão movimentados pelas ondas e transportados para a praia, provocando uma progradação da linha de costa (Dominguez apud Silva, 1987 - figura 7.6);
- As ondas, próximo às praias não encontram profundidades suficientes para sua propagação, ocorrendo então a arrebentação que libera uma grande quantidade de energia que colocará as partículas de areia em suspensão. Caso essas ondas estejam atingindo o continente obliquamente a linha de praia, outra parte dessa energia será utilizada para deslocar as partículas em suspensão paralelamente à linha de praia depositando-as um pouco mais adiante. A esse processo se dá o nome de "Deriva Litorânea" (figura 7.7) e

▪ Períodos de alta, alternados por períodos de baixa carga fluvial, acarretam respectivamente um bloqueio do transporte litorâneo das areias e a formação de um esporão arenoso que tende a obstruir parcialmente a foz do rio. Esse fenômeno é facilmente visualizado no delta atual do rio Paraíba do Sul onde a barlamar a linha de costa avança à custa da incorporação gradativa de sedimentos arenosos trazidos pela deriva litorânea e a sotamar, pelo retrabalhamento de barras de desembocadura que, por ação de refração de ondas, evoluem para ilhas lunadas, rapidamente colonizadas por manguezais e passam a captar os sedimentos finos carreados pelo rio (figura 7.8).



A) Comportamento do perfil de equilíbrio da zona litorânea em função da elevação do nível relativo do mar (modificado de Bruun, 1962).  
 B) Comportamento do perfil de equilíbrio da zona litorânea em função da descida do nível relativo do mar, em analogia com a situação anterior (Dominguez, 1982)

FIGURA 7.6  
 COMPORTAMENTO DOS PERFIS DE EQUILÍBRIO NA ZONA LITORÂNEA  
 (MARTIN ET. AL., 1997)

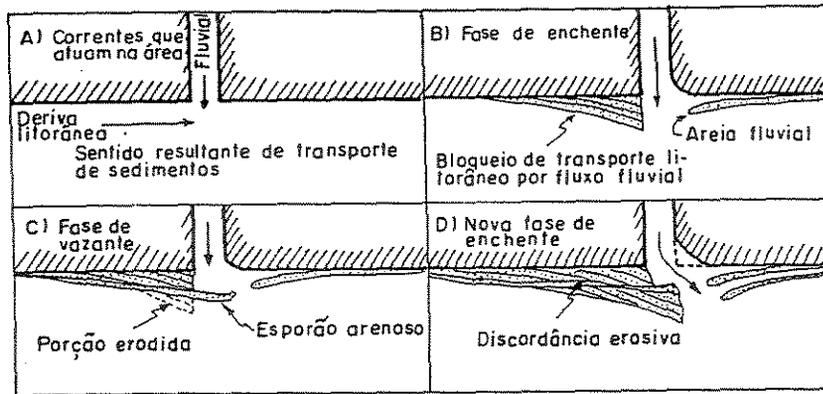


FIGURA 7.7  
 MECANISMO DE BLOQUEIO DE TRANSPORTE LITORÂNEO POR EFEITO DE FLUXO FLUVIAL, FORMADO POR UMA DESEMBOCADURA EM REGIÃO LITORÂNEA, COM DEPOSIÇÃO PREDOMINANTE A BARLAMAR (MONTANTE) DA CORRENTE DE DERIVA LITORÂNEA (MARTIN ET. AL., 1997)

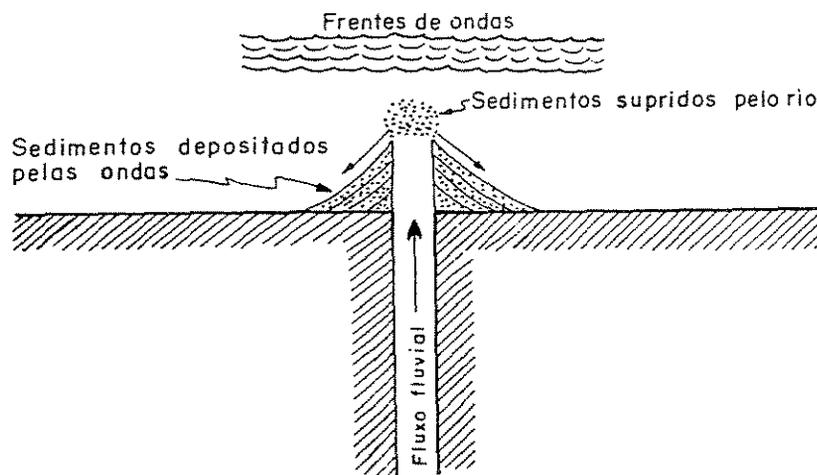


FIGURA 7.8  
 EM AUSÊNCIA DE TRANSPORTE LITORÂNEO, QUANDO AS FRENTES DE ONDA INCIDEM PARALELAMENTE À LINHA DE COSTA, OS SEDIMENTOS DE APORTE FLUVIAL SÃO DEPOSITADOS EM AMBOS OS LADOS DA FOZ, ORIGINANDO UMA FEIÇÃO EM CÚSPIDE APROXIMADAMENTE SIMÉTRICA (MARTIN ET. AL., 1997)

Os autores fizeram a caracterização e distribuição dos depósitos Quaternários marinhos e lagunares e a dividiram esses depósitos em:

- Terraços Arenosos Marinhos Pleistocênicos - São constituídos por sedimentos arenosos acastanhados coesos e normalmente sem conchas, se apresentam de um modo geral, depositados mais internamente no continente, são de origem marinha rasa, apresentam idades superiores a 30.000 anos A.P., suas

cristas praias são mais interrompidas e distantes entre si. São bem desenvolvidos na porção sul entre Barra do Furado e Macaé;

- Terraços Arenosos Marinhos Holocênicos - São constituídos por sedimentos arenosos brancos e ocorrem de forma contínua ao longo do litoral, podem possuir grande quantidade de conchas, exibem alinhamentos de cristas praias contínuas e pouco espaçadas. São bem desenvolvidos entre Farol de São Tomé e Guaxindiba;

- Depósitos Lagunares Holocênicos, de natureza argilo-arenosa - Com o nível relativo do mar alcançando o seu máximo há 5.100 anos A. P., a invasão do litoral pelo mar provocou a formação de inúmeras lagunas. Com a regressão marinha, as lagunas foram secando e sendo colmatadas e transformando-se em áreas pantanosas.

- Com as subidas de nível do mar entre 3.900 e 3.600 anos A.P. e entre 2.800 e 2.500 anos A.P., ocorreu a reocupação parcial de algumas dessas lagunas. Esses depósitos podem ser encontrados nas bordas da lagoa Feia e

- Depósitos de Manguezais - São constituídos por sedimentos pelíticos ricos em matéria orgânica, podendo conter fragmentos de madeira e conchas, localmente arenosos. Ocuparam nos últimos 7.000 anos extensas áreas, hoje, no entanto, estão restritos ao norte da foz do rio Paraíba do Sul.

Pelo que pudemos observar no mapa geológico que acompanha o trabalho desses autores, esses depósitos ocorrem também em alguns pontos próximos à borda da lagoa Feia.

Em relação a caracterização e distribuição dos Depósitos Quaternários Continentais, os autores dividiram esses depósitos em:

Depósitos Fluviais Argilo-arenosos e Arenosos Holocênicos - São os sedimentos fluviais que preenchem os paleocanais da região. Esses sedimentos repousam sobre os sedimentos lagunares;

Depósitos Aluviais e Coluviais Indiferenciados - São depósitos argilo-arenosos de idades diferenciadas encontrados nos vales acima do limite atingido pela penúltima transgressão, ou seja, numa vasta região hoje formada pela sede do município de Campos, Ururá, Goytacazes, Tocos, entre outras localidades e

Depósitos de Turfa - Deve ter se formado a partir da transformação de lagunas em pântanos após o abaixamento do nível do mar após 5.100 anos A. P. São encontrados na planície costeira da foz do rio Paraíba do Sul e nos baixos cursos de outros rios.

Para a evolução Paleogeográfica e Paleoclimática da Costa Brasileira, os autores utilizam o modelo evolutivo proposto por Martin et al. (apud Martin et al., 1997) que consideram o mais completo para o trecho do litoral brasileiro entre as cidades de Macaé no Rio de Janeiro e Maceió em Alagoas. Esses autores que consideram as flutuações do nível relativo do mar associadas a modificações paleoclimáticas as principais causas de formação das planícies litorâneas brasileiras, reconheceram os seguintes estádios evolutivos:

Estádio 1: Durante provavelmente o Plioceno, num clima semi-árido e sujeito a chuvas esporádicas e torrenciais teria ocorrido a sedimentação da formação Barreiras em amplas faixas de leques aluviais coalescentes ao sopé de encostas mais ou menos abruptas do embasamento cristalino (Ghignone apud Martin et al., 1997);

Estádio 2: Clima mais úmido interrompendo a deposição da formação Barreiras (Vilas-Boas et al. apud Martin et al., 1997). A seguir, durante, provavelmente, o Pleistoceno deve ter ocorrido uma transgressão. A parte externa da Formação Barreiras foi erodida formando uma linha de falésias. Acredita-se que essa linha de falésias tenha sido totalmente erodida no litoral sudeste já que não se tem vestígios dela nessa região;

Estádio 3: Numa fase de regressão marinha o clima deve ter voltado à semi-árido possibilitando uma nova sedimentação de depósitos continentais constituídos de leques aluviais coalescentes no sopé de escarpas esculpidas nos sedimentos da Formação Barreiras (Vilas-Boas et al. apud Martin et al., 1997). Assim como no anterior, supõe-se que uma erosão ocorrida no sudeste não tenha permitido qualquer vestígio deste estádio nessa região;

Estádio 4: Por volta de 123.000 anos A.P. quando o mar, durante a penúltima transgressão, erodiu totalmente ou parcialmente os depósitos continentais do estádio anterior, os baixos rios foram afogados dando origem a estuários e

lagunas. Os sedimentos da formação Barreiras que estavam sob os depósitos continentais também sofreram um processo erosivo originando uma nova linha de falésias;

Estádio 5: Fase em que foram construídos os terraços arenosos formados por cristas praias progradantes durante a regressão no Pleistoceno;

Estádio 6: Durante o Holoceno no máximo da última transgressão há uns 5.100 anos A. P., o mar deve ter erodido total ou parcialmente os terraços marinhos pleistocênicos. Ocorreu a invasão pelo mar dos terraços marinhos pleistocênicos e os sedimentos da formação Barreiras. Segundo Martin et al. (op.cit.) *"ao afogamento das planícies costeiras pleistocênicas, seguiu-se o desenvolvimento de ilhas-barreiras, que isolaram do contato direto com o mar aberto testemunhos de antigos terraços marinhos ou antigas falésias esculpidas nos sedimentos da formação Barreiras...Quando um rio desemboca nessas lagunas, começam a desenvolver-se deltas intralagunares"* e

Estádio 7: Fase relativa ao abaixamento do mar a partir de 5.100 anos A. P. que causou a transformação das lagunas em lagos de água doce e, finalmente, em pântanos. Este estágio está também relacionado a pequenas flutuações do nível do mar que foram importantíssimas para o desenvolvimento das porções mais novas das planícies costeiras situadas nas desembocaduras do rio Paraíba do Sul e do rio Doce no Espírito Santo.

Tendo em vista que a evolução do delta do rio Paraíba do Sul está ligada a evolução da planície costeira brasileira já descrita no item anterior, os autores dirigiram sua pesquisa de detalhe para as fases de evolução de 7.000 anos para cá. Incluíram no trabalho uma série de figuras representativas da evolução costeira do rio Paraíba do Sul cujas cópias foram anexadas ao presente trabalho.

A seguir passa-se a descrever resumidamente cada um dos estádios da formação da planície costeira do rio Paraíba do Sul, enunciados por Martin et al. (op.cit.).

Estádio 1 - Antes de 5.100 anos A.P.: formação de um sistema de ilhas-barreiras/laguna: Em função dos resultados de cerca de 30 datações ao radiocarbono, os autores puderam comprovar que a laguna localizada na região

onde hoje está o município de Campos foi formada há cerca de 7.000 anos A. P. e, acredita-se que, conseqüentemente, as ilhas-barreiras, grandes responsáveis pela formação da laguna, tenham se formado antes ou pelo menos no mesmo período.

No momento máximo de transgressão, há 5.100anos A. P. as ilhas-barreiras formavam uma grande reentrância ao norte do cabo de São Tomé. Após essa época, essa reentrância funcionaria como uma armadilha sedimentar para as areias transportadas por deriva litorânea. Apesar de poucos elementos para acompanhar o desenvolvimento do delta do Paraíba do Sul através do tempo, sabe-se que há 5.100 anos A. P. esse rio não atingia o oceano. Nessa época, as desembocaduras do rio Paraíba do Sul são dominadas pelo oceano, em termos de energia, conforme demonstram as extremidades das ilhas-barreiras recurvadas para o interior da paleolaguna;

Estádio 2 - Primeira fase de construção: O delta continua a se desenvolver no interior da laguna, mas nenhum de seus braços atinge o oceano. Nessa fase processa-se a acumulação de areia na concavidade formada ao norte do cabo de São Tomé, sob condições hidrodinâmicas geradas pelas ondas eficazes do setor sul;

Estádio 3 - Fase de construção marcada pela saída ao oceano de um dos distributários do rio Paraíba do Sul: Importante fase ligada a formação e evolução do delta do Paraíba do Sul. Tudo indica que um pouco antes do abaixamento brusco do nível do mar após 4.200 anos A.P. um braço do delta intralagunar do rio Paraíba do Sul parece ter chegado ao oceano. Provavelmente outros braços do delta mantinham-se ativos, enquanto o delta continuava o seu desenvolvimento;

Estádio 4 - Primeira fase de erosão: Anterior a 4.400 anos A. P., conspícuas discordâncias nos alinhamentos das cristas praias ao redor da desembocadura e ao norte do cabo de São Tomé indicam modificação das condições hidrodinâmicas que sugerem mudança no sentido das ondas eficazes e não uma subida do nível marinho que ocorreu em outra época;

Estádio 5 - Fase de construção: Fase em que se observa o escalonamento no empilhamento das cristas praias em virtude de variações de energia do rio Paraíba do Sul. Durante os períodos de alta energia de fluxo, o rio teria funcionado como um espigão hidráulico bloqueando o transporte litorâneo. Por outro lado, nas fases de baixa energia de fluxo, o efeito citado não se verificaria e a desembocadura tenderia a deslocar-se para o norte. Neste período a desembocadura deslocou-se para o norte de maneira contínua;

Estádio 6 - Segunda fase de erosão: Nessa época processou-se o retorno às condições hidrodinâmicas dominadas pelas ondas do setor sul. O nível do mar subiu provocando o deslocamento das ilhas-barreiras para dentro do continente e a conseqüente formação das lagunas do cabo de São Tomé. Hoje em dia essas lagunas acham-se ressecadas, com exceção da Salgada, onde hoje se formam estromatólitos;

Estádio 7 - Terceira fase de construção: Nessa fase a sedimentação das areias transportadas por deriva litorânea deve ter ocorrido na armadilha sedimentar formada, no estádio anterior, ao norte da lagoa Salgada e provavelmente também ao norte da desembocadura, nesse caso a partir do aporte fluvial do Paraíba do Sul;

Estádio 8 - Terceira fase de erosão: Entre 2.700 e 2.500 anos A. P., ocorreu uma rápida ascensão do nível do mar o que provocou uma erosão generalizada da linha costeira entre o Cabo de São Tomé e Guaxindiba no RJ, obliquamente ao norte e paralelamente ao sul em relação ao alinhamento das antigas cristas praias;

Estádio 9 - Quarta fase de construção: Entre 2.500 e 2.400 anos A. P. ocorria a progradação ao norte da desembocadura graças as condições hidrodinâmicas de ondas eficazes do setor sul Essa deposição não foi feita em contato com depósitos anteriores, mas em frente, deixando uma laguna alongada estendendo-se da foz à extremidade norte da planície assim formada;

Estádio 10 - Quarta fase de erosão: As condições hidrodinâmicas eram geradas por ondas eficazes do Nordeste o que provocava a deposição da areia trazida pelo rio Paraíba do Sul ao sul da desembocadura;

Estádio 11 - Quinta fase de construção: Corresponde à retomada da progradação sob condições hidrodinâmicas geradas por ondas eficazes provenientes do setor sul. A linha da costa, na região do Cabo de São Tomé deveria situar-se além da linha de costa atual;

Estádio 12 - Quinta fase de erosão: Por volta de 2.500 anos A.P. ocorria erosão na região de Cabo de São Tomé acompanhada por acumulação na região do Farol de São Tomé. Parece que isso ocorria para manter a curvatura da linha da costa compatível com as condições hidrodinâmicas da época. Essa erosão é reconhecível se observada a discordância nos alinhamentos das cristas praias e

Estádio 13 - Última fase de construção: Fase atual. As areias erosionadas na altura do Farol de São Tomé são transportadas para o norte contribuindo na progradação da porção sul da desembocadura e as areias supridas pelo rio Paraíba do Sul são depositadas ao norte da desembocadura (figuras 7.9, Legendas do Mapa; 7.10, Mapa Geológico do Quaternário de Martin et. al. (op. cit.); anexo 1.7, Mapa Geológico).

## FORMAÇÕES QUATERNÁRIAS

A cartografia das formações quaternárias é o resultado da superposição de vários tipos de informações

### A) CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DOS SEDIMENTOS

-  Areias marinhas litorâneas bem selecionadas. As de idade pleistocênica podem apresentar uma coloração escura em consequência da presença de matéria orgânica de origem secundária
-  Sedimentos lagunares ou de fundos de baía indiferenciados (areias à argila). Podem conter conchas de moluscos. Frequentemente esses sedimentos estão recobertos por uma camada turfosa.
-  Sedimentos lagunares arenosos.
-  Sedimentos argilo-arenos, ricos em matéria orgânica, dos mangues atuais.
-  Sedimentos continentais indiferenciados: aluviões e coluviões. Na foz do rio Paraíba do Sul, as aluviões transportadas pelo rio edificaram um delta intralagunar.
-  Sedimentos arenosos de paleocanais (delta intralagunar).
-  Sedimentos indiferenciados de lagos e pântanos (frequentemente argilas ricas em matéria orgânica).

### B) ASPECTO MORFOLÓGICO DA SUPERFÍCIE DOS DEPÓSITOS ARENOSOS

-  Alinhamentos de antigos cordões litorâneos.
-  Superfície retrabalhada pelo vento: dunas ativas.
-  Superfície retrabalhada pelo vento: dunas estabilizadas.

### C) IDADE DOS DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS

-  Holoceno
-  Pleistoceno (≈ 120.000 anos B.P.)
-  Quaternário indiferenciado (continental)

### FORMAÇÕES PRÉ - QUATERNÁRIAS

-  Plioceno (Formação Barreiras)
-  Cretáceo (Intrusivas alcalinas)
-  Pré-cambriano indiferenciado

#### CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- contato definido    - - - - contato inferido    BR    afloramento de arenitos de praia

#### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- |   |  |   |
|---|--|---|
|  CIDADE    |  Estrada pavimentada                          |  Curso de água |
|  Vila      |  Estrada sem pavimentação, tráfego permanente |  Lagoa         |
|  Lugarejos |  Estrada de ferro                             |   |

FIGURA 7.9  
LEGENDA DO MAPA GEOLÓGICO DO QUATERNÁRIO COSTEIRO DA  
METADE NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (MARTIN, ET. AL., 1997)



FIGURA 7.10  
 DETALHE DA ÁREA DE ESTUDO NO MAPA GEOLÓGICO DO QUATERNÁRIO COSTEIRO  
 DA METADE NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (MARTIN, ET. AL., 1997)

## 8 Aspectos Hidrogeológicos

### 8.1 Caracterização Regional

As características geológicas do estado do Rio de Janeiro propiciam a ocorrência regional de dois grandes sistemas aquíferos, o fraturado e o sedimentar.

O sistema aquífero fraturado ocupa a maior parte do território fluminense se estendendo desde o sul até a região norte do Estado através das fraturas que ocorrem nos Complexos rochosos da Região dos Lagos, de São Fidelis e da Serra dos Órgãos.

Já a área sedimentar, bem menor do que a fraturada em termos de extensão, se distribui em três bacias: Itaboraí, Resende e Campos.

Segundo o mapa hidrogeológico da América do Sul (UNESCO, DNPM e CPRM, 1996) o estado do Rio de Janeiro se insere em duas Províncias Hidrogeológicas, que são: 1) o Escudo Oriental, constituído por rochas fraturadas, geralmente de baixa permeabilidade, com água de boa qualidade e considerado de muito pequena importância hidrogeológica relativa e 2) Províncias Costeiras, constituídas por dois aquíferos, o de origem Quaternária, constituído por sedimentos clásticos não consolidados contínuos, livres ou localmente confinados, com permeabilidade variável e água de boa qualidade. Há possibilidade de exploração através de poços rasos. Já o outro aquífero da Província Costeira é denominado de Barreiras. É, geralmente, de extensão regional a regional limitada, livre ou confinado, constituído por sedimentos clásticos não consolidados e consolidados, de permeabilidade geralmente média a baixa e com água de boa qualidade.

Capucci, 1988, em seu mapa "*Potencialidades Médias de Água Subterrânea no Estado do Rio de Janeiro*" na escala de 1:400.000, atribui quatro padrões de potencialidade para os aquíferos estudados do estado do Rio, que são:

- a) Muito Elevado para vazões específicas maiores de  $12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  (Bacia de Campos);
- b) Elevado para vazões específicas entre 5 e  $12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  (Bacia de Campos e Resende);
- c) Médio para vazões específicas entre 0.5 e  $5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  no Graben do rio Paraíba do Sul e entre 0.5 e  $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  na Bacia de Itaboraí e
- d) Fraco para vazões específicas menores que  $1.0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  na Bacia de Campos e menores que  $0.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  na Bacia de Itaboraí.

Na categoria de *mais elevado*, Capucci (1988) delimitou uma única área localizada no município de Campos que inclui, além do primeiro distrito de Campos, as localidades e bairros de Ponta Grossa dos Fidalgos, Tocos, Coqueiros, Goytacazes, Donana, Tapera e Santa Cruz.

Já na categoria de *elevado*, duas áreas foram selecionadas por Capucci. Uma delas se localiza no município de Resende, no sul do Estado próximo a divisa com São Paulo e a outra, ocupa extensas áreas do território dos municípios de Campos, São João da Barra e pequena área do município de São Francisco do Itabapoana próximo a divisa com o Espírito Santo na região norte do estado do Rio de Janeiro.

Define como potencialidade *média*, a região do Graben do rio Paraíba do Sul (de 0.5 a  $5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) e parte da Bacia Sedimentar de Itaboraí (de 0.5 a  $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ), na região metropolitana do Rio de Janeiro.

Já como *fraca*, Capucci, distingue, com essa categoria em duas intensidades diferentes, parte da Bacia Sedimentar de Itaboraí com vazões específicas inferiores a  $0.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  e parte da Bacia Sedimentar de Campos, com vazões específicas menores que  $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , englobando parte dos municípios de Campos, São Francisco do Itabapoana, Quissamã e Macaé.

A Companhia de Águas e Esgoto do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE), através de contratação de serviços externos é a entidade que mais vem estudando a potencialidade de água subterrânea no Estado do Rio de Janeiro.

Iniciando-se com a ENCO em 1980 e, mais recentemente, com a GEOPLAN, em 1995, sempre através de contrato firmado com a CEDAE, foram elaborados projetos para execução de poços com a finalidade de suprir as necessidades da população de Campos dos Goytacazes, de São Francisco de Itabapoana e São João da Barra.

O Departamento de Recursos Minerais (DRM), a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), são, também, Entidades que vêm se dedicando a pesquisa de água subterrânea no Estado.

Através de colaboração técnica formalizada em 1996, DRM e UFF executaram levantamentos em áreas do município de Niterói com a finalidade de detectar aquíferos que pudessem suprir a necessidade da população dessa cidade que, nos bairros da orla oceânica (Piratininga, Itaipú, Camboinhas e Itaquatiara), sofre problemas sérios de falta d'água.

A CPRM vem, desde 1999, elaborando um mapa de potencialidade de ocorrência de água subterrânea do estado do Rio de Janeiro, onde são destacadas as zonas de falhas, e as bacias sedimentares, como áreas mais promissoras.

## 8.2 Sistemas Aquíferos no município de Campos dos Goytacazes

O Município de Campos dos Goytacazes, por suas características litológicas, estruturais, sedimentares e estratigráficas, propiciou a formação de dois sistemas aquíferos, que são:

- 1) Sistema Aquífero Fraturado do Embasamento Cristalino e
- 2) Sistema Aquífero Sedimentar.

O Sistema Aquífero Fraturado, está associado às zonas de fraqueza e ruptura das rochas do Embasamento Cristalino.

Já os Sistemas Aquíferos Sedimentares têm sua origem na deposição de sedimentos continentais e marinhos de idade Terciária e Quaternária.

### 8.2.1 Sistema Aquífero Fraturado ou Aquífero Fraturado

As rochas cristalinas Pré-cambrianas que ocorrem em Campos em determinadas localidades propiciaram através de seu grau de fraturamento a formação de aquíferos com pequena vazão mas com água de boa qualidade (Carvalho, 1998). Esses Sistemas, localizam-se em áreas a sudoeste e ao norte do município compreendidas pelos distritos de Murundú, Santa Maria, Ibitioca, Vila Nova de Campos, Morro do Coco, Conselheiro Josino, entre outros, totalizando uma área aproximada de 1656 km<sup>2</sup>. As unidades litológicas predominantes são: Complexo São Fidélis do Paleoproterozóico, constituídos basicamente de Gnaisses Kinzigíticos e os Grandes Complexos Sintectônicos do Neoproterozóico, constituídos de Granitóides tonalíticos Angelim, Suite enderbítica Bela Joana, entre outros.

Durante o cadastramento dos poços, foram destacados também, biotita-gnaisses, migmatitos e pegmatitos.

Esse sistema, segundo o mapa hidrogeológico da América do Sul (UNESCO, DNPM e CPRM, 1996) se insere na Província Hidrogeológica do Escudo Oriental.

A tabela 8.1, assinala algumas características dos poços cadastrados no Aquífero Fraturado no município de Campos dos Goytacazes.

TABELA 8.1  
POÇOS CADASTRADOS NO AQUÍFERO FRATURADO

Poço	Local	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Esp.	Transmissividade
23-CAM	Km 272 da BR 101	143,00	20,00	15,00	5,00	68,00	1,60	53,00	0,03	nd
44-MCC	Morro do Coco	60,00	110,00	6,10	103,90	23,60	9,50	17,50	0,54	nd
45-MCC	Morro do Coco	122,00	100,00	6,00	94,00	66,00	1,70	60,00	0,03	nd
46-MUR	Murundu	133,00	80,00	0,00	80,00	45,00	2,00	45,00	0,04	nd
47-MUR	Murundu	200,00	70,00	2,00	68,00	60,00	1,20	58,00	0,02	nd
48-MUR	Murundu	120,00	60,00	nd	nd	nd	1,20	nd	nd	nd
49-CJS	Conselheiro Josino	80,00	60,00	2,50	57,50	25,00	8,00	22,50	0,35	nd
50-VNC	Vila Nova	110,00	60,00	0,00	60,00	12,00	16,50	12,00	1,37	nd
65-TRA	Travessão	105,00	30,50	14,00	16,50	35,00	5,00	21,00	0,24	nd
66-TRA	Travessão	98,00	32,00	9,00	23,00	25,00	14,00	16,00	0,88	nd
70-SMS	Santa Maria	70,00	nd	6,00	nd	32,00	8,10	26,00	0,31	nd
Valores Médios		117,85	-	2,76	-	38,60	5,73	35,83	0,39	nd

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nivel Estático (NE); Cota NE; Nivel Dinâmico (ND) e Rebaixamento; m<sup>3</sup>/h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica  
Para o cálculo dos valores médios só foram levados em conta os dados dos poços 44, 45, 46, 47, 48, 49 e 50 por sofrerem acompanhamento técnico da Empresa Águas do Paraíba  
nd - dado não disponível

ENCO (1980) e CEDAE (cadastro de poços)

Hoje, no entanto, apenas 7 poços estão em funcionamento, são eles: 44-MCC, 45-MCC, 46-MUR, 47-MUR, 48-MUR, 49-CJS e 50-VNC. Por esse motivo no cálculo das médias do Aquífero Fraturado só se levou em conta os dados desses poços que vêm sendo acompanhados por funcionários da atual concessionária, Águas do Paraíba (anexos: 12.4 – fotos dos poços em Morro do Coco e 12.5 – fotos dos poços em Murundu).

A água captada nesses poços é responsável pelo abastecimento das cidades de Conselheiro Josino, Morro do Coco, Murundú e Vila Nova de Campos.

Através de informação verbal do funcionário da Superintendência local da CEDAE, Sr. Paulo Brito (julho, 1999), soube-se que a vazão dos três poços em Murundú (46-MUR, 47-MUR e 48-MUR), chegava a 35 m<sup>3</sup>/h em 1978 e que hoje não atingem juntos, 5 m<sup>3</sup>/h. Ainda assim, são responsáveis pelo abastecimento de toda a comunidade de Murundú cuja população chega em 1999, segundo o Superintendente da CEDAE de Campos, a 470 (quatrocentos e setenta) habitantes. Já a vazão do poço de Vila Nova que, também segundo informação de funcionário da CEDAE local (julho, 1999) foi inaugurado em 1966 com uma

vazão de 16 m<sup>3</sup>/h, hoje não ultrapassa os 7 m<sup>3</sup>/h. Esse poço é bombeado 24 horas por dia e é responsável pelo abastecimento da cidade local.

Esse Aqüífero foi identificado na Carta de Delimitação de Aqüíferos com base na descrição geológica de Fonseca (op. cit.) e das descrições dos poços (anexo 12.24).

A concentração de cloretos foi definida abaixo de 100mg/l para a água desse Aqüífero com base em trabalhos bibliográficos que identificam baixos teores de cloretos para as águas subterrâneas em rochas Cristalinas do sudeste brasileiro.

## 8.2.2 Sistemas Aqüíferos Sedimentares

As litologias diferenciadas bem como a forma de deposição no Terciário e Quaternário favorecem a ocorrência de dois sistemas aqüíferos sedimentares, que são: SISTEMAS AQÜÍFEROS TERCIÁRIOS E SISTEMAS AQÜÍFEROS QUATERNÁRIOS DELTAICOS.

Ao todo, esses Sistemas Aqüíferos Sedimentares, na área de estudo, atingem, aproximadamente, uma área de 3.801 km<sup>2</sup> abrangendo os municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana.

Esses sistemas segundo o mapa hidrogeológico da América do Sul (op. cit.) estão inseridos na Província Hidrogeológica Costeira.

### 8.2.2.1 Sistemas Aqüíferos Terciários

Os depósitos Terciários, segundo as descrições encontradas nos perfis dos poços cadastrados foram classificados como pertencentes ora a Formação Barreiras ora a Formação Emborê. A Formação Barreiras, considerada por Capucci, 1999 (inf. verbal) o Terciário mais antigo, é a designação dada para indicar sedimentos clásticos afossilíferos cenozóicos continentais indiferenciados de cores vivas (amarela, marrom e avermelhada), sempre que estudos pormenorizados impeçam o reconhecimento de formações bem definidas (Petri et al., 1983).

Já a Formação Emborê, Terciário mais recente (Capucci, 1999), é, segundo Gama Jr., 1977, constituída pelas litofácies Emborê, São Tomé e Grussaí, que se caracterizam pela ocorrência de areias quartzosas e arenitos em matriz argilosa e grãos fracamente consolidados por material carbonático. Há erráticas intercalações de argilitos cinza-claros a pretos que aparecem em camadas métricas que podem atingir dezenas de metros. São fossilíferos.

Segundo a descrição dos perfis geológicos dos poços cadastrados, a maioria delas de autoria de Capucci (CEDAE, cadastro de poços), a Formação Emborê é constituída por partículas de feldspatos branco, quartzo angulosos, granadas, restos de madeira, arenito e folhelho. A descrição assemelha-se a descrição do perfil litológico do poço realizado pela Petrobrás em Cabo de São Tomé em 1959 que, em resumo, descreve a intercalação de arenitos com folhelhos. Tendo em vista a sutileza de diferença entre a definição de folhelhos e argilitos, seja qual for a nomenclatura mais utilizada saberemos sempre que não haverá como confundi-la com sedimentos mais grosseiros como siltes, siltitos, areias ou arenitos.

Apesar da diferença litológica observada nas descrições, ambas propiciam a formação de aquíferos com vazões que podem chegar a  $242\text{m}^3/\text{h}$  apresentando uma água de boa qualidade como foi o caso do último poço construído em Farol de São Tomé pela TRANSTERRA em maio de 2000.

No município de Campos dos Goytacazes os sedimentos Terciários aflorantes situam-se, na porção central, norte e ao sul do rio Paraíba do Sul. Estão assentados sobre o embasamento cristalino.

Já em relação a formação aquífera Terciária, sua localização é bastante ampliada indo em direção E-W. Sua espessura varia de poucas dezenas de metros a uns 320 metros na região de Farol de São Tomé. Sua área chega a, aproximadamente,  $2.990\text{ km}^2$  nos municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana.

As diferentes formas de deposição, sugerem a formação de dois aquíferos, que são: Aquífero Formação Barreiras e Aquífero Formação Emborê.

### **8.2.2.1.1 Aquífero Formação Barreiras**

Estendendo-se, dentro da Bacia de Campos, por parte dos municípios de Macaé, Quissamã, São João da Barra, São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, o aquífero que aqui denominamos de Formação Barreiras tem como litologia característica, uma ampla variedade de rochas e sedimentos (anexo 12.24).

Autores ligados tanto à CEDAE, quanto a HIDROGESP, T. JANER, GEOPLAN e GEOSOL, descrevem nos perfis dos poços cadastrados nos municípios de São João da Barra, São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, a seguinte litologia para essa Formação Aquífera: areias, argilas, silte, argilitos, arenitos e siltitos, das mais variadas colorações.

A extensão aproximada desse aquífero é de 2.645 km<sup>2</sup> se considerados os três municípios em estudo.

Essa área, bem como as demais, foi calculada tomando-se por base a localização das entradas de água na descrição dos poços e a geologia descrita no mapa base utilizado (Fonseca, 1998).

Sua espessura varia desde 64 m em Dores de Macabú, município de Campos, até mais de 200 m em Grussaí (São João da Barra). Já a cobertura dos depósitos quaternários sobre a Formação Barreiras, que é aflorante numa vasta extensão do município de Campos e São Francisco do Itabapoana, chega a um máximo de 46 m também em Grussaí.

Em relação as características de confinamento desse aquífero, analisadas as litologias e as entradas de água, verifica-se que os filtros foram colocados abaixo da camada de argila ou silte, ou seja, a água aproveitada se origina de camadas mais profundas protegidas por material com tendência a impermeabilidade, o que permite determiná-lo como aquífero confinado.

Tendo em vista que poucos eram os poços perfurados na Fm Barreiras no município de Campos que ofereciam dados suficientes para um estudo mais detalhado e a maioria desses poços hoje (jun/2000) estão desativados, optou-se pelo cadastramento e análise dos dados de poços do mesmo aquífero e que possuíam um estudo mais detalhado nos municípios de São João da Barra e São

Francisco do Itabapoana, cujas cidades são totalmente abastecidas por este aquífero (anexos: 12.6 –fotos dos poços em São Francisco do Itabapoana e 12.7 – foto do poço em São João da Barra).

Do total de 35 poços cadastrados, 12 estão localizados em Campos e destes apenas 2 continuam produzindo. A água desses poços, abastece as cidades de Dores de Macabú e São Sebastião com uma população total estimada em 2.530 habitantes (CEDAE, 1999).

As tabelas 8.2, 8.3 e 8.4 demonstram a distribuição desses poços e a situação atual de cada um deles.

TABELA 8.2  
LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DOS POÇOS NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA  
FM BARREIRAS

Poço	UTME	UTMS	Local	Proprietário	Ano da Construção	Situação
51-SFC	282239	7623333	São Francisco	CEDAE	1984	nd
52-SCL	284474	7617678	Sta. Clara/Hotel Tropical	CEDAE	1988	Abandonado
55-GAR	286133	7612400	Gargaú	CEDAE	1985	nd
58-GAR	285150	7612000	Gargaú	CEDAE	nd	nd
59-GAR	285450	7611020	Gargaú/Santa Clara	CEDAE	1993	Produzindo
80-BIT	293450	7644675	Estrada p/ Barra do Itabapoana	CEDAE	1991	Produzindo
81-GAR	284343	7611375	Fazenda Muritiba/Gargaú	CEDAE	1996	Produzindo
82-GAR	283843	7610863	Fazenda Muritiba/Gargaú	CEDAE	1996	Abandonado
83-GAR	285473	7611027	Gargaú	CEDAE	1993	Produzindo
84-BIT	294324	7643665	Barra do Itabapoana	CEDAE	1984	Produzindo
85-BIT	293715	7644251	Barra do Itabapoana	CEDAE	1978	Abandonado

nd - dado não disponível

GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.3  
LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DOS POÇOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA  
FM BARREIRAS

Poço	UTME	UTMS	Local	Proprietário	Ano da Construção	Situação
35-GRU	287620	7597126	Estrada Grussai - SJB	CEDAE	1985	Produzindo
53-SJB	287732	7604453	São João da Barra	CEDAE	1985	nd
54-BAR	273797	7594543	Barcelos	CEDAE	1987	Produzindo
56-SES	289600	7597973	SESC	SESC	1993	Produzindo
57-GRU	287732	7597200	Estrada Grussai - SJB	CEDAE	1988	Abandonado
61-BAR	274133	7595333	Barcelos	CEDAE	1983	Abandonado
76-GRU	289400	7599750	Grussai	CEDAE	1997	Produzindo
77-ATA	289735	7606762	Atafona	CEDAE	1997	Produzindo
78-ATA	290500	7607016	Atafona	CEDAE	1997	Abandonado
79-AÇU	293791	7577601	Barra do Açú	CEDAE	1997	Produzindo
88-GRU	288183	7597545	Grussai	CEDAE	1984	Abandonado
89-CAJ	283275	7596800	Cajueiro	CEDAE	2000	Em Instalação

nd - dado não disponível

GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.4  
LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DOS POÇOS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES  
FM BARREIRAS

Poço	UTME	UTMS	Local	Proprietário	Ano de Construção	Situação
41-SSE	271436	7581719	S. Sebastião	Aguas do Paraíba	1992	Produzir
62-DMA	241250	7566250	Dores de Macabú	Aguas do Paraíba	1967	Abandon
63-BFU	278700	7558000	Barra do Furado	Aguas do Paraíba	1990	Não Reve:
65-TRA	260800	7608800	Travessão	Aguas do Paraíba	1971	Abandon
66-TRA	260650	7609050	Travessão	Aguas do Paraíba	1972	Abandon
68-DMA	241250	7566250	Igreja Matriz de Dorés de Macabú	Aguas do Paraíba	1990	Produzir
69-CAM	260830	7601545	Rod. Campos - Vitória km 8,5	DICAL	1990	nd
71-CAM	260850	7602884	Posto Garoupa - BR 101 km 10	CHEBABE	1991	nd
72-CUS	260400	7596000	Custodópolis	Aguas do Paraíba	1966	Abandon
73-CUS	260850	7598500	Custodópolis	Aguas do Paraíba	1966	Abandon
74-GUA	260750	7596550	Guarus	Aguas do Paraíba	1967	Abandon
75-GUA	260750	7596550	Guarus	Aguas do Paraíba	1969	Abandon

nd - dado não disponível

GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

#### 8.2.2.1.1.1 Hidrodinâmica

Mais uma vez o trabalho de detalhe durante a execução dos poços nos municípios de São Francisco do Itabapoana e São João da Barra, favoreceram a uma melhor caracterização hidrodinâmica desses poços.

O caráter jorrante da água desses poços aliado a capacidade específica, em média, entre 2,35 e 2,45 m<sup>3</sup>/h/m e uma vazão também em média entre 36 e 43 m<sup>3</sup>/h, indicam, apesar da litologia bastante variada, uma mesma formação aquífera.

No entanto, quando analisamos os dados coletados no cadastro de poços no município de Campos, levando-se em conta apenas os poços que abastecem as cidades por terem sido construídos de forma criteriosa e receberem acompanhamento, situados na mesma formação aquífera que seus vizinhos, nota-se que os poços não são jorrantes e que suas capacidades específicas são inferiores, apresentando, em média, valores em torno de  $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ .

Dos dados analisados, que demonstram uma diferença de características hidrodinâmicas entre os poços do aquífero Barreiras dos municípios vizinhos e o de Campos, retira-se algumas conclusões e hipóteses, tais como:

- 1) Menor espessura da camada saturada em Campos e
- 2) Litologia com características menos arenosa em Campos.

Tendo em vista o caráter jorrante da água dos poços, dificultando uma medida precisa dos Níveis Estáticos, optou-se por não identificar a direção do fluxo da água subterrânea nesse Aquífero.

Em função dessa diferenciação, decidiu-se por introduzir hachuras no mapa de aquíferos anexo (Anexo 12.24) para destacar as regiões do aquífero Barreiras que possuem padrões hidrodinâmicos diferentes do restante da região.

Segundo informações da SURCA (2000), os poços em funcionamento nesse aquífero, no período de 24 horas, fornecem  $5,73 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  de água, assim distribuídos:  $4,7 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$  em Campos,  $3,06 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  em São Francisco do Itabapoana e  $1,9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  em São João da Barra.

Abaixo seguem as tabelas 8.5 a 8.7 com dados relativos aos poços em cada Município.

TABELA 8.5  
ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS DE SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA  
FM BARREIRAS

Poço	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Esp.	Transmissividade
51-SFC	81,50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
52-SCL	161,00	5,00	JORR	>5,00	51,00	56,40	>51,00	<0,50	nd
55-GAR	163,00	4,00	+7,50	+13,00	28,83	17,00	36,33	0,46	49,68
58-GAR	155,00	4,00	+7,60	+11,60	17,24	59,00	24,74	2,38	575,42
59-GAR	166,00	4,00	JORR	>4,00	45,70	30,40	>45,70	<0,66	35,51
80-BIT	129,00	nd	6,00	nd	12,00	25,00	6,00	4,10	nd
81-GAR	150,00	4,50	+3,97	+8,47	29,95	72,00	33,92	2,12	nd
82-GAR	216,00	4,50	+6,52	+11,02	11,03	72,00	17,55	4,10	nd
83-GAR	138,00	4,50	+15,30	+19,80	48,95	30,00	80,45	0,38	101,00
84-BIT	118,88	nd	0,14	7,50	7,50	40,00	7,36	5,44	351,00
85-BIT	143,00	nd	0,00	nd	25,00	42,00	25,00	1,68	nd
Valores Médios	154,48	-	+5,84	-	25,15	47,17	31,50	2,45	222,52

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nivel Estático (NE); Cota NE; Nivel Dinâmico (ND); m<sup>2</sup>/dia para transmissividade; m<sup>3</sup>/h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica  
nd - dado não disponível; Obs: Para o cálculo dos valores médios não foram considerados os valores dos poços 51 (poucos dados), 52 e 85 por terem sido abandonados  
GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.6  
ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS DE SÃO JOÃO DA BARRA  
FM BARREIRAS

Poço	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Esp.	Transmissividade
35-GRU	176,00	4,00	+1,60	+5,60	35,00	48,94	36,60	1,34	41,85
53-SJB	200,00	5,00	+7,50	12,50	47,60	40,00	60,10	0,67	nd
54-BAR	158,00	8,00	+3,50	+11,50	11,00	150,00	14,30	10,49	nd
56-SES	203,00	5,00	+6,00	+11,00	16,56	32,70	22,56	1,45	nd
57-GRU	176,00	4,00	+1,60	+5,60	39,89	48,94	47,50	1,03	87,26
61-BAR	152,00	8,00	+3,30	+11,30	7,07	64,26	10,80	5,98	590,83
76-GRU	220,00	4,00	JORR	>4,00	44,58	43,71	>44,58	<1,20	63,24
77-ATA	210,00	5,00	JORR	>5,00	67,75	18,00	>67,75	<0,27	6,28
78-ATA	198,00	5,00	JORR	>5,00	30,85	61,31	>30,85	<2,15	13,38
79-AÇU	210,00	5,00	JORR	>5,00	68,36	39,92	>68,36	<0,58	38,58
88-GRU	161,00	4,00	+1,60	+5,60	nd	30,00	44,52	0,67	40,00
89-CAJ	178,00	nd	JORR	nd	nd	20,00	nd	nd	nd
Valores Médios	187,63	-	+3,58	-	36,76	36,86	40,72	2,35	110,18

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nivel Estático (NE); Cota NE; Nivel Dinâmico (ND); m<sup>2</sup>/dia para transmissividade; m<sup>3</sup>/h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica  
nd - dado não disponível; Obs: Para o cálculo dos valores médios não foram considerados os valores do poço 89 por estar em fase final de testes para produção  
GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.7  
ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES  
FM BARREIRAS

Poço	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Esp.	Transmissividade
41-SSE	170,00	10,00	0,45	9,55	47,50	55,10	47,05	1,17	nd
62-DMA	70,00	19,00	7,00	12,00	35,00	12,50	28,00	0,45	nd
63-BFU	201,60	4,00	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
65-TRA	105,00	30,50	14,00	16,50	35,00	5,00	21,00	0,24	nd
66-TRA	98,00	32,00	9,00	23,00	25,00	14,00	16,00	0,88	nd
68-DMA	68,00	20,00	11,60	8,40	35,73	24,00	24,13	0,99	59,76
69-CAM	55,00	23,20	8,00	15,20	28,00	7,50	20,00	0,38	nd
71-CAM	50,00	27,00	10,00	17,00	39,00	2,70	29,00	0,09	nd
72-CUS	91,00	12,00	3,00	9,00	35,00	10,00	30,00	0,31	nd
73-CUS	80,00	15,00	9,00	6,00	45,00	8,00	36,00	0,22	nd
74-GUA	120,00	16,00	10,00	6,00	56,00	12,00	46,00	0,26	nd
75-GUA	148,00	16,00	12,00	4,00	78,00	6,00	66,00	0,09	nd
Valores Médios	119,00	-	6,25	-	41,61	34,55	35,59	1,09	nd

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nível Estático (NE); Cota NE; Nível Dinâmico (ND); m<sup>2</sup>/dia para transmissividade; m<sup>3</sup>/ h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica

nd - dado não disponível; Obs: Para o cálculo dos valores médios foram considerados apenas os valores dos poços em operação (41 e 68)

CEDAE (cadastro de poços)

#### 8.2.2.1.1.2 Hidroquímica e Qualidade

Dos poços cadastrados poucos apresentavam análise química completa. Desses, foram selecionados os que continham maior número de informações, são eles: 55-GAR e 58-GAR, em São Francisco do Itabapoana e o 88-GRU em São João da Barra. Nenhum poço perfurado no Aquífero Terciário Fm. Barreiras em Campos apresentava análise química completa.

As águas amostradas desse Aquífero apresentaram valores médios de 116,5 mg/l de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (variando de 32,00 a 305,00mg/l), 6,42mg/l de CO<sub>3</sub><sup>=</sup> (variando de 0,00 a 75,00mg/l), 114,50mg/l de Cl<sup>-</sup> (variando de 7,00 a 270,00mg/l), 79,64 de SO<sub>4</sub><sup>=</sup> (variando de 0,00 a 174,60mg/l), 20,98 de Ca<sup>++</sup> (variando de 8,80 a 53,00mg/l) e 96,84 de Na<sup>+</sup> (variando de 7,80 a 219,00mg/l).

Em função dessa variação iônica, a água desse Aquífero pode ser classificada em cloro sulfatada sódica (53-SJB, 55-GAR e 88-GRU) e cloro sulfatada cálcica (58-GAR), representadas no Diagrama de Piper e Stiff em anexo (Anexos 1.2a e 1.2b).

A água dos poços de São Francisco do Itabapoana, que apresenta valores médios de cloretos em 159,60 e de ferro em 0,17 mg/l, alcançou nos poços 52-SCL e 82-GAR valores bastante elevados de cloretos, 714,00 e 453,70 mg/l, respectivamente. A água desses poços, pela concentração elevada de cloretos, não está sendo utilizada pela população local.

Acredita-se que esses poços tenham atingido a cunha de água salina.

A seguir são apresentados tabelas 8.8 a 8.10, voltadas aos padrões químicos das águas do Aquífero Formação Barreiras em São Francisco do Itabapoana, São João da Barra e Campos dos Goytacazes.

TABELA 8.8  
ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DA ÁGUA DOS POÇOS DE SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA  
FM BARREIRAS

Poço	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Fe total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	STD	pH	Condutividade
51-SFC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
52-SCL	714,00	66,00	112,00	124,00	0,00	102,00	33,00	1,40	0,10	1753,00	7,90	1200
55-GAR	270,00	29,00	272,00	0,00	nd	53,00	4,20	23,40	7,00	720,00	nd	1449
58-GAR	126,00	57,00	108,00	60,00	nd	12,00	9,00	7,80	0,20	553,00	nd	680
59-GAR	102,00	52,40	107,36	0,00	0,20	nd	nd	nd	nd	168,00	7,20	nd
80-BIT	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
81-BIT	91,50	nd	182,39	0,00	0,15	nd	nd	nd	nd	463,00	6,86	nd
82-GAR	453,70	nd	305,00	75,00	0,30	nd	nd	nd	nd	949,00	6,36	nd
83-GAR	67,00	58,30	177,60	0,00	0,20	nd	nd	nd	nd	174,00	7,40	nd
84-BIT	7,00	168,00	65,88	0,00	0,00	nd	nd	nd	nd	215,00	6,50	nd
85-BIT	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Valores Médios	110,58	72,94	174,03	19,28	0,17	32,53	6,60	15,60	3,60	463,14	6,76	1064,50

nd - dado não disponível; STD - Sólidos Totais Dissolvidos

Condutividade elétrica a 20° C - μmhos/cm; mg/l para todos os íons

Obs: Para o cálculo dos valores médios não foram considerados os valores dos poços 51,80 e 85, por falta de dados e os 52 e 82 por atingirem cunha salina  
GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.9  
ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DA ÁGUA DOS POÇOS DE SÃO JOÃO DA BARRA  
FM BARREIRAS

Poço	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Fe total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	STD	pH	Condutividade
35-GRU	121,00	nd	146,40	0,00	0,10	10,00	13,20	nd	nd	547,00	7,36	nd
53-SJB	134,00	54,90	109,00	0,00	nd	34,00	0,00	136,00	5,55	553,00	nd	850
54-BAR	71,00	47,50	32,00	0,00	nd	nd	nd	nd	nd	440,00	nd	nd
56-SES	85,00	115,00	75,60	0,00	nd	nd	nd	nd	nd	266,00	nd	nd
57-GRU	121,00	0,00	146,00	0,00	nd	10,00	13,30	nd	nd	547,00	nd	nd
61-BAR	78,00	174,60	53,68	0,00	0,10	nd	nd	nd	nd	267,00	6,60	nd
76-GRU	161,70	82,50	175,68	0,00	<0,05	nd	nd	193,20	7,90	nd	7,10	896
77-ATA	137,20	132,00	215,94	0,00	0,30	nd	nd	213,00	9,30	nd	7,00	958
78-ATA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
79-AÇU	28,90	49,50	235,46	3,54	0,06	nd	nd	129,20	6,40	nd	8,40	529
88-GRU	123,00	163,00	191,00	0,00	0,10	21,00	0,62	219,00	10,50	nd	nd	nd
89-CAJ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Valores Médios	104,42	91,00	137,15	0,00	0,14	21,66	4,64	178,08	7,93	414,60	7,27	808,25

nd - dado não disponível; STD - Sólidos Totais Dissolvidos

Condutividade elétrica a 20° C - μmhos/cm; mg/l para todos os íons

GEOPLAN (1996) e CEDAE (cadastro de poços)

TABELA 8.10  
ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DA ÁGUA DOS POÇOS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Poço	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Fe total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	STD	pH	Condutividade
41-SSE	88,00	75,00	62,00	0,00	0,50	nd	nd	nd	nd	nd	6,80	nd
62-DMA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
63-BFU	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
65-TRA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
68-DMA	71,00	nd	14,64	0,00	0,40	8,80	4,30	nd	nd	198,00	5,61	nd
69-CAM	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
71-CAM	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
72-CAM	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
73-CUS	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
74-GUA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
75-GUA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Valores Médios	79,50	75,00	38,32	0,00	0,45	8,80	4,30	nd	nd	198,00	6,20	nd

nd - dado não disponível; STD - Sólidos Totais Dissolvidos  
Condutividade elétrica a 20° C - µmhos/cm; mg/l para todos os íons  
CEDAE (cadastro de poços)

### 8.2.2.1.2 Aquífero Emborê

Capucci, 1999 (inf. verbal), descreve a Formação Emborê como o mais novo Terciário. É constituída por folhelhos (ou argilitos), sedimentos arenosos, feldspato branco, quartzo e granadas angulosas provenientes do Cristalino. O rio Paraíba do Sul foi o grande responsável pela deposição do Emborê. O rio estava tão forte naquela época (Terciário mais recente) que erodiu toda a Formação Barreira e depositou a Formação Emborê.

Os poços construídos nos municípios vizinhos a Campos não encontraram rochas ou sedimentos típicos da Fm Emborê. Assim, as informações coletadas fazem referência apenas ao município de Campos dos Goytacazes.

Com base nas descrições litológicas dos perfis dos poços foi calculada uma área de 345 km<sup>2</sup> para o Sistema Aquífero Formação Emborê.

Apesar da diferença de descrição litológica encontrada entre a bibliografia consultada de Petri e Fúlfaro, 1983 e Gama Jr., 1977, que não apontavam madeira fóssil como indicativo típico do arenito da Formação Emborê, optou-se pela denominação de Fm Emborê a Formação geológica dessa área, uma vez que os profissionais ligados à pesquisa de água subterrânea no estado do Rio de Janeiro, vem utilizando essa denominação para descrever esse aquífero.

Talvez numa outra etapa se possa desenvolver um trabalho específico sobre essa formação geológica, definindo-a de uma forma mais precisa e adequada. Para a presente dissertação, voltada mais para apontar locais favoráveis à locação de poços com vistas a atender a necessidade básica da população – água potável encanada – não se estabeleceu a discussão da nomenclatura utilizada pelos diversos autores consultados como prioridade.

No relatório da PETROBRÁS é citado que no poço perfurado em Cabo de São Tomé com 2619m. foi encontrado água potável até os 320m de profundidade. Os testemunhos também ajudaram a caracterizar o aquífero como multi-camada, arenito e folhelho (ou argilito) dando-lhe caráter de confinamento.

Na tabela 8.11 é indicada a localização de cada poço e sua situação atual. Dos 4 poços perfurados para captação de água, 3 permanecem em funcionamento e são responsáveis pelo fornecimento de água da população de Farol de São Tomé, Baixa Grande, Santo Amaro, Boa Vista e Saturnino Braga, com uma população total, segundo a CEDAE, 1999, de 18.255 habitantes.

A água do poço 92-FAR, recentemente construído (maio/2000), já está sendo bombeada e, brevemente, será utilizada para abastecimento da região.

TABELA 8.11  
LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DOS POÇOS NA FM EMBORÊ

Poço	UTME	UTMS	Local	Proprietário	Ano de Construção	Situação
36-SAB	273136	7577833	Saturnino Braga	Águas do Paraíba	1988	Produzindo
37-BAG	279629	7570370	Baixa Grande/Sto. Amaro	Águas do Paraíba	nd	Abandonado
39-FAR	283054	7562245	Boa Vista - Farol de S. Tomé	Águas do Paraíba	1988	Produzindo
40-FAR	283360	7563216	Boa Vista - Farol de S. Tomé	Águas do Paraíba	1988	Produzindo
60-FAR	291260	7562840	Farol de São Tomé	PETROBRÁS	1959	PETROBRAS
92-FAR	283100	7562200	Boa Vista - Farol de S. Tomé	Águas do Paraíba	2000	Produzindo

CEDAE (cadastro de poços); Relatório da Petrobrás, 1959; TRANSTERRA, 2000

#### 8.2.2.1.2.1 Hidrodinâmica

Apesar do pouco número de poços perfurados no Aquífero Formação Emborê, a boa qualidade do trabalho que foi executado durante a construção de cada um deles, faz com que se tenha dados mais precisos desse Aquífero.

Apenas dois poços são os responsáveis pelo abastecimento de mais de 12.800 pessoas, são eles: 39-FAR e 40-FAR.

Características como: água jorrante, vazão muito elevada chegando a 240 m<sup>3</sup>/h e uma capacidade específica acima de 3 m<sup>3</sup>/h/m, permite que se conclua pela excelência do Aquífero Formação Emborê.

A tabela 8.12 demonstra a semelhança de parâmetros dos poços, facilitando a constatação da magnitude desse Aquífero.

Deixa-se de levar em conta para o cálculo dos valores médios os resultados obtidos no poço 92-FAR, uma vez que há necessidade de um estudo mais prolongado para confirmação dos resultados obtidos durante o teste de bombeamento.

Através da diferença de cota do Nível Estático dos poços 36-SAB e 37-BAG, foi definida a direção do fluxo da água subterrânea nesse Aquífero.

Com base na drenagem que obedece o sentido N-S e NW-SE, com origem no rio Paraíba do Sul ou lagoas próximas, passando sobre áreas dos Aquíferos Quaternário Deltaico e Barreiras, bem como na direção dos fluxo de água subterrânea dos Aquíferos Quaternário Deltaico e Fm. Emborê, acredita-se que o Aquífero Fm. Emborê seja a área de descarga de todo o Sistema Aquífero dessa região.

Segundo a SURCA (2000), esses poços em funcionamento no período de 24 horas, fornecem  $1,9 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano.

TABELA 8.12  
ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS DA FM EMBORÊ

Poço	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Esp.	Transmissividade
36-SAB	137,50	12,33	3,60	8,73	20,33	52,80	16,73	3,15	396,15
37-BAG	108,00	8,40	3,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd
39-FAR	160,00	6,00	+3,40	+9,40	18,40	80,00	22,00	3,63	69,93
40-FAR	168,00	5,50	+1,22	+4,50	22,00	80,00	20,78	3,85	108,13
60-FAR	2619,00	7,00	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
92-FAR	220,00	5,50	4,35	1,15	86,50	242,00	82,15	2,94	nd
Valores Médios	155,16	--	0,34	--	20,13	70,93	19,83	3,54	191,40

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nível Estático (NE); Cota NE; Nível Dinâmico (ND); m<sup>2</sup>/dia para transmissividade; m<sup>3</sup>/ h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica; nd - dado não disponível

Obs: Para o cálculo dos valores médios deixa-se de considerar os dados do poço 92 por estar ainda em fase de testes

CEDAE (cadastro de poços)

### 8.2.2.1.2.2 Hidroquímica e Qualidade

Em relação a potabilidade da água, como é demonstrado na tabela 8.13, os teores de cloretos e de ferro total de água desse Aquífero encontram-se dentro dos padrões exigidos pela Portaria 36/90 do Ministério da Saúde.

Comparando-se os dados químicos da água desse Aquífero como a do Barreiras, nota-se que tanto o total de sólidos dissolvidos, em média, 286,50 mg/l, como as concentrações de cloretos e ferro total do Aquífero Fm Emborê dão a essa água um padrão de qualidade superior.

As águas amostradas desse Aquífero apresentaram valores médios de 191,63mg/l de  $\text{HCO}_3^-$  (variando de 176,90 a 208,00mg/l), 90,33mg/l de  $\text{CO}_3^{2-}$  (variando de 0,00 a 155,00mg/l) e 37,13mg/l de  $\text{Ca}^{++}$  (variando de 20,40 a 47,00mg/l).

Essas águas (39-FAR e 40-FAR) apresentam composição química semelhantes e são classificadas como bicarbonatadas cálcicas, representadas no Diagrama de Piper (Anexo 1.2c).

TABELA 8.13  
ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DA ÁGUA DOS POÇOS DA FM EMBORÊ

Poço	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	Fe total	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	STD	pH	Condutividade
36-SAB	77,00	nd	176,90	0,00	0,50	20,40	7,90	nd	nd	nd	7,90	nd
37-BAG	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
39-FAR	14,00	8,80	208,00	155,00	0,40	47,00	11,00	2,50	0,20	294,00	7,80	380
40-FAR	10,00	7,30	190,00	116,00	0,40	44,0	2,00	2,70	0,20	279,00	7,70	400
60-FAR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
92-FAR	9,80	nd	248,00	0,00	0,10	nd	nd	nd	nd	190,00	6,82	310
Valores Médios	33,60	8,05	191,63	90,33	0,43	37,13	6,96	2,60	0,20	286,50	7,80	390

nd - dado não disponível; STD - Sólidos Totais Dissolvidos

Condutividade elétrica a 20° C -  $\mu\text{mhos/cm}$ ; mg/l para todos os íons

Obs: Para o cálculo dos valores médios deixa-se de considerar os dados do poço 92 por estar ainda em fase de testes

CEDAE (cadastro de poços); TRANSTERRA, 2000

### 8.2.2.2 Aquífero Quaternário Deltaico

O Aquífero Quaternário Deltaico, ocupa uma área de, aproximadamente, 810 km<sup>2</sup>, indo, a maior parte, da margem direita do rio Paraíba do Sul até a Lagoa Feia. A oeste encontra as rochas do Embasamento Cristalino e a leste os Aquíferos Terciários.

Os depósitos quaternários que constituem o Aquífero Quaternário Deltaico, são constituídos por solo residual, areias, cascalhos, argilas e siltes de origem continental e marinha, ambiente tipicamente deltaico, como foi descrito no item Geologia do Delta do rio Paraíba do Sul. Sua espessura pode atingir até 100 metros.

Apesar da referência das descrições dos poços consultadas denominarem esse aquífero de Aluvionar, acredita-se ser mais correta a utilização do termo Quaternário Deltaico para caracterizá-lo, uma vez que os sedimentos que o formam são tanto de origem continental (aluvionar) quanto de origem marinha.

Localiza-se nessa área, a sede do município de Campos, as cidades e bairros de maior importância como: Goytacazes, Tocos, Donana e Ururáí.

Muitos desses poços foram construídos para atender as Usinas de Álcool e Açúcar local. Com o fechamento da maioria dessas Usinas, esses poços foram desativados. Não se sabe ao certo se chegaram a ser lacrados ou se foram simplesmente abandonados.

Para atender diretamente a população, foram construídos poços em Ururáí, Donana, Tocos e Goytacazes. A grande maioria, no entanto, não chegou a entrar em funcionamento. Dos 34 poços cadastrados nessa região, apenas 4 fornecem água para uma população de 32.734 habitantes (CEDAE, 1999).

Segundo a SURCA (2000) os poços em funcionamento por 24 horas diárias, fornecem  $3,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano de água.

Pela localização e número de habitantes que recebem água encanada proveniente deste Aquífero, ele pode ser considerado o mais importante Aquífero da Bacia de Campos e especificamente do município de Campos dos Goytacazes.

Abaixo, na tabela 8.14, segue a descrição da localização e situação atual dos poços encontrados nesse Aquífero.

TABELA 8.14  
POÇOS CADASTRADOS NO AQUIFERO QUATERNÁRIO DELTAICO

Poço	UTME	UTMS	Local	Proprietário	Ano de Construção	Situação
01-CAM	262000	7588950	Usina Sto. Antônio	Cia. Agr. Sto. Antônio	1963	nd
02-CAM	262000	7588950	Usina Sto. Antônio	Usina St. Antônio	1969	Equipado/nd
03-GOY	264090	7584650	Goytacazes	Águas do Paraíba	1980	Abandonado
04-URU	252400	7585900	Pça. Maurice Allain	Águas do Paraíba	1960	Abandonado
05-TOC	263600	7576600	Tocos	Águas do Paraíba	1966	Abandonado
06-TOC	263600	7576600	Tocos	Águas do Paraíba	1966	Abandonado
07-TOC	264000	7576300	Tocos	Usina Paraíso	1969	Abandonado
08-URU	253400	7588900	Atlantic-Pool	Atlantic-Pool	nd	nd
09-GOY	262700	7589300	Prq. Bela Vista	Planalsucar	1977	Equipado/nd
10-RAI	263600	7591450	Vila Rainha	Grupo Othon	1980	Abandonado
11-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
12-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
13-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
15-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
16-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
17-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
18-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
19-QUE	258000	7591250	Usina Queimado	Usina Queimado	nd	Abandonado
20-CAM	261200	7592350	Av. Ruy Barbosa	Indústria Química	1965	Abandonado
22-CAM	261100	7592250	Indústria Química	Indústria Química	1965	Abandonado
24-PGF	258500	7571500	Ponta Grossa dos Fidalgos	Águas do Paraíba	1977	Abandonado
25-GOY	264700	7584650	Usina S. José	Usina S. José	nd	Abandonado
26-GOY	264700	7584600	Usina S. José	Usina S. José	nd	Abandonado
27-URU	252600	7586400	Conj. Habitacional Fazenda Cupim	Jumar Construções	1980	Não Equipado
28-URU	252750	7585850	Conj. Habitacional Fazenda Cupim	Jumar Construções	1980	Não Equipado
29-ANA	262650	7585950	Donana	Águas do Paraíba	1993	Produzindo
30-URU	252100	7586600	Usina Cupim		1985	Abandonado
31-BEC	262250	7588950	Sto. Antônio	Águas do Paraíba	1988	Produzindo
32-ANA	262600	7585950	Donana	Águas do Paraíba	1981	Produzindo
33-ANA	262550	7585950	Donana	Águas do Paraíba	1986	Produzindo
34-CAM	258250	7591650	Usina do Queimado	Usina do Queimado	1992	Abandonado
38-TOC	261150	7578700	Tocos	Águas do Paraíba	1985	Abandonado
42-CAM	259600	7592000	Centro de Campos	Irmãos Rangel Roupas	1995	nd
64-CAM	nd	nd	Projeto Agrovila Caraíba	Prefeitura de Campos	1994	Não Executado

nd - dado não disponível

ENCO (1980) e CEDAE (cadastro de poços)

### 8.2.2.2.1 Hidrodinâmica

Tendo em vista o grande número de poços perfurados, a maioria desativado, e certas incoerências entre os diversos valores informados, foram selecionados para análise mais detalhada os poços com informações mais

completas e que, ainda hoje, são utilizados para abastecimento de parte do município de Campos.

Acredita-se que os valores incoerentes sejam provenientes da falta de controle por parte do interessado durante a construção e desenvolvimento dos poços. Como a maioria deles foi construído para atender a necessidade de fornecimento de água para o funcionamento de Usinas, Postos de Serviços e outras finalidades que não a de fornecimento de água às comunidades, os dados apresentados podem estar com inúmeros erros de coleta e interpretação. A possibilidade de má construção dos poços particulares também não é descartada.

Assim, os valores médios calculados referem-se apenas aos poços: 29-ANA, 31-BEC 32-ANA e 33-ANA, em pleno funcionamento, fornecendo água à população de Campos, Goytacazes e Tocos e controlados pela Concessionária local.

Dessa forma, tomando-se por base a descrição contida nos relatórios de construção e de recuperação desses poços, foram calculadas as médias da profundidade de construção dos poços, nível estático (NE), nível dinâmico (ND), rebaixamento (s), vazão (Q), capacidade específica (Q/s) e Transmissividade (T). No caso específico da Transmissividade só foram considerados os valores dos poços 29-ANA, 32-ANA e 33-ANA.

A tabela 8.15 mostra os valores médio, mínimos e máximos obtidos nesses poços.

TABELA 8.15

	Valores médios	Valores mínimos	Valores máximos
Espessura Saturada (m)	87,74	71,90	97,58
Profundidade (m)	93,32	77,00	104,00
Nível Estático (m)	5,58	5,10	6,42
Nível Dinâmico (m)	7,62	6,60	9,02
Rebaixamento (m)	1,98	1,25	2,60
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	139,67	87,50	191,19
Capacidade Específica (m <sup>3</sup> /h/m)	87,07	33,65	132,31
Transmissividade (m <sup>2</sup> /dia)	8.193	7.400	9.023

Caetano, 2000

Os valores médios encontrados demonstram a excelente qualidade, em termos quantitativos, do Aquífero Quaternário Deltaico.

Sua grande capacidade específica permite que se afirme que há uma rápida recuperação dos poços apesar do intenso bombeamento a que são submetidos diariamente.

Essa conclusão pode ser confirmada tendo em vista o pequeno rebaixamento que ocorre nos poços apesar de todos funcionarem ao mesmo tempo, como é o caso dos poços construídos em Donana (29-ANA, 32-ANA e 33-ANA).

Se aliados a esses dados levarmos em conta também a proximidade dos poços (ver no mapa de locação de poços anexo), pode-se afirmar que a recarga chega a ser exuberante e proveniente do rio Paraíba do Sul cujas águas infiltram e correm em direção à Lagoa Feia e ao oceano Atlântico, como é demonstrado pelas curvas piezométricas indicadas em mapa anexo, corroborando com as informações verbais de Capucci, 1998.

Em função da falta de dados motivada pela falta de poços perfurados na área noroeste desse aquífero, somado a proximidade do afloramento do Embasamento Cristalino que certamente impôs uma espessura sedimentar bastante inferior a continuidade da área, decidiu-se por introduzir hachuras no mapa de aquíferos (anexo 1.8) para destacar a região do aquífero Quaternário Deltaico que, provavelmente, não alcançará os padrões hidrodinâmicos do restante do aquífero.

Abaixo, na tabela 8.16, podem ser observados os valores encontrados em cada poço cadastrado ou selecionado.

TABELA 8.16  
ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS NO AQUÍFERO QUATERNÁRIO DELTAICO

Poço	Prof.	Cota	NE	Cota NE	ND	Vazão	Rebaixamento	Cap. Espec.	Transmissividade
01-CAM	45,00	13,00	5,60	7,40	6,40	29,00	0,8	36,25	nd
02-CAM	70,00	13	5,00	8	5,80	30,00	0,80	37,50	nd
03-GOY	100,00	9,50	5,23	4,27	6,81	220,00	1,58	139,24	nd
04-URU	85,5	10	1,50	8,50	13,20	21,00	11,70	1,79	nd
05-TOC	115	6	3,00	3,00	70,00	3,00	67,00	0,04	nd
06-TOC	45	6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
07-TOC	198	6	3,00	3,00	51,00	15,00	48,00	0,31	nd
08-URU	55,40	9	5,00	4,00	13,60	9,00	8,60	1,05	nd
09-GOY	90	10	4,00	6,00	6,00	88,00	2,00	44,00	nd
10-RAI	135	13	3,00	10,00	27,00	88,00	24,00	3,67	245
11-QUE	86,50	8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12-QUE	95,20	8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
13-QUE	25	8	1,90	6,10	nd	nd	nd	nd	nd
15-QUE	25	8	0,16	7,84	nd	nd	nd	8,45	nd
16-QUE	25	8	0,54	7,46	8,23	65,00	7,69	7,65	nd
17-QUE	24,70	8	0,31	7,69	5,54	40,00	5,23	nd	nd
18-QUE	25	8	0,11	7,89	nd	nd	nd	nd	nd
19-QUE	40	8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
20-CAM	105	13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
21-CAM	47	13	nd	nd	nd	nd	nd	1,24	nd
22-CAM	35	10,7	1,50	9,23	7,74	7,74	6,24	0,01	nd
24-PGF	61,40	3	3,00	0,00	20,00	26,00	17,00	nd	nd
25-GOY	50	9	nd	nd	nd	80,00	nd	nd	nd
26-GOY	nd	9	nd	nd	nd	80,00	nd	1,65	nd
27-URU	150	9,25	3,00	6,25	23,00	33,00	20,00	1,00	nd
28-URU	144	7,64	4,00	3,64	25,00	21,00	21,00	1,56	nd
29-ANA	104,00	12,00	6,42	5,58	9,02	87,50	2,60	33,65	9023
30-URU	29	7,64	3,40	4,24	9,04	nd	5,64	nd	nd
31-BEC	77	12	5,10	6,90	6,60	150,00	1,50	132,31	nd
32-ANA	96	12	5,20	6,80	6,65	191,19	1,25	132,31	7400
33-ANA	96,30	11,50	5,63	5,87	8,20	130,00	2,57	50,00	8156
34-CAM	48	8,75	4,99	3,76	10,30	160,00	5,31	nd	nd
38-TOC	115	6,00	2,00	4,00	nd	nd	nd	nd	nd
42-CAM	60	13	6,00	7,00	7,50	17,00	1,50	11,33	nd
64-CAM	31,00	nd	3,00	nd	17,00	13,20	14,00	0,943	0,678
Valores Médios	93,32	-	5,58	-	7,62	139,67	1,98	87,07	8193

Unidades: metro para Profundidade (Prof.); Cota; Nivel Estático (NE); Cota NE; Nivel Dinâmico (ND)

m<sup>3</sup>/h para vazão; m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica; Transmissividade - m<sup>2</sup>/dia;

nd - dado não disponível

Obs: para o cálculo dos valores médios foram utilizados apenas os dados dos poços 29, 31, 32 e 33 por sofrerem acompanhamento técnico da Empresa de Abastecimento local (Águas do Paraíba) ENCO (1980) e CEDAE (cadastro de poços)

#### 8.2.2.2 Hidroquímica e qualidade

Do total de poços cadastrados, só em 11 foram encontradas análises químicas. Mesmo assim, análise química completa só foi verificada nos poços 32-ANA e 33-ANA. Assim, tomando-se por base a análise da água desses poços, que apresentam valores médios 123,24mg/l de  $\text{HCO}_3^-$  (variando de 95,16 a 154,20mg/l), 82,80mg/l de  $\text{Cl}^-$  (variando de 55,00 a 156,00mg/l), 25,13mg/l de  $\text{Ca}^{++}$  (variando de 20,00 a 31,40mg/l) e 66,50mg/l de  $\text{Na}^+$  (variando de 66,00 a 67,00mg/l).

Essas águas (32-ANA e 33-ANA) apresentam composição química semelhantes e são classificadas como mistas, entre bicarbonatada sódica e cloro sulfatada sódica, representadas no Diagrama de Piper e Stiff em anexo (Anexo 1.2d).

O Aquífero Quaternário Deltaico foi formado a partir de um Delta classificado como altamente destrutivo dominado por ondas, numa região que sofria, de tempos em tempos, transgressão marinha. A água do mar constituída por valores elevados de sólidos dissolvidos, dos quais, se destaca o íon cloreto, foi na maior parte dessa atual região aquífera, dessalinizada tanto pela infiltração da água da chuva como pelo fluxo subterrâneo de água doce. Porém, provavelmente protegidas por camadas de material menos permeável (argilas), alguns “bolsões” de água mais salinizada ainda são encontrados nesse Aquífero.

A água do poço do Beco (31-BEC) cujo teor de ferro, ultrapassa o máximo permitido pela legislação da Saúde brasileira, é distribuída a população local após passar por pequena usina para eliminação do ferro construída no local da captação.

Há, segundo Capucci, 1999 (inf. verbal), condições de captação de poços no Aquífero Quaternário Deltaico com melhor qualidade de água do que os que estão em funcionamento hoje. Ainda segundo Capucci, se forem tomados certos cuidados durante a construção dos poços, como por exemplo, levar a cimentação até uns 40 a 50 metros de profundidade, captando-se com isso uma água um pouco mais profunda, o excesso de ferro seria evitado. Quanto aos cloretos, tirando-se os poços de Ponta Grossa dos Fidalgos e de Goytacazes, que

apresentaram níveis muito elevados desse íon, a água dos demais poços possui teores que não inviabilizam sua utilização. Uma mistura de água mais rica em cloretos com uma que possua uma concentração mais baixa desse sal, pode viabilizar a utilização da água encontrada em Vila da Rainha (10-RAI), por exemplo.

De qualquer forma, a água desse Aquífero é ainda considerada de boa qualidade para o consumo humano.

TABELA 8.17  
ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DA ÁGUA DOS POÇOS NO AQUIFERO QUATERNÁRIO DELTAICO

Poço	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Ferro Total	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	TSD	pH	Condutividade
03-GOY	485,00	nd	105,00	0,00	5,60	72,00	27,60	nd	nd	1112,00	7,12	nd
10-RAI	225,00	nd	101,26	0,00	0,700	37,20	9,84	nd	nd	520,00	7,32	>1000
24-PGF	1800,00	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
27-URU	25,00	200,00	170,00	0,00	48,00	104,00	12,00	33,00	0,00	480,00	7,00	>1000
28-URU	180,00	7,00	122,00	0,00	13,00	40,00	12,00	62,00	0,00	410,00	7,50	>1000
29-ANA	106,00	87,50	95,16	0,00	0,40	nd	nd	nd	nd	222,00	6,70	nd
30-URU	173,00	32,40	101,00	0,00	1,76	69,40	2,28	95,50	3,10	nd	7,80	nd
31-BEC	55,00	nd	97,60	0,00	4,80	20,00	6,00	nd	nd	260,00	7,00	nd
32-ANA	85,00	6,00	146,00	0,00	0,00	24,00	10,00	66,00	0,00	285,00	8,00	1000
33-ANA	85,20	10,00	154,20	0,00	0,12	31,40	0,10	67,00	0,78	300,00	6,50	462
38-TOC	78,00	886,00	70,76	0,00	0,90	nd	nd	nd	nd	1117,00	6,60	nd
64-CAM	>170,00	nd	109,19	0,00	84,30	54,10	3,20	nd	nd	nd	6,50	nd
Valores médios	82,80	36,83	123,24	0,00	1,33	25,13	5,36	66,50	0,39	266,75	7,05	nd

Unidade: mg/l; condutividade elétrica: µmhos/cm

Obs: para o cálculo dos valores médios foram utilizados apenas os dados dos poços 29, 31, 32 e 33 por sofrerem acompanhamento técnico da empresa de abastecimento local (Águas do Paraíba) ENCO (1980) e CEDAE (cadastro de poços)

### 8.3 Cálculo das Reservas

A falta de poços de observação ou piezômetros durante os testes de bombeamento executados nos poços dos aquíferos Terciários, que permitissem a medida da distância ( $r$ ) do poço bombeado até o poço de observação para o cálculo do coeficiente de armazenamento ( $S$ ) com o qual se determinaria o volume armazenado sob pressão ( $Vp$ ), impossibilita o cálculo da reserva permanente dos aquíferos confinados.

A reserva renovável que seria calculada com base no escoamento básico de córregos da região, também não foi calculada uma vez que os únicos dados disponíveis na região referem-se aos rios Paraíba do Sul e Muriaé, cujas águas,

antes de alcançarem a única estação fluviométrica próxima as áreas dos aquíferos, vêm, ao longo do percurso, sendo demasiadamente utilizada tanto pela população ribeirinha bem como por indústrias às margens dos rios.

A falta de confiabilidade na medição do NE tendo em vista a característica jorrante desses Aquíferos, torna imprecisa a medição dos níveis estáticos (NE) e, conseqüentemente, suas cotas, impedindo assim o cálculo do gradiente hidráulico ( $i$ ), inviabilizando o cálculo da reserva renovável através da lei de Darcy.

A influência do mar, função da proximidade dos Aquíferos Terciários com o oceano Atlântico, é mais um fator que prejudica os cálculos das reservas.

Tendo em vista a característica ímpar do Aquífero Quaternário Deltaico, que, como demonstra a própria drenagem, os córregos e canais com fluxo direcionados do rio Paraíba do Sul para a Lagoa Feia e o oceano Atlântico, é recarregado pelas águas do rio Paraíba do Sul, deixa-se de calcular a reserva renovável a partir do escoamento básico desses córregos e rio por falta de dados confiáveis. No entanto, esse cálculo foi feito com base na Lei de Darcy, através do cálculo do volume de escoamento natural ( $V_{en}$ ):

$$v = Ki \quad \text{ou} \quad Q = Kai \quad \text{ou} \quad V_{en} = Kbli \quad \text{onde:}$$

$v$  – velocidade de fluxo

$Q$  – vazão de fluxo

$K$  – permeabilidade

$i$  – gradiente hidráulico

$b$  – espessura da camada saturada

$L$  – largura do aquífero

Sabendo-se que  $T = Kb$ , onde  $T$  é a transmissividade calculada com base no teste de bombeamento executado, tem-se que a vazão ( $Q$ ) do fluxo de água subterrânea ao longo do Aquífero Quaternário Deltaico é igual ao produto da transmissividade, a frente de escoamento do aquífero e o gradiente hidráulico, ou seja:  $Q_{AQD} = T \cdot L_{AQD} \cdot i_{AQD}$

O gradiente hidráulico ( $i$ ) foi calculado através da divisão entre a diferença de cotas ( $\Delta h$ ) dos níveis estáticos ( $NE$ ) dos poços mais distantes pela distancia ( $L$ ) entre esses poços:

$$i = \Delta h/L, \text{ assim, } i = (9,5-4,0)/21.250, \text{ obtendo-se então: } i = 2,6.10^{-4}$$

Uma vez conhecidos os valores de  $T$ ,  $L$  e  $i$ , pode-se tirar o valor de  $Q_{AQD}$  da seguinte forma:  $Q_{AQD} = 8,193 \times 10^3 \times 2 \times 10^4 \times 2,6 \times 10^{-4}$ . Assim, a **Reserva Renovável** do Aquífero Quaternário Deltaico, é estimada em:  $4,26 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{dia}$  ou  $1,55 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

Em relação a reserva permanente, utilizando-se o Método de Jacob para o cálculo da transmissividade e a fórmula  $R_p = V_s = A.b.\eta_e$  (CPRM, 1997), onde  $R_p$  é a reserva permanente;  $V_s$  é o volume saturado,  $A$  a área do aquífero,  $b$  a espessura média do aquífero e  $\eta_e$  a porosidade efetiva, tem-se que, admitindo-se uma área total do aquífero de  $666 \text{ km}^2$  (área do aquífero menos área do aquífero hachurada), uma espessura média saturada de  $87,74 \text{ m}$  e uma porosidade efetiva que se admitiu nesse caso, tendo em vista as condições do aquífero, ser igual a porosidade específica de  $20\%$ , chega-se ao valor de  $1,17 \times 10^{10} \text{ m}^3$  para a **Reserva Permanente** desse Aquífero.

## 8.4 Geometria dos Aquíferos

A análise da geometria dos Sistemas Aquíferos foi realizada com base no mapa geológico de Fonseca (op. cit.), no de Martin et. al. (op. cit.) e no Mapa Hidrogeológico da América do Sul (1996). No entanto, diversos dados levantados em trabalhos da PETROBRÁS, como: a definição do topo do cristalino, das falhas próximo a Farol de São Tomé e da litologia descrita no relatório do poço CSTst-1-RJ de  $2.619$  metros de profundidade em Cabo de São Tomé, aliado a informações obtidas a partir da Carta de Sombra Magnética do Estado do Rio de Janeiro elaborada pela CPRM em 1998 (Anexo 1.6), permitiram, juntamente com a interpretação da descrição dos poços inferir a localização de possíveis falhas e, em muitos casos, a espessura da camada sedimentar.

A descrição litológica do poço 60-FAR, realizado pela Petrobrás em 1959 (CSTst-1-RJ), onde é mencionada a intercalação folhelho, arenito, é confirmada pela descrição dos poços em Farol de São Tomé, feita pela CEDAE na década de 80 e Águas do Paraíba em 2000.

Apesar dos poços construídos em Farol de São Tomé serem os mais profundos, nenhum deles alcança o Cristalino, aspecto que confirma as curvas dos topo do Cristalino delineadas pela Petrobrás em 1987 a partir de estudo Sísmico.

É interessante ressaltar, ainda em relação a Formação Emborê, que na descrição do poço 60-FAR, até a profundidade de uns 132 metros são encontrados sedimentos carbonáticos, tipicamente marinhos, enquanto dessa profundidade até uns 320 metros há uma descrição tipicamente continental com sedimentos mais grosseiros (cascalhos) contendo água doce. A partir dos 320 metros, é descrito no perfil a existência de água salgada.

O mapa de sombras magnéticas (Anexo 1.6), permitiu distinguir os limites entre as faixas de Cristalino mais próximos a superfície do terreno e as espessas camadas sedimentares na porção da área que não fez parte do levantamento sísmico da Petrobrás. Assim, a falhas locadas no mapa geológico (Anexo 1.7) no extremo norte de São Francisco do Itabapoana e nas proximidades da Foz do rio Paraíba do Sul, foram resultados da interpretação das sombras magnéticas.

A união de informações estruturais de toda a bibliografia cartográfica consultada, permite a visualização do Graben. As falhas com direção SW-NE são especialmente bem delineadas pelas sombras magnéticas. Dessa forma, foi possível visualizar as espessas áreas de sedimentos da Formação Barreiras em parte dos municípios de São Francisco do Itabapoana e São João da Barra. Assim, a Formação Barreiras, delimitada nos mapas geológicos de Fonseca (op. cit.) e Martin et. al. (op. cit.) e descritas nos perfis dos poços perfurados, pôde ser mais bem definida, pelo menos em parte, pela interpretação do mapa das sombras magnéticas.

No mapa geológico de Martin, et. al. (op. cit.) foram delineados paleocanais com direções preferenciais de NW para SE, acompanhando o antigo

leito do rio Paraíba do Sul e de NW para NE, praticamente, paralelos ao atual leito do rio Paraíba entre as cidade de Campos e São João da Barra.

Apesar da tentativa de correlação entre os aspectos hidroquímicos e hidrodinâmicos dos poços construídos nos paleocanais, a diferença de parâmetros encontrada foi tanta que não permitiu sua correlação. Acredita-se, no entanto, que um estudo mais detalhado permita uma melhor correlação.

O Quaternário Deltaico, como descrito por Martin et. al. (op. cit.), recobre quase integralmente a área estudada. Exceção feita para a área onde afloram o Cristalino e a Formação Barreiras.

A quantidade elevada de poços nesse Aqüífero, permitiu uma definição mais precisa de sua delimitação do que nos demais. O mesmo, no entanto, não pode ser dito para a perfeita definição de contatos litológicos provocados pela diferença de ambientes marinho e continental, uma vez que apenas nos poços 05-TOC, 30-URU, 31-BEC, 32-ANA e 38-TOC há a descrição de amostras de calha típicas dos dois ambientes.

Os perfis e mapa de delimitação dos aqüíferos foram elaborados a partir da delimitação das Formações Rochosas e dos Aqüíferos, haja visto, a dificuldade, em ambiente deltaico, da indicação e delimitação das litologias individualizadas. Dessa forma, a padronagem, as cores e as tonalidades, basearam-se no Mapa Hidrogeológico da América do Sul (1996) e do Mapa Geológico elaborado por Martin et. al. (op. cit.).

A união de todas essas informações possibilitou a elaboração do mapa geológico (anexo 1.7) e do mapa de delimitação aproximada dos aqüíferos (anexo 1.8).

Nos perfis procurou-se definir a espessura dos Aqüíferos em função da descrição litológica dos poços, com base na localização das entradas de água, posicionamento dos filtros e contato com o Cristalino reconhecido a partir do levantamento sísmico da Petrobrás. No caso específico dos Aqüíferos Terciários (Fm Barreiras e Fm Emborê), que na maioria dos casos não alcançam o topo do Cristalino, tomou-se como padrão a profundidade máxima de 320 metros onde, segundo a descrição do poço 60-FAR, é notada a presença de água salgada.

Foram elaborados 6 (seis) perfis de tal forma que pudessem ser visualizados os contatos das Formações Geológicas e as espessuras dos Aqüíferos (Anexo 1.5).

O perfil L-L', na direção N-S, atravessa todo o município de Campos dos Goytacazes desde a parte do Cristalino ao Norte, passando pelos afloramentos da Fm Barreiras e terminando na lagoa Feia, após percorrer sedimentos deltaicos. Esse perfil, permite a visualização do Graben, determinando a pequena espessura do Aqüífero Barreiras localizado no município de Campos à margem esquerda do rio Paraíba, em contraste a elevada espessura dessa Formação ao sul da Lagoa Feia. Separando o Aqüífero Barreiras em duas partes, há o preenchimento de sedimentos Quaternários que deram origem ao Aqüífero Quaternário Deltaico (Anexo 1.5f).

O perfil D-D' na direção NE-SW, partindo do oceano Atlântico atravessa o Aqüífero Barreiras em Gargaú (São Francisco do Itabapoana) e Barcelos (São João da Barra) e o Aqüífero Quaternário Deltaico em Tocos e Ponta Grossa dos Fidalgos (Campos). Nesse perfil é visualizado o topo do cristalino quase formando uma barreira entre os sedimentos Terciários e Quaternários (Anexo 1.5a).

O perfil F-F', praticamente paralelo ao D-D', na direção SW-NE, indica a posição dos Aqüíferos Barreiras em Barra do Furado, Emborê em Farol do São Tomé e Barreiras em Barra do Açú. Mais uma vez a delimitação do topo do Cristalino pode ser visualizada em função do levantamento sísmico realizado pela Petrobrás. Nesse perfil foi inferida uma linha divisionária por volta dos 320m. uma vez que o poço 60-FAR, próximo aos 39-FAR e 40-FAR, detectou água salgada a partir dessa profundidade (Anexo 1.5b).

Cortando a área de estudo na direção NW-SE, foram elaborados três perfis. O perfil G-G' cruza parte do Cristalino de Campos em Morro do Coco, atravessa a Formação Barreiras em Campos, São Francisco do Itabapoana e São João da Barra até encontrar o oceano Atlântico. Com base no mapa das sombras magnéticas foi possível definir a localização de uma falha responsável pela

diferenciação de espessura entre o Aquífero Barreiras a NW de São Francisco do Itabapoana, menos espesso e a SE deste Município, mais espesso (Anexo 1.5c).

O perfil J-J' intercepta os Aquíferos Quaternário Deltaico, com espessura que não atinge os 200m., o Barreiras e o Emborê com espessuras definidas em função da ocorrência de água salgada no poço 60-FAR. O topo do Cristalino foi definido com base no levantamento sísmico realizado pela Petrobrás (Anexo 1.5d).

O perfil K-K' também descreve os três Aquíferos Sedimentares, delimita o Graben, como também define as espessuras e larguras desses Aquíferos. Como o anterior, as espessuras dos Aquíferos Barreiras e Emborê foram definidas a partir da constatação de ocorrência de água salgada no poço 60-FAR a partir dos 320m. e o topo do Cristalino com base na sísmica da Petrobrás (Anexo 1.5e).

A elaboração desses perfis permitiu a visualização dos contatos prováveis dos Aquíferos bem como a espessura de cada um deles. Tomou-se o cuidado de definir o Aquífero Fraturado até a profundidade máxima dos poços cadastrados no Cristalino. A partir dessa profundidade optou-se por definir o Cristalino apenas como uma formação rochosa não aquífera por falta de dados que permitissem concluir pela continuidade do aquífero.

Foram anexadas tabelas (Anexo 1.1) que procuram individualizar aspectos como: espessuras das Formações Geológicas e da camada saturada, cota do Cristalino (Anexo 1.1a), porcentagem de Areia ou Arenito, Formação Geológica do Aquífero, tipo do Aquífero (Anexo 1.1b), resumo da litologia (Anexos 1.1c, 1.1d, 1.1e) e o posicionamento dos filtros ou das entradas d'água (Anexo 1.1f). Para elaboração dessas tabelas, foram selecionados apenas os poços que ofereciam informações.

## 9 Aspectos Legais, Administrativos e Políticos

A recente política do Governo Federal em relação aos recursos hídricos regida pela Lei 9.433 de 1997, aliada a Constituição Federal que passou aos Estados e ao Distrito Federal a competência para gerir a utilização da água subterrânea, tem levado os Governos Estaduais a elaborar a própria lei dos recursos hídricos.

### 9.1 Constituição do Estado do Rio de Janeiro

A Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989, como não poderia deixar de ser, está em perfeita sintonia com a Constituição Federal.

Logo em seu art. 67, define como bens do Estado, além de outros recursos, os recursos hídricos, ressalvando, naturalmente, os que estiverem sob obras da União.

Nos itens VI e XI do artigo 73, a Constituição fluminense, ressalva a competência do Estado, em comum com a União e os Municípios, na proteção do meio ambiente e no combate a poluição, bem como, no registro e acompanhamento da fiscalização na exploração dos recursos hídricos estaduais. Já nos itens VI e VIII do artigo 74, a competência do Estado é ampliada, ainda concorrentemente com a União, para legislar sobre a conservação da natureza, do solo, dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente, controle da poluição e sobre a responsabilidade por dano ao meio ambiente.

Prossegue a Constituição Estadual em seu artigo 256 a incumbir o Poder Público Estadual na preservação da água, assegurando, inclusive, seu uso múltiplo. Já o artigo 261 em seu capuz, primeiro parágrafo e itens VII, XVII, XIX, XX, XXI e XXIII, praticamente instituem uma boa parte do que poderíamos chamar da Lei de Recursos Hídricos do Estado, tamanho os detalhes a que chegam esses itens em relação a gestão dos recursos hídricos estaduais. Esse artigo, resumidamente, trata de aspectos tais como:

- Do direito do povo a qualidade de vida;
- Da utilização racional e sustentada dos recursos naturais;

- De promover o gerenciamento integrado dos recursos hídricos;
- Da unidade de planejamento que são as bacias e sub-bacias hidrográficas;
- Da unidade na administração da quantidade e da qualidade das águas;
- Da compatibilização entre os usos múltiplos efetivos e potenciais;
- Da participação dos usuários no gerenciamento e obrigatoriedade de contribuição para recuperação e manutenção da qualidade em função do tipo e da intensidade do uso;
- Da proibição do despejo nas águas de resíduos capazes de torná-las impróprias para o consumo, ou para a sobrevivência das espécies;
- Do estabelecimento de uma política tributária visando a efetivação do princípio poluidor-pagador;
- Vedar a concessão de financiamentos governamentais e incentivos fiscais às atividades que degradem o meio ambiente;
- Da promoção da conscientização da população e da adequação do ensino de forma a incorporar os princípios e objetos de proteção ambiental;
- Impondo que a captação em cursos de água para fins industriais seja feita a jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da própria indústria, na forma da lei.

A Constituição ainda prossegue em seu artigo 262, impondo taxações a utilização com fins econômicos dos recursos naturais, bem como, no artigo 277 delibera que o lançamento de esgotos sanitários terá que ser precedido por tratamento primário completo, que não é permitida a coleta conjunta de águas pluviais e esgotos, e que as atividades poluidoras deverão dispor de bacias de contenção.

Finalmente, os artigos 278, 279 e 333 estabelecem respectivamente que:

- Não podem ser criados aterros sanitários à margem de rios, lagos, lagoas, manguezais e mananciais;
- Estado controlará a utilização de insumos químicos na agricultura e na criação de animais para alimentação humana e

- As políticas científica e tecnológica tomarão como princípios o respeito à vida , à saúde humana, à cultura do povo, além de desenvolver um aproveitamento racional e não predatório dos recursos naturais.

## 9.2 Lei Estadual de Recursos Hídricos

O estado do Rio de Janeiro só promulgou sua lei específica voltada à política e gerenciamento dos recursos hídricos em 04 de agosto de 1999.

Essa lei de número 3.239 de 02 de agosto de 1999, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentando a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII.

Da mesma forma como as demais legislações estaduais, a Lei fluminense, logo em seu artigo 1º considera a água em toda a unidade do ciclo hidrológico, ou seja, aérea, superficial e subterrânea, a define como um recurso essencial à vida, de disponibilidade limitada e dotada de valor econômico, social e ecológico.

Apesar da demora e de sua amplitude, a lei fluminense reserva 14% de seus artigos para assuntos exclusivamente ligados ao aproveitamento e proteção da água subterrânea.

Após a leitura da Lei estadual 3.239 de 1999, pode-se concluir que essa Lei, estabelece, assim como a Lei federal 9.433 de 1997 e a Lei paulista 7.663 de 1991, critérios básicos para o aproveitamento e proteção dos recursos hídricos, determinando que a água é um bem limitado, de valor econômico, deve ter usos múltiplos e prioritariamente ser utilizada para o abastecimento público e o gerenciamento far-se-á por unidade de bacias hidrográficas (art. 1º).

Como diretrizes principais estabelece a descentralização da ação do Estado, por regiões e bacias hidrográficas (art. 4º). Cria como instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos os seguintes institutos (art. 5º): Plano Estadual de Recursos Hídricos; o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos; os Planos de Bacia Hidrográfica, o enquadramento dos corpos d'água em classes; a outorga do direito de uso, a

cobrança aos usuários e o Sistema Estadual de Informações sobre os Recursos Hídricos.

No entanto, falta determinar a competência dos órgãos administrativos estaduais.

De qualquer forma, cabe ressaltar que em matéria de política de utilização dos recursos hídricos subterrâneos a lei fluminense consegue estabelecer critérios bem definidos para o seu aproveitamento e proteção.

A demora na instituição da política de recursos hídricos fluminense só poderá ser compensada se o governo, de forma urgente, implementá-la através de regulamentação.

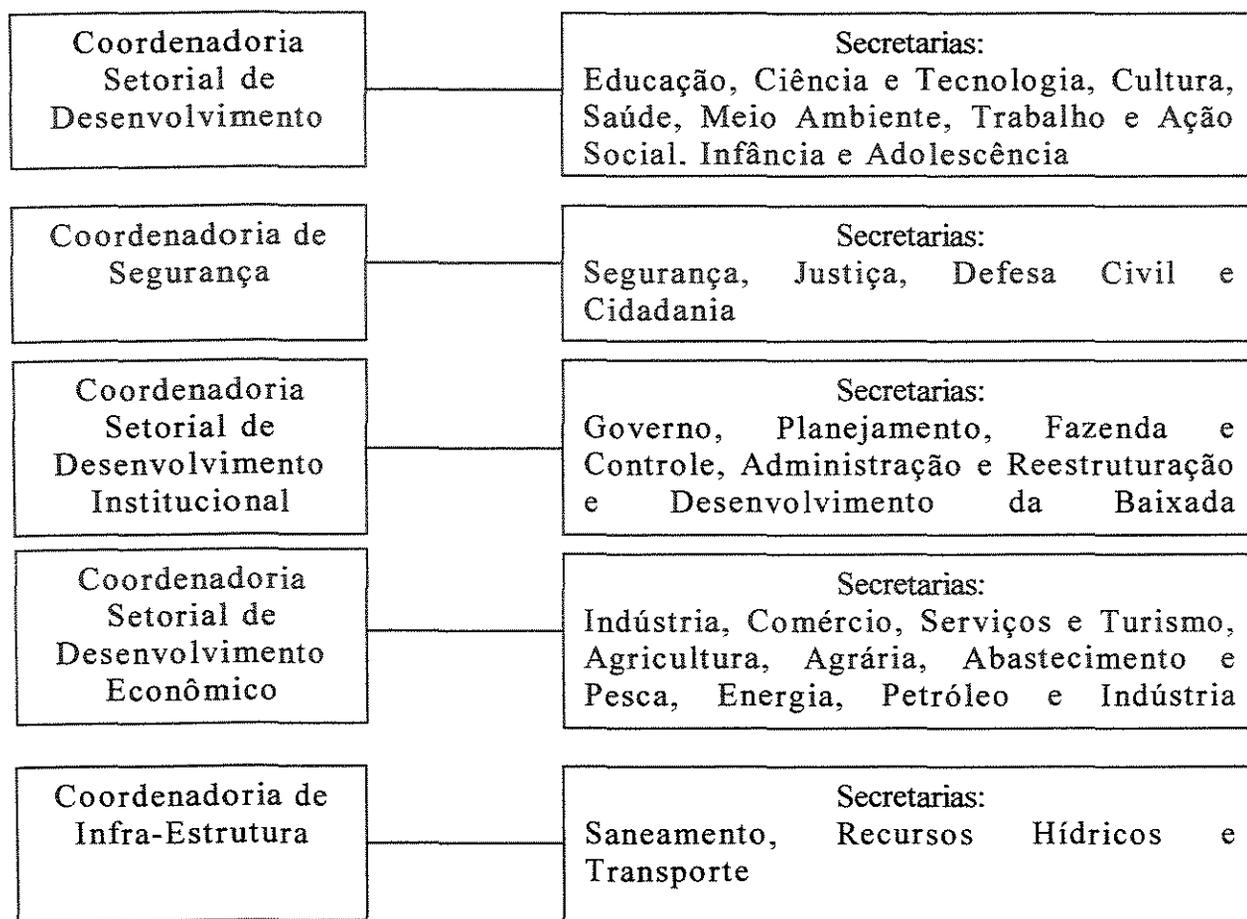
### 9.3 Atuação Político-Administrativa do Governo do Estado do Rio de Janeiro voltada para os Recursos Hídricos

A estrutura do Poder Executivo do Governo do Estado do Rio de Janeiro a partir de janeiro de 1999 quando tomou posse como Governador do Estado o Exmo. Sr. Anthony Garotinho Matheus de Oliveira, passou a ser constituída por 27 Secretarias de Estado, 2 Gabinetes, 1 Grupo Executivo de programas estratégicos e 1 Secretário Particular do Governador.

Após 10 meses de mandato, as Secretarias de Estado de Controle Geral, de Estado de Habitação, de Estado de assuntos Fundiários e de Estado de Direitos Humanos e de Cidadania, foram extintas.

O atual Governo, com a intenção de fazer cumprir sua meta de governo e diminuir o número de despachos individualizados por Secretarias, cria as Coordenadorias Setoriais de Governo. Essas Coordenadorias, em número de 5, passam, a partir do dia 15 de outubro de 1999, quando os coordenadores foram nomeados, a gerenciar o trabalho das Secretarias de Estado.

O novo quadro administrativo do Governo do Estado do Rio fica, então, distribuído da forma como é mostrado no quadro abaixo.



Com essa nova estrutura, os Secretários de Estado, não se dirigem mais ao governador. Toda e qualquer questão que envolva sua pasta deve ser resolvida diretamente com o Coordenador. Isso, na idéia do Governo Garotinho, deverá agilizar a solução dos problemas ligados às Secretarias, uma vez que a maioria das questões das diversas Secretarias poderá ser resolvida pelos Coordenadores.

Anteriormente ao governo Garotinho, os recursos hídricos eram administrados apenas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente, sob a coordenação da Comissão Estadual de Controle Ambiental, onde órgãos executores e fiscalizados como a Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, e o Departamento de Recursos Minerais – DRM se dividiam através de funções específicas na tarefa de administrar a utilização racional dos recursos naturais.

Além dessas Instituições governamentais fluminenses, a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Rio de Janeiro – CEDAE, era a principal utilitária de recursos hídricos no Estado com a finalidade de distribuição de água potável a população da maioria dos municípios fluminense.

Hoje, com a criação de novas Secretarias, esses Órgãos e a CEDAE, foram alocados em Secretarias diferentes, tais como:

- 1 – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável;
- 2 – Secretaria de Estado de Energia, da Indústria Naval e Petróleo e
- 3 – Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos.

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS), responsável pela divisão do Estado em Macroregiões Ambientais, elaborado com base na distribuição das bacias hidrográficas (anexo 1.4), permaneceram a CECA, a SERLA e a FEEMA, com atribuições que se completam, como descreve-se a seguir:

- CECA – É o Órgão responsável pelo julgamento de todos os processo de impacto ambiental e pela outorga de licenças ambientais. Fomenta a discussão de estratégias de atuação em relação a uma utilização racional e sustentável dos recursos naturais;
- SERLA – Fundada em 1975, é o Órgão executor do gerenciamento dos recursos hídricos superficiais. A ela compete a:
  - Realização de estudos e projetos de hidrologia, estruturas e geotecnia;
  - Demarcação das faixas marginais de proteção (FMP) de rios e lagoas;
  - Análise e concessão de pedidos de outorga de uso da água superficial de domínio estadual;
  - Elaboração de planos diretores de recursos hídricos superficiais;
  - Análise e aprovação de estudos e projetos em corpos hídricos superficiais elaborados por terceiros;
  - Fiscalização dos corpos d'água e

- Participação em convênios de cooperação técnica na área de recursos hídricos.
- FEEMA – É uma entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado. Criada, assim como a SERLA, em 1975 com a finalidade de controle ambiental, tem como objetivos, dentre outros:
  - Medir, conhecer e controlar a poluição, adotando medidas para o seu equacionamento;
  - Sugerir à CECA as medidas necessárias ao controle da poluição e à proteção do meio ambiente;
  - Sistematizar e divulgar conhecimentos técnicos;
  - Desenvolver programas educativos que concorram para a melhor compreensão social dos problemas ambientais;
  - Orientar a iniciativa privada no sentido de utilização racional do meio ambiente e
  - Assessorar o poder público na formulação de uma política ambiental adequada à melhoria da qualidade de vida da população.

À Secretaria de Estado de Energia, da Indústria Naval e Petróleo, recém criada pelo atual governo, foi transferido o DRM que promove o desenvolvimento do setor mineral no Estado. Ao DRM, cabe:

- Registrar, orientar, acompanhar e fiscalizar as atividades de extração mineral.

Como ainda não há uma definição governamental a respeito da competência de atuação em água subterrânea, o DRM vinha cadastrando os poços tubulares profundos do Estado, orientando os interessados em exploração de água subterrânea e mineral, sejam da iniciativa privada ou das prefeituras municipais, o que continua executando até a presente data.

A Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, ainda hoje, mesmo após a promulgação da Lei 3.239 de 1999 não possui em sua estrutura um órgão que possa executar o que determina a legislação estadual. Pelo contrário, nessa Secretaria não há, até o momento, qualquer entidade de gestão e sim uma empresa usuária dos recursos hídricos, a CEDAE.

A CEDAE é a empresa responsável pelo abastecimento de água e pelo saneamento do Estado do Rio de Janeiro. Exerce esse serviço sempre que for contratada para isso. É, apenas, uma prestadora de serviços.

## 9.4 A Política de Distribuição de Água no Município de Campos dos Goytacazes

Com o fim do contrato de prestação de serviços entre a Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes e a Cia. Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE), Consórcio Goytacazes S/A, conhecida pelo nome de Águas do Paraíba é a nova concessionária dos serviços de captação e distribuição de água potável nesse Município. Essa empresa que iniciou suas atividades em setembro de 1999 recebeu uma concessão da Prefeitura local válida por 30 anos.

Em contato com uns dos dirigentes da Águas do Paraíba, José Augusto Carlessi, no Gabinete Operacional dessa Empresa em Campos em fevereiro de 2000, pôde-se observar que já havia sido iniciado o cadastramento de consumidores não regularizados, ou seja, que não pagavam, por qualquer motivo, as contas pelo serviço de distribuição de água prestado pela concessionária anterior (CEDAE); o levantamento da situação dos poços com a intenção de limpeza e recuperação dos mesmos com a finalidade de manutenção e aumento de vazão e o interesse na construção de novos poços procurando ampliar a capacidade de distribuição de água potável a população campista.

Tendo em vista os poucos meses de trabalho dessa Empresa a frente da distribuição da água em Campos, segue abaixo uma descrição sucinta da atividade da CEDAE enquanto concessionária desses serviços no Município, que teve seu sistema de abastecimento de água implantado em 1886 (IBGE, 1999).

Acompanhando a tendência geral do país que prioriza o aproveitamento de água para abastecimento proveniente de recursos hídricos superficiais, mais de 95% da água consumida pelos campistas é captada no rio Paraíba do Sul. Através da ETA localizada próxima a ponte municipal essa água é tratada e distribuída à população local. Em relação a água captada através de poços profundos, não

chega a 5% do total da água distribuída à população de Campos (SURCA/CEDAE, 1999). A tabela 9.1 demonstra a origem da água distribuída nesse Município.

Nos municípios de São João da Barra e São Francisco do Itabapoana, totalmente abastecidos por água subterrânea, a concessão para os serviços de distribuição de água e esgoto continuam sob a responsabilidade da CEDAE que vem nesses últimos meses (janeiro e fevereiro de 2000) trabalhando na limpeza e desinfecção dos poços.

TABELA 9.1  
LOCALIDADES SERVIDAS POR ÁGUA ENCANADA E SUAS RESPECTIVAS FONTES DE CAPTAÇÃO

Localidades ou Sistemas	População Abastecida	Ligações Totais	Ligações Hidrometradas	Economias Totais	Economias Hidrometradas	Origem da Água
Campos dos Goytacazes	293.780	44.711	22.127	58.756	34.115	95,24% ETA 4,76% poço Beco (QD) e Donana (QD)
Conselheiro Josino	1.190	225	169	238	179	100% poço (Fraturado)
Morro do Coco	1.280	230	87	256	106	100% poço (Fraturado)
Murundú	470	92	39	94	34	100% poço (Fraturado)
Santo Amaro	2.040	407	188	408	189	100% poço Farol (Emborê)
Ururai	4.505	874	322	901	338	100% ETA
Vila Nova	1.610	292	282	322	310	100% poço (Fraturado)
Dores de Macabú	1.075	211	71	215	73	100% poço (Fraturado)
P. G. dos Fidalgos	1.860	368	20	372	20	100% Lagoa Feia
Goytacazes	7.575	1.397	862	1.515	958	100% poço Donana (QD)
Donana	3.875	717	425	775	462	100% poço Donana (QD)
Canto do Engenho	265	51	13	53	14	100% Lagoa Feia
Saturnino Braga	3.400	665	222	680	223	100% (Emborê)
Farol de São Tomé	12.140	2.353	1.458	2.428	1.156	100% poço Farol (Emborê)
Baixa Grande	335	67	59	67	59	100% poço Farol (Emborê)
Santo Eduardo	2.935	560	200	587	211	100% ETA
Santa Maria	3.855	736	362	771	388	100% ETA
Tocos	7.300	1.456	221	1.460	224	100% poço Donana (QD)
São Sebastião	1.465	293	291	293	291	100% poço (Barreiras)
Poço Gordo	340	68	68	68	68	100% poço (nd)
Travessão	nd	0	0	0	0	100% Cacimbas
Total:	351.295					

nd - dado não disponível  
Informação fornecida pela SURCA (maio/1999)

Segundo informações verbais de Capucci (1999), até 1980 os poços profundos que abasteciam pequena parcela da população campista foram construídos pela TJaner e pela Geohidro. Nessa época a CEDAE não possuía geólogos que pudessem orientar e fiscalizar as perfurações. Apenas após o levantamento da ENCO (1980) demonstrando a elevada potencialidade do aquífero Quaternário de Campos, a CEDAE resolve investir mais diretamente na pesquisa de água subterrânea no interior do Estado, contratando para isso dois geólogos que teriam como função principal o levantamento dos municípios que poderiam ser total ou parcialmente abastecidos pelo manancial de água subterrânea. A partir do estudo realizado pela ENCO em 1980 e com apenas esses dois técnicos especializados, a CEDAE implantou um sistema de captação de água através de poços profundos que vem permitindo que a população de localidades (bairros e cidades) que não contava com água encanada até então, possa hoje usufruir de água potável dentro de casa..

Cidades do litoral como Farol de São Tomé, em Campos, só tiveram seu desenvolvimento assegurado a partir da construção do primeiro poço profundo executado em 1988 na localidade de Baixo Grande. Até 1999 eram dois os poços que serviam a Farol. Hoje, a nova concessionária, Águas do Paraíba, já iniciou a perfuração de mais um poço com a intenção de manter abastecida a população cuja demanda cresce a cada ano, principalmente no período das férias de verão.

Ainda assim, o sistema de abastecimento do Município é precário, só atendendo a 208.000 pessoas, ou seja, cerca de 70% da população urbana (IBGE, 1996). Cidades como Travessão na região norte do município ainda não contam com sistema de abastecimento. Sua população capta água através de cacimbas ficando a mercê de doenças provenientes de água contaminada.

É preocupante a situação da população de cidades como Conselheiro Josino, Murundú, Vila Nova e Morro do Coco que abastecidas por poços construídos no Cristalino (Aquífero Fraturado), cujas vazões não acompanham o crescimento das cidades.

Outro aspecto que deve ser encarado com maior seriedade pela concessionária dos serviços de abastecimento e saneamento do município de

Campos é a falta quase que total de esgotamento municipal. O esgoto não coletado ou direcionado, bem como sem o devido tratamento poderá em breve dar início a um processo de contaminação do aquífero Quaternário Deltaico de cuja água se beneficiam dezenas de milhares de habitantes.

Durante visita ocorrida em julho de 1999, foi verificada o aparente abandono que se encontram alguns poços em Campos.

## 10. Comparação de Custos entre o Aproveitamento de Água Superficial e Subterrânea

O estudo elaborado pela ENCO em 1980 compreendeu além do diagnóstico dos aquíferos da região norte do estado do Rio de Janeiro, uma análise da economicidade do aproveitamento de água proveniente de poços tubulares profundos.

Assim, tendo em vista que esse trabalho visa também alertar ao setor público, que é responsável pelo bem estar da população, bem como pela concessão da exploração dos serviços de distribuição de água e saneamento municipal, destaca-se a seguir de uma forma resumida, os custos levantados pela ENCO em 1980 para ampliação do sistema de distribuição de água em Campos entre 30 e 35 m<sup>3</sup>/h, através da captação de água proveniente do rio Paraíba do Sul e de poços tubulares profundos.

Esse levantamento apesar de se referir a apenas uma ampliação de um sistema de distribuição de água, dará uma boa noção da diferença de custos entre o aproveitamento de água do rio Paraíba do Sul e do aquífero Quaternário Deltaico uma vez que compreende todo o investimento desde a captação até a construção de uma ETA, incluindo, adução, bem como a manutenção desses dois sistemas.

Apesar de ter sido elaborado há vinte anos atrás, tendo em vista que, em matéria de captação de água, tratamento e distribuição não tem ocorrido grandes diferenças tecnológicas, acredita-se que a razão entre os valores seja ainda hoje bastante semelhante ao que representava em 1980, ainda mais que todos os valores foram transformados em dólar americano.

### 10.1 Custos para o Aproveitamento do Manancial de Água Superficial

A ENCO (op. cit.) ao fazer o levantamento de custos, levou em consideração o preço da captação, das elevatórias tanto de água bruta como

tratada, da tubulação de adução e a construção de uma nova ETA para 30 m<sup>3</sup>/h, bem como os custos com a manutenção anual desse sistema. Na tabela 10.1 é demonstrado o custo estimativo da obra e na tabela 10.2 são demonstrados os custos com a manutenção.

TABELA 10.1  
CUSTO PARA CAPTAÇÃO DA ÁGUA SUPERFICIAL

Item	Estimativa (US\$)
Captação	9,475
Elevatória de Água bruta	3,790
ETA para 30m <sup>3</sup> /h	37,900
Elevatória de água tratada	1,895
Adutora de ferro fundido com Ø 150 mm e 800m de comprimento	26,530
Despesas não previstas - 20%	15,160
Total	94,750

Fonte: ENCO 1980

Os valores foram transformados em dólar com base no Anuário Mineral Brasileiro de 1981: US\$ 1.00 = Cr\$ 52,77

TABELA 10.2  
DESPESAS ANUAIS PARA A PRODUÇÃO, ADUÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ÁGUA SUPERFICIAL

Item	Água Superficial (US\$)
Amortização	2,577
Energia	663
Produtos químicos	492
Operação	26,530
Manutenção	947
Subtotal	31,209
Perdas	1,553
Total	32,762

Fonte: ENCO 1980

Os valores foram transformados em dólar com base no Anuário Mineral Brasileiro de 1981: US\$ 1.00 = Cr\$ 52,77

## 10.2 Custos o Aproveitamento do Manancial de Água Subterrânea

Os custos a que se refere esse item estão ligados a construção, revestimento, filtros, desenvolvimento, teste de bombeamento, desinfecção e equipamento para bombeamento de um poço para uma vazão de 35 m<sup>3</sup>/h, além de transformador e adutora, com parâmetros praticamente iguais ao calculado para a captação de água superficial, bem como os custos com a manutenção anual desse sistema. Na tabela 10.3 é demonstrado o custo estimativo da obra e na tabela 10.4 são demonstrados os custos com a manutenção.

TABELA 10.3  
CUSTO PARA CAPTAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Item	Estimativa (US\$)
Perfuração e complementação de um poço incluindo revestimentos, filtros e ensaios de bombeamento	20,845
Equipamento completo de bombeamento com capacidade de 35 m <sup>3</sup> /h e 55 m de altura manométrica, incluindo transformador e obras civis	7,580
Adutora de F.F. Ø 150 mm, 950 m de comprimento	32,215
Despesas não previstas - 20%	11,370
<b>Total</b>	<b>72,010</b>

Fonte: ENCO 1980

Os valores foram transformados em dólar com base no Anuário Mineral Brasileiro de 1981: US\$ 1.00 = Cr\$ 52,77

TABELA 10.4  
DESPESAS ANUAIS PARA A PRODUÇÃO, ADUÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Item	Água Subterrânea (US\$)
Amortização	1,952
Energia	1,061
Produtos químicos	75
Operação	Marginal
Manutenção	720
Subtotal	3,808
Perdas	---
<b>Total</b>	<b>3,808</b>

Fonte: ENCO 1980

Os valores foram transformados em dólar com base no Anuário Mineral Brasileiro de 1981 - US\$ 1.00 = Cr\$ 52,77; --- não há perdas

### 10.3 Análise Comparativa

Com a construção das captações, estação de tratamento, elevatória e adutora, o custo com a obra para aproveitamento da água superficial chega a ser 35% mais elevado do que o da água subterrânea.

Quando se compara os gastos com manutenção anual dos sistemas, chega-se a valores bem mais surpreendentes. Enquanto que para manter um sistema de captação de água subterrânea, a despesa anual não chega a US\$ 4,000 (quatro mil dólares), a manutenção com o sistema de captação e tratamento da água superficial ultrapassa os US\$ 32,000 (trinta e dois mil dólares).

Nos anexos 1.3a, 1.3b, 1.3c, 1.3d e 1.3e, são apresentados projetos com os respectivos orçamentos elaborados pela TRANSTERRA HIDRÁULICA com diferentes situações de perfuração em função da localização dos poços.

A variação dos preços se deve principalmente a diferença litológica dos aquíferos bem como da profundidade que alcançam os poços.

A título comparativo entre os cálculos elaborados pela ENCO em 1980 onde a construção do poço e o equipamento completo de bombeamento ficariam em torno de US\$ 28,300 (vinte oito mil e trezentos dólares) para uma vazão de 35m<sup>3</sup>/h, o orçamento da TRANSTERRA para um poço que pudesse obter por volta de 200 m<sup>3</sup>/h também já incluído o equipamento para bombeamento chega a US\$ 38,300 (trinta e oito mil e trezentos dólares). Assim sendo, no município de Campos dos Goytacazes a melhor alternativa de aproveitamento de água para abastecimento público seria a utilização dos recursos hídricos subterrâneos.

## 11 Conclusão e Recomendações

O trabalho aqui proposto visou a caracterização de Sistemas Aquíferos no município de Campos dos Goytacazes com a intenção de demonstrar à Administração Pública local alternativas seguras para o abastecimento de água potável para a população desse Município.

Para elaboração desse estudo foram utilizados também dados obtidos nos relatórios dos poços construídos em São João da Barra e São Francisco do Itabapoana, municípios vizinhos a Campos.

Assim, essa dissertação amplia seu objetivo inicial e chega a sua fase final com informações que visam caracterizar os Sistemas Aquíferos da região formada por esses três Municípios.

Foram delimitados quatro Aquíferos na região de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana, são eles: Fraturado, Terciário Formação Barreiras, Terciário Formação Emborê e Quaternário Deltaico.

O Aquífero Quaternário Deltaico, livre, estende-se por uma área de aproximadamente 810 km<sup>2</sup>, situada, a maior parte, à margem direita do rio Paraíba do Sul e possui, em valores médios, uma vazão de 139 m<sup>3</sup>/h, uma capacidade específica de 87,07 m<sup>3</sup>/h/m e uma transmissividade de 8193 m<sup>2</sup>/dia.

O Aquífero Terciário Formação Barreiras, estende-se por 2.645 km<sup>2</sup>. Atinge todo o território de São Francisco de Itabapoana e São João da Barra. Em Campos, está localizado em duas pequenas faixas a SW e SE e vasta área ao norte.

Em São Francisco do Itabapoana e São João da Barra, é confinado, e está sob pressão de espessa camada Terciária e Quaternária, o que lhe confere um caráter jorrante.

Possui, em média, vazão entre 34,55 m<sup>3</sup>/h em Campos e 43,17 m<sup>3</sup>/h em São Francisco do Itabapoana, Capacidade Específica entre 1,09 e 2,45 m<sup>3</sup>/h/m e transmissividade entre 57,76 e 222,52 m<sup>2</sup>/dia. Essa diferenciação de características está associada, provavelmente, a sua pequena espessura em grande parte do município de Campos.

O aquífero Formação Emborê, confinado, estende-se por uma área de 345 km<sup>2</sup>, em forma de Delta, localizado na parte SW da área de estudo englobando apenas o município de Campos. Possui, em média, vazão de 70,93 m<sup>3</sup>/h, capacidade específica de 3,54 m<sup>3</sup>/h/m e transmissividade de 191,40 m<sup>2</sup>/dia.

O Aquífero Fraturado, com 1656 km<sup>2</sup> de extensão, localiza-se na parte W, SW e NW do município de Campos. Apresenta vazão e capacidade específica média em torno de 5,73 m<sup>3</sup>/h e 0,39 m<sup>3</sup>/h/m.

A tabela 11.1, mostra um quadro comparativo entre as características de cada aquífero.

Não se levando em consideração o poço de Farol de São Tomé construído em maio de 2000 com uma vazão ainda de teste chegando a mais de 240 m<sup>3</sup>/h, pode-se afirmar que o Aquífero Quaternário Deltaico apresenta a maior vazão, a mais elevada capacidade específica, o menor rebaixamento e é o mais próximo dos grandes centros urbanos.

Apesar dos parâmetros hidrodinâmicos não indicarem bons aquíferos para a região do Pré-Cambriano (Aquífero Fraturado), sabe-se da importância desses para o abastecimento de cidades como Morro do Coco, Murundú, Vila Nova de Campos e Conselheiro Josino, entre outras.

O que denominamos AQUÍFERO TERCIÁRIO BARREIRAS, de grande extensão, é, na verdade, o menos aproveitado no município de Campos. Já em municípios como São João da Barra e São Francisco do Itabapoana, é de suma importância para o abastecimento de água potável dessas cidades, onde apresenta uma melhor vazão.

Há em Campos, certamente, a necessidade de se aprofundar na pesquisa desse Aquífero, tanto geologicamente como hidrogeologicamente, uma vez que a denominação Barreiras, tem servido para determinar qualquer litologia afossilífera do Terciário fluminense.

O escoamento natural da água subterrânea no Aquífero Quaternário Deltaico, foi estimado em 4,26 x 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/dia (1,55 x 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/ano) e sua recarga provém principalmente do rio Paraíba do Sul e dos canais de drenagem.

Apesar da vazão média dos poços no Aquífero Quaternário Deltaico ter sido calculada em 139,67 m<sup>3</sup>/h, a Superintendência Regional de Campos (SURCA) da CEDAE, com base em dados obtidos na última manutenção desses poços, ocorrida no início de 2000, confere a eles, uma vazão média de 91,50 m<sup>3</sup>/h.

Assim, considerando-se que os poços são bombeados 24 horas por dia, conclui-se que são retirados anualmente, 3,2 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, ou seja, aproximadamente, 20% da reserva renovável calculada para esse Aquífero.

Dos valores das cotas dos níveis estáticos dos poços, só se obteve a direção e o sentido do fluxo de água subterrânea nos aquíferos Quaternário Deltaico e do Aquífero Formação Emborê, mas é notória a direção como um todo de norte e noroeste para sul e sudeste.

Do Quaternário Deltaico, pode-se concluir por um fluxo vindo do rio Paraíba do Sul em direção à Lagoa Feia e ao Aquífero Emborê.

Em relação ao suprimento das necessidades de água potável da população, todos os aquíferos são de fundamental importância uma vez que, mesmo os de menor vazão, são responsáveis pelo fornecimento de água a população de bairros, cidades, ou mesmo municípios inteiros.

Outro aspecto importante que deve ser aqui realçado é a diminuição das vazões e dos níveis dinâmicos dos poços no Fraturado. As populações que dependem dessa água podem, num futuro breve, deixar de receber água encanada por falta de água nos próprios poços. Assim, aconselha-se um acompanhamento dos poços do Aquífero Fraturado, com observações freqüentes do nível dinâmico, bem como um estudo da região com vistas a perfuração de novos poços que venham manter o fornecimento de água da população de Conselheiro Josino, Morro do Coco, Vila Nova de Campos, Murundú, entre outras.

Para finalizar, é interessante destacar a elevada potencialidade hídrica subterrânea no município de Campos dos Goytacazes e municípios vizinhos onde, mesmo sob condições geológicas diferentes, há o favorecimento para formação de bons aquíferos. O aproveitamento dessa água, segundo o estudo da ENCO (op. cit.), pode ser feito a um custo mais baixo do que o da água

superficial. Mesmo assim, ainda, segundo informações da Superintendência da CEDAE de Campos (1999), pelo menos 10% da população não recebe água encanada, consumindo água de qualidade duvidosa extraída de pequenas cacimbas, muitas vezes próximas da própria fossa e sumidouro residencial.

Na região pesquisada, apenas nas cidades de Goytacazes, Ponta Grossa do Fidalgo e Santa Clara, é aconselhável a perfuração de poços de observação para uma análise prévia da qualidade da água antes da construção de poços para abastecimento, uma vez constatada concentrações elevadas de cloretos nas águas dos poços perfurados nessas cidades.

TABELA 11.1  
Indicativos Médios, Máximos e Mínimos por Aquíferos em Campos dos Goytacazes, São Francisco do Itabapoana e São João da Barra

Aquíferos	Fraturado	Terciário Barreiras			Terciário Emboré Campos	Quaternário Deltaico Campos
		Municípios Campos	Campos	S. Fco. Itabapoana		
Poços Perfurados	11	12	11	12	4	34
Poços em Funcionamento	7	2	6	6	4	4
Profundidade (média)	117,85	119,00	154,48	187,63	155,16	93,32
Profundidade máxima	200,00	170,00	216,00	220,00	168,00	104,00
Profundidade mínima	60,00	68,00	118,88	152,00	137,50	77,00
Vazão (média)	5,73	34,55	43,17	36,86	70,93	139,67
Vazão máxima	16,50	55,10	72,00	150,00	80,00	191,19
Vazão mínima	1,20	24,00	17,00	18,00	52,80	87,50
Cap. Específica (média)	0,39	1,09	2,45	2,35	3,54	87,07
Cap. Específica máxima	1,37	1,17	5,44	10,49	3,85	132,31
Cap. Específica mínima	0,02	0,99	0,38	0,27	3,15	33,65
Rebaixamento (média)	35,83	35,59	31,50	40,72	19,83	1,98
Rebaixamento máximo	60,00	47,05	80,45	68,36	22,00	2,60
Rebaixamento mínimo	12,00	24,13	6,00	10,80	16,73	1,25
Transmissividade (média)	nd	57,76	222,52	110,18	191,40	8193
Transmissividade máxima	nd	57,76	575,42	590,83	396,15	9023
transmissividade mínima	nd	57,76	35,51	6,28	69,93	7400
Cloretos (média)	nd	79,50	159,60	104,42	33,60	82,80
Cloretos máximo	nd	88,00	270,00	161,70	77,00	106,00
Cloretos mínimo	nd	71,00	7,00	28,90	10,00	85,00
Ferro Total (médio)	nd	0,45	0,17	0,14	0,43	1,33
Ferro Total máximo	nd	0,50	0,30	0,30	0,50	0,40
Ferro Total mínimo	nd	0,40	0,00	0,05	0,40	0,00
STD (médio)	nd	198,00	463,14	414,60	286,50	266,75
STD máximo	nd	198,00	949,00	553,00	294,00	300,00
STD mínimo	nd	198,00	174,00	266,00	279,00	222,00
pH (médio)	nd	6,20	6,76	7,27	7,8	7,05
pH máximo	nd	6,80	7,40	8,40	7,9	8,00
pH mínimo	nd	5,61	6,36	6,60	7,7	6,70
Reserva Renovável	nd	nd	nd	nd	nd	1,55 x 10 <sup>7</sup>
Reserva Permanente	nd	nd	nd	nd	nd	1,17 x 10 <sup>10</sup>
Volume de água explotado (1)	nd	4,7 x 10 <sup>5</sup>	3,06 x 10 <sup>6</sup>	2,2 x 10 <sup>6</sup>	1,9 x 10 <sup>6</sup>	3,2 x 10 <sup>6</sup>

Unidades: metro para Profundidade e Rebaixamento; m<sup>3</sup>/h para vazão; m<sup>2</sup>/dia para Transmissividade m<sup>3</sup>/h/m para capacidade específica; mg/l para Cloretos, STD e Ferro Total  
Reserva Renovável, Reserva Permanente e volume de água explotado: m<sup>3</sup>/ano  
(1) Informação da SURCA/CEDAE, 2000  
Caetano, 2000

Em relação aos aspectos legais e administrativos, é importante destacar que o Estado do Rio de Janeiro ainda não regulamentou a lei n.º 3.239/1999 (Lei Estadual de Recursos Hídricos), bem como não estabeleceu critérios específicos para outorga de água subterrânea.

Já a nível Municipal, há a necessidade urgente de definição de Planos Diretores dos Municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana, com a finalidade de assegurar o melhor uso dos recursos hídricos. Esse Planos, devem impor regras de utilização dos recursos naturais dos respectivos territórios de tal forma que assegurem a manutenção da qualidade e da quantidade desses recursos às gerações futuras.

## 12 Referências Bibliográficas

- ABAS, Associação Brasileira de Águas Subterrânea - *Abas Informa*. Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrânea - do nº 76 ao 78. 1998.
- ABAS, Associação Brasileira de Águas Subterrânea - *Minuta de Projeto de Lei de Águas Subterrâneas para os Estados*. SP. 1997.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR 6023*. Agosto de 1989. 19p.
- ALMANAQUE Brasil 1997/1998, Rio de Janeiro: Editora Terceiro Mundo. 1997. 256p.: il.
- ALVES, W., *A Água que não Cai do Céu*. CEDEC - Centro de Estudos de Cultura Contemporânea. Consumo e Meio Ambiente. Ano II – N.º 5. São Paulo, 1997.
- ANDERSON, M.P., *Groundwater Degradation*, in: McLaren, D.J.; SKINNER, B.J.(ed.). *Resources and World Development*. New York, John Wiley & Sons, 1987. p. 727 - 740.
- ASMUS, H. E. & Ferrari, A L., *Hipótese sobre a causa do tectonismo Cenozóico na região sudeste do Brasil*, in: Série Projeto REMAC nº 4. Aspectos Estruturais da margem Continental leste e Sudeste do Brasil. PETROBRÁS – DNPM – CPRM DHN – CNPq. Rio de Janeiro, sd.. p. 75 – 88.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. Congresso Nacional. *Constituição da República Federativa do Brasil*. 4/10/88.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. *Decreto-lei nº 7.841 de 8/8/1945. Código de Águas Minerais*.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. *Decreto nº 24.643 de 10/7/1934. Código de Águas*.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. *Lei nº 9.314 de 14/11/1996. Código de Mineração*.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. *Lei nº 9.433 de 8/1/1997. Política Nacional de Recursos Hídricos*, MMAPH.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. *Lei nº 3.239 de 02/08/1998. Política Estadual de Recursos Hídricos*, Governo do Estado do Rio de Janeiro.

- BRASIL. Leis, Decretos, etc. Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. *Constituição do Estado do Rio de Janeiro*. 1989.
- CAICEDO, Nelson L., *Contaminação de Águas Subterrâneas*. In: III Congresso Brasileiro de Termalismo. Gravatal. 1996.
- CAPUCCI, E., *Mapa de Potencialidades Médias de Água Subterrânea no Estado do Rio de Janeiro*, DIN/INX, CEDAE, 1988.
- CARVALHO, A.R., *Relatórios Técnicos (SAEC – SUCESA – SANERJ – CEDAE)*, 1998. 68p.
- CASTRO, J. C. de, *Deltas Modernos*, SBG - Sociedade Brasileira de Geologia - Anais do 1º Simpósio de Geologia do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Rio de Janeiro. Agosto. 1987. 22p.
- CBH - PCJ/SMT. Seminário Regional sobre a Cobrança pelo uso da água, Salto, SP. 1997.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório Técnico do Poço Produtor de Donana 02*. Rio de Janeiro. 1986. 15p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório Técnico Preliminar do Poço Tubular do Loteamento da Rainha, na Região Metropolitana de Campos*. Rio de Janeiro. 1990. 21p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório Técnico do Poço de Pesquisa da Vila de Ururáí*. Rio de Janeiro. 1985. 30p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório do Poço Tubular do Parque de Santo Antônio, na Região Metropolitana de Campos*. Rio de Janeiro. 1988. 11p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório dos Serviços de Recuperação dos Poços de Donana 01 e Goytacazes*. Rio de Janeiro. 1988. 10p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Relatório Técnico do Poço tubular Donana 01*. Rio de Janeiro. 1986. 19p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. ENCO. Engenharia Consultoria Planejamento Ltda., *Contrato de prestação de serviços n.º 37/DTE/80 para serviços técnicos especializados para estudos de águas*

*subterrâneas no município de Campos de Goytacazes, estado do Rio de Janeiro. 1980*

- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. ENCO. Engenharia Consultoria Planejamento Ltda., *Relatório Técnico Preliminar da Vila de Goytacazes*. Rio de Janeiro. 1980. 64p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. ENCO. Engenharia Consultoria Planejamento Ltda., *Relatório Técnico Preliminar da Vila de Barcelos*. Rio de Janeiro. 1980. 57p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. ENCO. Engenharia Consultoria Planejamento Ltda., *Relatório Técnico Preliminar da Vila Ururáí*. Rio de Janeiro. 1980. 53p.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. ENCO. Engenharia Consultoria Planejamento Ltda., *Relatório referente a execução dos serviços técnicos especializados de água subterrânea no município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. 156p. Anexo "A" - Inventário dos Poços na Região de Campos*. Rio de Janeiro. 1980.
- CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. HIDROGESP - Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda., *Relatório Técnico de Serviços de Perfuração e Bombeamento de Poço Tubular Profundo em Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro*. São Paulo. 1993. 7p.
- CETESB. *Água Subterrânea e Poços Tubulares*; tradução da primeira edição do original norte-americano publicado pela UOP Johnson Division Saint Paul, Minnesota. 2ed. ver. São Paulo, CETESB, 1974.
- CPA, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenaria de Planejamento Ambiental. *Recursos Hídricos: histórico, gestão e planejamento*. Governo do Estado de São Paulo, 1995.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*/Coordenadores: Feitosa F.A.C. & Filho, J.M. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997.

- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, *Mapa de Sombra do Campo Magnético Total do Estado do Rio de Janeiro*. Escala 1:250.000, Folhas Campos e Macaé, DEGEO/DIGEOP, Rio de Janeiro. 1998.
- CREA-RJ. *Anais do Seminário sobre Gestão dos Recursos Hídricos* - Agosto de 1997.
- CUNHA, L., GONÇALVES, A., FIGUEREDO, V., LINO, Mário. *A Gestão da Água Princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1980.
- DE PAULA, G. & Caetano, L.C. *O Recurso Mineral Água no Contexto Atual*, monografia elaborada para a disciplina Administração e Política de Recursos Minerais, DARM/IG-UNICAMP, Campinas. Junho. 1998.
- DIAS, J., GUAZELLI, W., CATTO, A.J. E VIEIRA, A.J., *Integração do Arcabouço Estrutural da Bacia de Campos com o Embasamento Pré-Cambriano Adjacente*, SBG - Sociedade Brasileira de Geologia - Anais do 1º Simpósio de Geologia do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Rio de Janeiro. Agosto. 1987. 9p.
- FETTER, C.W., *Applied Hydrogeology*, 3rd Ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 1994. 691p.
- FIERING, M.B., *Models for Assessment of Water Resources*. in: McLAREN, D.J.; SKINNER, B.J.(ed). *Resources and World Development*. N.Y., 1987. p. 547 – 568.
- FONSECA, M.J.G., *Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro*. DNPM. Rio de Janeiro. 1998. 141p.
- FUNDAÇÃO Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro – CIDE, *Território*. Rio de Janeiro. 1997. 80p.
- GAMA JR., E. G., *Sistemas Depositionais e Modelo de Sedimentação das Formações Campos e Emborê, Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil*. Tese de Doutorado. IG/USP. 1977. 2v.
- GEOPLAN - Assessoria Planejamento e Perfurações Ltda., *Estudo Hidrogeológico para o abastecimento de Santa Clara, São Francisco de*

- Paula e Guaxindiba no litoral norte do estado do Rio de Janeiro*, Sorocaba, Abr/1996. 190p.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, CEDAE, Companhia Estadual de Águas e Esgotos Rio de Janeiro. *Relatórios Técnicos (SAEC - SUCESA - SANERJ - CEDAE)*, Carvalho, A. R. *Perfil Geo-Econômico do Município de Campos, Queiroz M.*, Campos, 1998. 74p.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, SEMA, Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo, DRM, Departamento de Recursos Minerais. *Perfil Geo-Econômico do Município de Campos*, Queiroz M., Niterói, Dez/1990.28p.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, SEMA, Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo, DRM, Departamento de Recursos Minerais. *Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, Baseado em Imagens MSS do Satélite Landsat - 1, texto explicativo*, Niterói, s.d.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, SEMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, DRM, Departamento de Recursos Minerais. *Proposta de Anteprojeto de Lei para Preservação das Águas Subterrâneas*, 1998.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, SEMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, DRM, Departamento de Recursos Minerais. *Proposta de Criação do Cadastro de Poços Tubulares Profundos*, 1998.
- GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro, SEMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, DRM, Departamento de Recursos Minerais. *Proposta de Lei Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro - Proposta de Alterações feitas pelo DRM/RJ*, 1997.
- HESPANHOL, I., *Reuso e Gestão Sustentável de Recursos Hídricos*. Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável - USP, 1997.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Base de Informações Municipais 1996*. CD-ROM. Rio de Janeiro. 1999.
- LAMEGO, Alberto R., *Restingas na Costa do Brasil*. Boletim 96. DNPM. Rio de Janeiro.1940.

- LAMEGO, Alberto R., *A bacia de Campos na geologia litorânea do Petróleo*. Boletim 113. DNPM. Rio de Janeiro.1944. 69p.
- LAMEGO, Alberto R., *Geologia das quadriculas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé*. Boletim 154. DNPM. Rio de Janeiro.1955. 60p.
- LAMEGO, Alberto R., *O Homem e o Brejo*. IBGE/CNG. Rio de Janeiro.1945. 204p.
- MARTIN, L., SUGUIO, K., DOMINGUEZ, J.M.L. e FLEXOR, J-M., *Geologia do Quaternário costeiro do Litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. CPRM. Belo Horizonte. 1997. 112p.
- MENDES, J. C., *Elementos de Estratigrafia*. T. A. Queiroz, São Paulo, 1992. 567p.
- MINISTÉRIO de Minas e Energia, Secretaria-Geral, Projeto RADAM: *Levantamento de Recursos Naturais volume 32, FOLHA SF.23/24 - RIO DE JANEIRO/VITÓRIA*, Projeto RADAM, Rio de Janeiro, 1983. 775p.
- PETRI, S. e FÚLFARO, V. J., *Geologia do Brasil*. EDUSP. São Paulo. 1983. 632p.
- PETROBRÁS. Petróleo Brasileiro S.A., *Mapa em Profundidade de Topo do Embasamento ou Basalto*, Escala 1:100.000, DESUD/DIRSUL, Rio de Janeiro. 1987.
- PETROBRÁS. Petróleo Brasileiro S.A., *Final Geological Completion Report CSTst-1-RJ (Cabo de São Tomé)*, de Freitas, E. B. Rio de Janeiro. 1960.
- SCHALLER, H. *Estratigrafia da Bacia de Campos*, In: Anais do XXVII Congresso de Geologia, v. 3. SBG. Aracaju, SE. Out. 1973. P. 247 – 258.
- SILVA, C.G., *Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul*, SBG - Sociedade Brasileira de Geologia - Anais do 1º Simpósio de Geologia do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Rio de Janeiro. Agosto. 1987. 48p.
- SILVA, C.G., SILVA, M. A. M., BAPTISTA Neto, J.A., FIGUEIREDO, A., SEGALL, M. e APPERSON, D., *Modern Analogues to Ancient Depositional Systems Rio de Janeiro*. UFF/EGI. 1998. 56p.

- SILVA, C.G., *Estudo da Evolução Geológica e Geomorfológica da Região da Lagoa Feia, RJ*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências - UFF - Agosto.1987. 160p.
- SMA, Secretaria do Meio Ambiente. *Estabelecimento de Metas Ambientais e reequadramento dos corpos d'água: Bacia do Rio Piracicaba*. - São Paulo: A Secretaria, 1994 - Série relatórios: ISSN0103-4103.
- SMA, Secretaria do Meio Ambiente. *Uma Nova Política de Mananciais. Diretrizes e Normas para a Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Mananciais de Interesse Regional do Estado de São Paulo*, 1997.
- SUGUIO, K., *Roteiro de Excursão Geológica à Região do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro)*, SBG - Sociedade Brasileira de Geologia, Centro de Pesquisas e Desenvolvidos Leopoldo A. Miguez de Mello (CENPES PETROBRÁS), Instituto de Geociências da USP e Instituto de Geociências da UFRJ - IV Simpósio do Quaternário no Brasil, Publicação Especial n.º 2, Rio de Janeiro. 1981.

## ANEXO 1.1

Tabelas com Informações Adicionais dos Poços Cadastrados:

- (a) Espessura das Camadas, do Cristalino e Profundidade do Topo do Cristalino;
- (b) Porcentagem de Areia ou Arenito, Espessura da Camada Saturada e  
Caracterização do Aquífero por Poço;
- (c) Descrição Resumida da Litologia (1);
- (d) Descrição Resumida da Litologia (2);
- (e) Descrição Resumida da Litologia (3) e
- (f) Identificação das Entradas de Água e Localização dos Filtros.

## (a) Espessuras das camadas, do Cristalino e profundidade do topo do Cristalino

Poço	Quaternário [m]	Fm Emborê [m]	Fm Barreiras [m]	Cristalino [m]	Cota Cristalino [m]
02-CAM	70.00	0.00	0.00	0.00	nd
04-URU	49.20	0.00	0.00	36.50	-39.20
05-TOC	110.00	0.00	0.00	nd	nd
06-TOC	45.00	0.00	0.00	0.00	nd
07-TOC	112.00	0.00	0.00	86.00	-106.00
08-URU	45.80	0.00	0.00	7.40	-36.80
09-GOY	90.00	0.00	0.00	0.00	nd
10-RAI	98.00	0.00	0.00	37.00	-85.00
11-QUE	53.50	0.00	0.00	33.00	-45.50
12-QUE	61.30	0.00	0.00	33.90	-53.50
20-CAM	70.00	0.00	0.00	35.00	-57.00
21-CAM	47.00	0.00	0.00	0.00	nd
22-CAM	35.00	0.00	0.00	0.00	nd
23-CAM	30.00	0.00	0.00	113.00	-23.00
24-PGF	61.40	0.00	0.00	0.00	nd
27-URU	37.50	0.00	0.00	102.00	-39.00
28-URU	58.00	0.00	0.00	86.00	-50.36
29-ANA	104.00	0.00	0.00	0.00	nd
30-URU	27.00	0.00	0.00	0.00	nd
31-BEC	76.00	0.00	0.00	1.00	-64.00
32-ANA	96.30	0.00	0.00	0.00	nd
33-ANA	104.00	0.00	0.00	0.00	nd
34-CAM	48.00	0.00	0.00	0.00	nd
35-GRU	50.00	0.00	126.00	0.00	nd
36-SAB	8.00	129.50	0.00	0.00	nd
38-TOC	99.00	0.00	16.00	0.00	nd
39-FAR	8.00	154.00	0.00	0.00	nd
40-FAR	10.00	158.00	0.00	0.00	nd
41-SSE	0.00	0.00	170.00	0.00	nd
42-CAM	56.65	0.00	0.00	3.35	-48.65
44-MCC	12.00	0.00	0.00	48.00	98.00
45-MCC	24.00	0.00	0.00	98.00	76.00
46-MUR	8.00	0.00	0.00	125.00	72.00
47-MUR	12.00	0.00	0.00	188.00	58.00
49-CJS	5.70	0.00	0.00	74.30	54.30
50-VNV	3.60	0.00	0.00	106.40	56.40
51-SFC	0.00	0.00	47.00	34.50	nd
52-SCL	20.00	0.00	141.00	0.00	nd
53-SJB	38.00	0.00	162.00	0.00	nd
54-BAR	18.00	0.00	140.00	0.00	nd
55-GAR	20.00	0.00	143.00	0.00	nd
56-SES	40.00	0.00	163.00	0.00	nd
57-GRU	50.00	0.00	126.00	0.00	nd
58-GAR	20.00	0.00	135.00	0.00	nd
59-GAR	0.00	0.00	166.00	0.00	nd
60-FAR	27.00	1,950.00	0.00	642.00	-1,970.00
61-BAR	18.00	0.00	134.00	0.00	nd
62-DMA	0.00	0.00	70.00	0.00	nd

63-BFU	8.00	0.00	193.60	0.00	nd
64-CAM	31.00	0.00	0.00	0.00	nd
65-TRA	0.00	0.00	66.00	39.00	32.50
66-TRA	0.00	0.00	65.00	33.00	33.00
68-DMA	0.00	0.00	64.00	4.00	44.00
69-CAM	0.00	0.00	55.00	0.00	nd
70-SMC	10.00	0.00	0.00	45.00	nd
71-CAM	0.00	0.00	50.00	0.00	nd
72-CUS	23.00	0.00	12.00	56.00	23.00
73-CUS	42.00	0.00	38.00	0.00	nd
74-GUA	16.00	0.00	49.00	55.00	49.00
75-GUA	0.00	0.00	62.00	86.00	46.00
76-GRU	13.00	0.00	207.00	0.00	nd
77-ATA	12.00	0.00	198.00	0.00	nd
78-ATA	10.00	0.00	188.00	0.00	nd
79-AÇU	12.00	0.00	198.00	0.00	nd
80-BIT	6.00	0.00	123.00	0.00	nd
81-GAR	28.00	0.00	122.00	0.00	nd
82-GAR	18.00	0.00	198.00	0.00	nd
83-GAR	4.00	0.00	134.00	0.00	nd
84-BIT	2.00	0.00	116.88	0.00	nd
85-BIT	6.00	0.00	137.00	0.00	nd
88-GRU	46.00	0.00	115.00	0.00	nd
89-CAJ	6.00	24.00	148.00	0.00	nd
90-TRB	4.00	nd	82.00	1.00	nd
91-SFP	0.00	0.00	84.00	0.00	nd
92-FAR	16.00	204.00	0.00	0.00	nd

nd: dado não disponível

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

(b) Porcentagem de Areia/Arenito, Espessura da Camada Saturada e Caracterização dos Aquíferos por poço

Poço	% de Areia/Arenito [%]	Camada Saturada [m]	Aquífero	Tipo de Aquífero
01-CAM	nd	39.40	Quaternário Deltaico	nd
02-CAM	44,29%	65.00	Quaternário Deltaico	Livre
03-GOY	nd	94,77	Quaternário Deltaico	nd
04-URU	11.93	84.00	Quaternário Deltaico	Livre
05-TOC	40.87	112.00	Quaternário Deltaico	Livre
06-TOC	46.67	nd	Quaternário Deltaico	Livre
07-TOC	37.37	195.00	Quaternário Deltaico	Livre
08-URU	0.00	50.40	Quaternário Deltaico	Livre
09-GOY	33.33	86.00	Quaternário Deltaico	Livre
10-RAI	63.70	132.00	Quaternário Deltaico	Livre
11-QUE	44.51	nd	Quaternário Deltaico	Livre
12-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	Livre
13-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
15-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
16-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd

17-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
18-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
19-QUE	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
20-CAM	0.00	nd	Quaternário Deltaico	Livre
21-CAM	56.52	nd	Seco em 1980	Seco em 1980
22-CAM	20.00	33.50	Quaternário Deltaico	Livre
23-CAM	2.80	128.00	Faturado	Livre
24-PGF	51.14	58.40	Quaternário Deltaico	Livre
25-GOY	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
26-GOY	nd	nd	Quaternário Deltaico	nd
27-URU	21.00	147.00	Quaternário Deltaico	Livre
28-URU	36.11	140.00	Quaternário Deltaico	Livre
29-ANA	68.84	97,58	Quaternário Deltaico	Livre
30-URU	93.10	23.60	Quaternário Deltaico	Livre
31-BEC	90.90	71.90	Quaternário Deltaico	Livre
32-ANA	72.60	90.67	Quaternário Deltaico	Livre
33-ANA	69.42	98.37	Quaternário Deltaico	Livre
34-CAM	45.83	43.00	Quaternário Deltaico	Livre
35-GRU	62.50	176.00	Fm Barreiras	Confinado
36-SAB	77.10	133.90	Fm Emborê	Confinado
38-TOC	95.65	113.00	Quaternário Deltaico	Livre
39-FAR	81.25	160.00	Fm Emborê	Confinado
40-FAR	76.25	168.00	Fm Emborê	Confinado
41-SSE	100.00	169.55	Fm Barreiras	Confinado
42-CAM	48.33	54.00	Quaternário Deltaico	Livre
44-MCC	0.00	53.90	Faturado	Livre
45-MCC	0.00	116.00	Faturado	Livre
46-MUR	0.00	133.00	Faturado	Livre
47-MUR	0.00	198.00	Faturado	Livre
48-MUR	nd	nd	Faturado	Livre
49-CJS	0.00	77.50	Faturado	Livre
50-VNV	0.00	110.00	Faturado	Livre
51-SFC	57.66	nd	Fm Barreiras	Confinado
52-SCL	95.65	161.00	Fm Barreiras	Confinado
53-SJB	94.00	200.00	Fm Barreiras	Confinado
54-BAR	97.47	158.00	Fm Barreiras	Confinado
55-GAR	52.76	163.00	Fm Barreiras	Confinado
56-SES	74.38	203.00	Fm Barreiras	Confinado
57-GRU	62.50	176.00	Fm Barreiras	Confinado
58-GAR	63.87	155.00	Fm Barreiras	Confinado
59-GAR	91.56	166.00	Fm Barreiras	Confinado
60-FAR	nd	nd	Fm Emborê	Confinado
61-BAR	74.80	152.00	Fm Barreiras	Confinado
62-DMA	37.85	63.00	Fm Barreiras	Confinado
63-BFU	60.60	nd	Fm Barreiras	Confinado
64-CAM	80.64	28.00	Quaternário Deltaico	Livre
65-TRA	0.00	91.00	Fm Barreiras/Faturado	nd
66-TRA	32.65	89.00	Fm Barreiras/Faturado	nd
68-DMA	91.17	56.40	Fm Barreiras	Confinado
69-CAM	nd	47.00	Fm Barreiras	nd
70-SMC	nd	64.00	Faturado	Livre

71-CAM	nd	40.00	Fm Barreiras	Confinado
72-CUS	13.18	88.00	Fm Barreiras	Confinado
73-CUS	47.50	71.00	Fm Barreiras	Confinado
74-GUA	10.00	110.00	Fm Barreiras	Confinado
75-GUA	25.00	132.00	Fm Barreiras	Confinado
76-GRU	66.82	220.00	Fm Barreiras	Confinado
77-ATA	71.43	210.00	Fm Barreiras	Confinado
78-ATA	93.93	198.00	Fm Barreiras	Confinado
79-AÇU	87.62	198.00	Fm Barreiras	Confinado
80-BIT	34.32	123.00	Fm Barreiras	Confinado
81-GAR	67.33	150.00	Fm Barreiras	Confinado
82-GAR	70.37	216.00	Fm Barreiras	Confinado
83-GAR	72.83	138.00	Fm Barreiras	Confinado
84-BIT	57.87	118.74	Fm Barreiras	Confinado
85-BIT	60.84	143.00	Fm Barreiras	Confinado
88-GRU	52.25	161.00	Fm Barreiras	Confinado
89-CAJ	nd	178.00	Fm Barreiras	Confinado
90-TRB	98.85	0.00	Não é Aquífero	Não é Aquífero
91-SFP	38.10	0.00	Não é Aquífero	Não é Aquífero
92-FAR	91.81	215.65	Fm Emborê	Confinado

nd: dado não disponível

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

### (c) Descrição Resumida da Litologia (1)

Poço	Litologia Resumida 1
02-CAM	Q: Intercalações de argilas e areias.
04-URU	Q: Intercalações de argilas e areias.
05-TOC	Q: Intercalações de argilas e areias. De 25 a 42 m., argila arenosa c/ restos marinhos [água salgada].
06-TOC	Q: Intercalações de siltes, areias, arenitos e argilas.
07-TOC	Q: Intercalações de areias e argilitos.
08-URU	Q: Intercalações de argilas siltosas com argilas arenosas.
09-GOY	Q: Intercalações de argilas e areias.
10-RAI	Q: Intercalações de siltes, areias e argilas.
11-QUE	Q: Intercalações de argilas e areias.
12-QUE	Q: Intercalações de areias e argilas.
20-CAM	Q: Intercalações de argilas arenosas e siltes argilosos.
21-CAM	Q: Intercalações de areias, siltes, arenitos e argilas.
22-CAM	Q: Intercalações de argilas, siltes e arenitos.
23-CAM	Q: Silte, areia e cascalho.
24-PGF	Q: 30m de argila, 31.40m de areia
27-URU	Q: 6m de argila, 31.5m de areia.
28-URU	Q: 6m. de argila, 52m. de areia, Gnaisse aos 58m.
29-ANA	Q: 4m. de solo arenoso, 100m. de Arenito.
30-URU	Q: 29m. de areia.
31-BEC	Q: 2m. de argila, 16m. de areia, 4m. de argila, 50m de areia.
32-ANA	Q: 1m. de solo argiloso, 11m. de areia, intercalação argila/areia até 57.80m. Daí ao final, areia.
33-ANA	Q: Intercalações de argilas e areias, um pouco de silte.
34-CAM	Q: Intercalações de argilas, areias e siltes.

35-GRU	Q até 50m: Intercalações areia e argila. Fragmentos de animais marinhos.
36-SAB	Q até 4m: Areia
38-TOC	Q até 99m: Areias c/ conchas e corais com pequena intercalação de argila orgânica entre 52 e 54m.
39-FAR	Q até 8m: Argila arenosa orgânica c/ conchas
40-FAR	Q até 10 m: Argila arenosa c/ conchas
41-SSE	Q: Solo Arenoso até 6m.
42-CAM	Q: Intercalações de argilas, areias e siltes.
44-MCC	Q: Argila e silte até 12m.
45-MCC	Q: Argila até 24m.
46-MUR	Q: Silte argiloso até 8m.
47-MUR	Q: Intercalações de silte argiloso e silte arenoso até os 12m.
49-CJS	Q: Intercalações de argilas arenosas e argilas silte arenosas até os 5.70m.
50-VNV	Q: Argila arenosa até 3.60m.
51-SFC	Q: Intercalações de Arenito argiloso e Arenito arenoso até 47m.
52-SCL	Q até 20m: Areias médias e grosseiras c/ fragmentos de conchas e orgânica.
53-SJB	Q até 38m: Areias c/ fragmentos de conchas de 10 a 38m.
54-BAR	Q até 18m: Areia média pouco argilosa
55-GAR	Q até 20m: Areia até 6m. Argila c/ concha de 6 a 20m.
56-SES	Q até 40m: Arenito até 10m. Agregado de conchas e Argilito de 10 a 40m.
57-GRU	Q até 50m: Areias c/ frag de conchas até 18m. Argila c/ coral entre 18 e 32m. Areia c/ coral de 32 a 50m.
58-GAR	Q até 20m: Areia até 6m. Argila siltosa c/ concha de 6 a 20m.
59-GAR	T até 166m: Arenitos até 46m. Silito de 46 a 60m. Arenitos de 60 a 166m. Não há presença de conchas
60-FAR	Q até 27m: Areia
61-BAR	Q até 18m: Areia
62-DMA	Q: Intercalações de Argilas e Areias. Areia c/ água de 26 a 34m. Idem entre 36 e 36.60m.
63-BFU	Q até 8m: Cobertura Argilo-arenosa c/ conchas e corais
64-CAM	Q: Solo argilo-arenoso até 7m. Areia de 7 a 31m.
65-TRA	T: Argila até 18m.
66-TRA	T: Site até 10m.
68-DMA	T: Silte até 2m. Arenito de 2 a 64m. Arenito c/ restos de vegetais fósseis entre 52 e 64m.
69-CAM	Intercalações de Areias, Siltes e Argilas. Sedimentos inconsistentes de matriz arenosa entre 10 e 50m.
70-SMC	Solo argiloso arenoso até 10m.
71-CAM	Intercalações de Areia, Silte e Argila
72-CUS	Silte até 23m. Arenito de 23 a 31m.
73-CUS	Argilas até 42m. Arenito de 42 a 80m.
74-GUA	Areia até 2m. Argila de 2 a 16m. Arenitos de 16 a 65m.
75-GUA	Intercalações de Argilito e Arenito entre 0 e 62m.
76-GRU	Q até 13m: Areias s/ conchas
77-ATA	Q até 12m: Areia. Dunas até 2m. Areia fina orgânica de 8 a 12m.
78-ATA	Q até 10m: Areia. Areia orgânica de 6 a 10m.
79-AÇU	Q até 12m: Argila algo orgânica s/ conchas
80-BIT	Q até 6m: Areia fina a média, pouco argilosa
81-GAR	Q até 28m: Intercalações de Areias e Argilas c/ restos de conchas e reação ao ácido
82-GAR	Q: Solo Arenoso até 8m. Sedimentos areno-argilosos c/ conchas de 8 a 18m.
83-GAR	Q até 4m: Solo argiloso
84-BIT	Q até 2m: Areia amarela mal classificada
85-BIT	Q até 6m: Solo orgânico arenoso

88-GRU	Q até 46m: Areia até 14m. Mistura de areia c/ conchas e Argila de 14 a 20m. Argila orgânica de 20 a 46m.
89-CAJ	Q até 6m: Areia (Dunas)
90-TRB	Q até 4m: Areia c/ raízes de vegetais até 2m.
91-SFP	T: Arenitos até 38m. Argilito de 38 a 84m.
92-FAR	Q: Areias até 16m.

nd: dado não disponível; Q: Quaternário; T: Terciário

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

### (d) Descrição Resumida da Litologia (2)

Poço	Litologia Resumida 2
04-URU	<b>Cristalino</b> aos 49.20m.
05-TOC	De 62 a 68m, arenito c/cimento calcário
07-TOC	<b>Cristalino</b> aos 112m.
08-URU	<b>Cristalino</b> aos 48.00m.
10-RAI	Conglomerado aos 93 e <b>Gnaisse</b> aos 98m.
11-QUE	<b>Gnaisse</b> aos 63.50m.
12-QUE	<b>Gnaisse</b> aos 61.30m.
20-CAM	<b>Gnaisse</b> aos 70m.
23-CAM	Rocha decomposta aos 30m. e <b>Gnaisse</b> aos 43m.
27-URU	Rocha decomposta aos 37.5m e <b>Gnaisse</b> aos 48m.
30-URU	Q: Fragmentos de conchas, animais marinhos e mat. orgânica de 0 a 2m; de 2 a 6m e de 14 a 27m.
31-BEC	Q: Mat. Orgânica entre 12 e 22m. Fragmentos de conchas entre 22 e 42m.
32-ANA	Q: Argila orgânica c/restos de vegetais e fragmentos de conchas entre 24 e 48m.
33-ANA	Q: Argila rica em mat. orgânica entre os 4 e 6m. e entre os 30 e 44m.
34-CAM	Q: Argila orgânica entre 0 e 4m. Silte argiloso orgânico entre 20 e 22m.
35-GRU	T entre 50 e 176m: Intercalações Argilito e Arenito c/ fragmentos de conchas
36-SAB	T entre 4 e 137.50m: Folhelho c/ coral de 8 a 14m. Arenito c/ conchas e corais de 14 a 58m.
38-TOC	Q: Areia c/ restos de vegetais entre 80 e 99m.
39-FAR	T de 8 a 160m: Arenitos c/ conchas intercalados c/ folhelhos c/ conchas até 90m.
40-FAR	T de 10 a 168m: Arenitos c/ conchas intercalados c/ folhelhos c/ conchas até 90m.
41-SSE	T: Arenito inconsolidado de 6 a 170m.
42-CAM	<b>Cristalino</b> aos 56.65m.
44-MCC	Rocha decomposta aos 12 e <b>Cristalino</b> aos 17m.
45-MCC	Rocha decomposta aos 24 e <b>Cristalino</b> aos 30m.
46-MUR	<b>Gnaisse</b> dos 8 aos 89m. Pegmatito dos 89 aos 91m. <b>Gnaisse</b> dos 91 até o fim.
47-MUR	<b>Gnaisse</b> aos 12m
49-CJS	Rocha decomposta aos 5.70m. <b>Cristalino</b> aos 11.80m.
50-VNV	Rocha decomposta aos 3.60m. <b>Cristalino</b> aos 18.50m.
51-SFC	<b>Cristalino</b> por volta dos 47m.
52-SCL	T: Arenito muito argiloso c/ conchas entre 28 e 104m. Arenito fino pouco carbonático de 104 a 126m.
53-SJB	T: Areia argilosa c/ fragmentos de conchas e corais de 38 a 92m. Argila pouco arenosa entre 92 e 104m.
54-BAR	T: Areias de 18 a 150m. c/ intercalações delgadas de silte e argila
55-GAR	T: Intercalações de Areias c/ fragmentos de conchas e Argilas calcíferes de 6 a 88m.
56-SES	T: Arenitos carbonáticos, intercalados com Argilitos de 62 a 106m
57-GRU	T: Argilito arenoso c/ frag de corais até 102m. Arenitos c/ conchas de 102 a 120m.
58-GAR	T: Argilas c/ conchas até 62m. Areias c/ pouca concha de 62 a 88m.
60-FAR	T Fm Emborê de 27 a 1977m: Intercalações de Arenitos/Areias e Folhelhos. Ocorrências de sed. Carbonáticos até 132m. Água doce até 320m. Água salgada entre

	320 e 1963m.
61-BAR	T de 28 a 152m: Intercalações de Areia, silte e argila, com predominância da areia
62-DMA	Q: Areia grossa c/seixos c/ água de 48 a 59.50m. Areia grossa c/ água entre 63 e 70m.
63-BFU	T de 8 a 201.60m: Intercalações de Arenitos ora c/ conchas, ora c/ reação fraca ao HCl e Argilas carbonáticas.
65-TRA	T: Argilito de 18 a 25m e de 35 a 66m. Siltito de 25 a 35m.
66-TRA	T: Areia de 10 a 20, 25 a 40 e 58 a 65m. Argila de 20 a 25 e 40 a 58m.
68-DMA	Gnaise de 64 a 68m.
69-CAM	Sedimentos sólidos de 50 a 55m.
70-SMC	Rocha alterada de 10 a 20m. <b>Cristalino</b> de 20 a 70m.
72-CUS	<b>Granito</b> de 35 a 91 m.
74-GUA	<b>Cristalino</b> de 65 a 120m.
75-GUA	<b>Cristalino</b> de 62 a 148m.
76-GRU	T: de 13 a 220m: Intercalações de Siltitos e Arenitos c/ reação ao HCl. Poucos horizontes não reagem ao HCl
77-ATA	T: Siltes de 12 a 28m c/ forte reação ao HCl. Arenitos c/ reação ao HCl entre 28 e 92m.
78-ATA	T: de 10a 198m: Siltito c/ reação ao HCl de 10 a 22m. Arenitos c/ reação ao HCl de 22 a 78m.
79-AÇU	T: Areia orgânica negra c/ reação ao HCl de 12 a 20m. Arenito c/ fósseis marinhos até 74m. E de 82 a 174m.
80-BIT	T: Argilas muito orgânica escura entre 10 e 18m. Argila c/ restos de vegetais entre 18 e 34m.
81-GAR	T: Intercalações de Argilitos e Arenitos c/ reação ao ácido entre 28 e 42m.
82-GAR	T: Intercalações de Arenitos e Argilitos ambos c/ reação ao ácido de 18 a 108m.
83-GAR	T de 4 a 162m: Intercalações de Arenitos inconsolidados e Argilitos arenosos s/ presença de conchas
84-BIT	T de 2 a 118.88m: Intercalações de Areias, Argilas e Siltes s/ presença de conchas
85-BIT	T de 6 a 143m: Intercalações de Argilas e Areias.
88-GRU	T de 46 a 160m: Arenitos algo calcíferos.
89-CAJ	T Fm Emborê de 6 a 30m. Terciário Fm Barreiras de 30 a 178m
90-TRB	T de 4 a 86m: Arenitos c/ cimento cauliniticos.
91-SFP	Possível contato com o <b>Embasamento</b> aos 84m.
92-FAR	T Fm Emborê. Silte de 22 a 24 e arenitos de 26 a 70m. muito orgânico, c/ conchas reação ao HCl

nd: dado não disponível; Q: Quaternário; T: Terciário

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

### (e) Descrição Resumida da Litologia (3)

Poço	Litologia Resumida 3
30-URU	Evidências do <b>Cristalino</b> no final.
31-BEC	Conglomerado Basal aos 72m. e <b>Cristalino</b> aos 76m.
34-CAM	Q: Argila orgânica arenosa c/ restos de vegetais entre 42 e 48m.
35-GRU	
36-SAB	T: Arenito c/ spatos brancos e verdes, restos de madeira, ausencia de conchas de 80 a 122m.
38-TOC	T de 99 a 115m: Areias argilosas
39-FAR	T: Arenito c/ spatos brancos e verdes, restos de madeira, ausencia de conchas de 90 a 122 e 136 a 160m.
40-FAR	T: Arenito c/ spatos brancos e verdes, restos de madeira, ausencia de conchas de 90 a 122 e 136 a 160m.
52-SCL	T: Arenito argiloso não carbonático de 126 a 154m. Arenito argiloso duro entre 154 e

	161m.
53-SJB	T: Areia fina a média c/ frag. de conchas e corais de 152 a 176m. Areia média a grossa de 176 a 200m.
55-GAR	T: Argila pouco arenosa de 88 a 119. Areia média a fina de 119 a 163m.
56-SES	T: Arenitos de 106 a 203m. Camada de Argilito entre 159 e 177m. Não há presença de carbonatos.
57-GRU	T: Arenito argiloso pouco carbonático, poucas conchas de 120 a 176m.
58-GAR	T: Areias s/ conchas de 88 a 155m.
60-FAR	Cristalino a partir de 1977m: Diabásio até 2436m; Serpentina-Diabásio até 2541m; Intercalações de Serpentina-Diabásio c/ Grano-Diorito até o fim (2619m.)
65-TRA	Gnaiss de 66 a 105m.
66-TRA	Gnaiss de 65 a 98m.
76-GRU	T: Arenito s/ reação ao HCl entre 120 e 140m. Argilito s/ reação ao HCl entre 144 e 154m.
77-ATA	T: Arenitos s/ reação ao HCl de 92 a 110 e de 154 a 210m. Siltitos s/ reação ao HCl de 110 a 154m.
78-ATA	T: Arenitos s/ reação ao HCl de 78 a 198m. Presença de glauconita entre 78 e 104m.
79-AÇU	T: Siltito de 64 a 72, 74 a 78 e 80 a 82m. Arenito s/ reação ao HCL entre 174 e 210m.
80-BIT	T: Argilas com elevada porcentagem de glauconita entre 34 e 129m.
81-GAR	T: Intercalações de Arenitos e Siltitos s/ reação ao ácido entre 42 e 150m. C/ predominância de Arenitos
82-GAR	T: Intercalações de Arenitos, Argilitos e Siltitos s/ reação ao ácido de 108 a 216m.
85-BIT	T: Argila orgânica de 132 a 140m. Areia cascalhosa de 140 a 143m.
88-GRU	T: Silte e Argila ferruginosos de 54 a 60; 72 a 88; 118 a 120 e 138 a 146m. Recife de Coral de 120 a 124m.
90-TRB	Cristalino aos 86 m.
92-FAR	T Fm Emborê. Arenitos c/ restos de madeira fóssil, spatos brancos intercalados com siltito argiloso

nd: dado não disponível; Q: Quaternário; T: Terciário

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

### (f) Entradas de água e Localização dos Filtros

Poço	Entradas de Água (E) ou Localização dos Filtros (F) [m]
03-GOY	F: 26.75 a 29; 33 a 37.25; 41.25 a 43.50; 47.55 a 51.80; 62.45 a 88.20 e 92.20 a 94.45m.
10-RAI	F: 23.00 a 28.50; 53.65 a 75.65 e 81.35 a 86.85
29-ANA	F: 74.00 a 98.00
30-URU	F: 17.00 a 20.50 e 20.50 a 23.00
31-BEC	F: 48.00 a 74.00
32-ANA	F: 61.00 a 96.00
33-ANA	F: 72.30 a 94.30
34-CAM	F: 20.00 a 38.00
35-GRU	F: 142.12 a 170.12
36-SAB	F: 100.58 a 120.58
37-BAG	F: 81.00 a 108.00
38-TOC	F: 85.80 a 95.40
39-FAR	F: 104.58 a 110.58; 122.58 a 128.58 e 136.58 a 151.58
40-FAR	F: 118 a 124; 132 a 134; 138 a 154 e 158 a 161.00
41-SSE	F: 123.70 a 147.70
42-CAM	F: 16.40 a 20.45; 26.45 a 29.50; 35.50 a 38.55 e 44.55 a 50.65

44-MCC	E: 22.90 e 54.00
52-SCL	F: 110.30 a 125.30; 149.30 a 155.30
53-SJB	F: 149.00 a 154.00; 159.60 a 169.20 e 181.40 a 188.60
54-BAR	F: 120.00 a 140.00
55-GAR	F: 134.00 a 146.00
56-SES	F: 140.00 a 152.00 e 170.00 a 182.00
57-GRU	F: 146.00 a 170.00
58-GAR	F: 105.00 a 111.00; 120.00 a 126.00 e 136.00 a 142.00
59-GAR	F: 99.70 a 107.70; 115.70 a 123.70; 131.70 a 139.70
61-BAR	F: 116.30 a 138.10
64-CAM	F: 21.00 a 31.00
65-TRA	F: 34.00 a 37.00 e 60.45 a 67.45
66-TRA	F: 27.80 a 31.30; 58.55 a 65.55 e 69.66 a 73.16
68-DMA	F: 39.45 a 59.45
69-CAM	F: 24.00 a 48.00; 32.00 a 34.00; 38.00 a 40.00; 44.00 a 46.00 e 48.00 a 50.00
71-CAM	F: 42.00 a 50.00
72-CUS	F: 35.00 a 37.00 e E: 67.00 e 88.00
73-CUS	F: 33.00 a 35.00; 44.00 a 46.00 e 56.00 a 58.00
74-GUA	F: 25.80 a 29.00; 50.40 a 58.40; 64.80 a 68.80 E 88.51 A 92.51
75-GUA	F: 24.00 a 32.00; 53.00 a 57.00 e 83.00 a 87.00
76-GRU	F: 111.00 a 119.00; 127.00 a 135.00; 151.00 a 159.00 e 189.00 a 201.00
77-ATA	F: 148.00 a 152.00; 156.00 a 160.00; 164.00 a 172.00; 176.00 a 180.00 e 184.00 a 188.00
78-ATA	F: 116.00 a 124.00; 156.00 a 164.00; 168.00 a 176.00m e 180.00 a 184.00
79-AÇU	F: 149.00 a 155.00; 169.00 a 175.00; 179.00 a 185.00; 189.00 a 201.00
80-BIT	F: 78.00 a 88.00 e 96.00 a 114.00
81-GAR	F: 104.00 a 108.00; 112.00 a 128.00 e 132.00 a 140.00
82-GAR	F: 128.00 a 136.00; 144.00 a 152.00; 156.00 a 164.00; 172.00 a 184.00 e 192.00 a 208.00
83-GAR	F: 94.00 a 102.00; 110.00 a 118.00 e 126.00 a 134.00
84-BIT	F: 73.9 a 76.30; 88.30 a 95.50 e 109.96 a 113.96
85-BIT	F: 48.50 a 55.40; 73.55 a 84.05; 102.20 a 109.20 e 127.35 a 130.85
88-GRU	F: 103.20 a 109.20; 130.60 a 136.60; 139.70 a 142.20 e 148.40 a 155.40
89-CAJ	Em Construção
90-TRB	F: 43.90 a 49.80; 68.60 a 71.10 e 75.60 a 78.10
91-SFP	Não Revestido
92-FAR	F: 142.00 a 148.00; 152.00 a 172.00; 174.00 a 182.00; 186.00 a 190.00 e 198.00 a 204.00

F: Filtro

ENCO, 1980, Cadastro de Poços da CEDAE, GEOPLAN, 1995, Petrobrás, 1959, Transterra, 2000

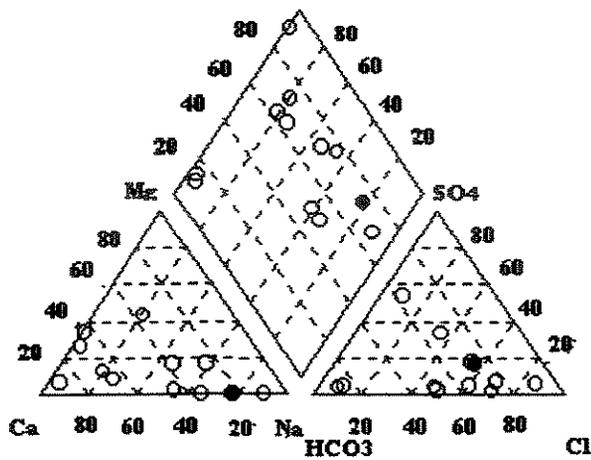
## Anexo 1.2

Representação Gráfica das Características da Água através dos Diagramas de Piper e Stiff:

- (a) Poços 55-GAR e 58-GAR;
- (b) Poços 53-SJB e 88-GRU;
- (c) Poços 39-FAR e 40-FAR e
- (d) Poços 32-ANA e 33-ANA

(a) Aquífero Fm Barreiras  
São Francisco do Itabapoana

Água do Poço 55 GAR  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper



Água do Poço 58 GAR  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper

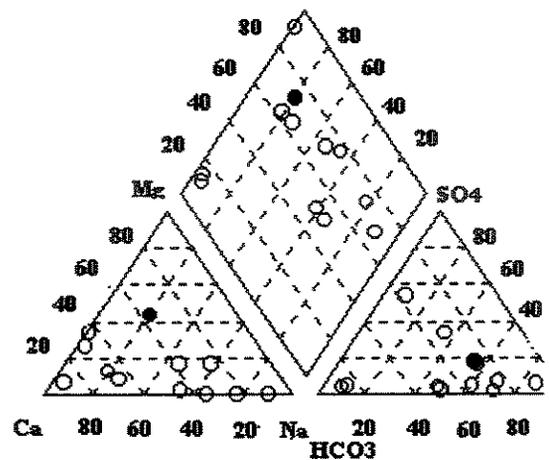


Diagrama de Stiff

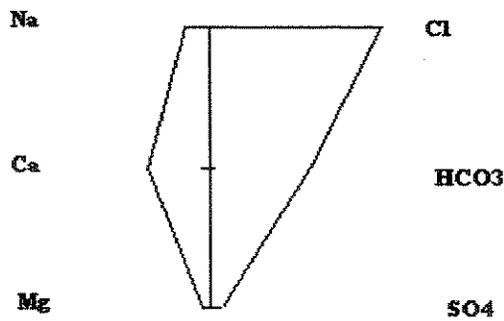
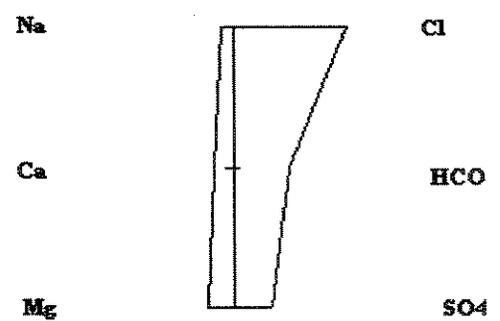
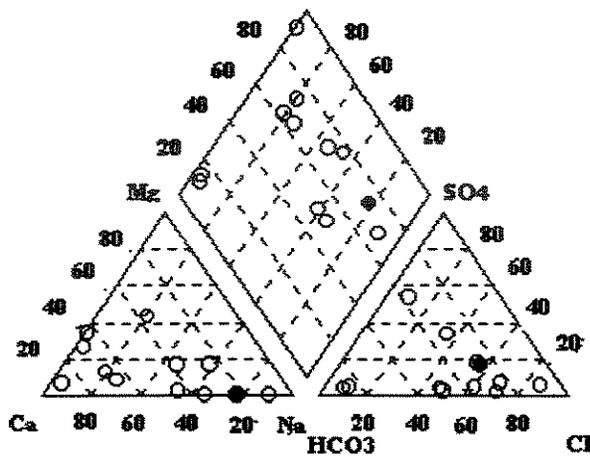


Diagrama de Stiff



(b) Aquífero Fm Barreiras  
São João da Barra

Água do Poço 53 SJB  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper



Água do Poço 88 GRU  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper

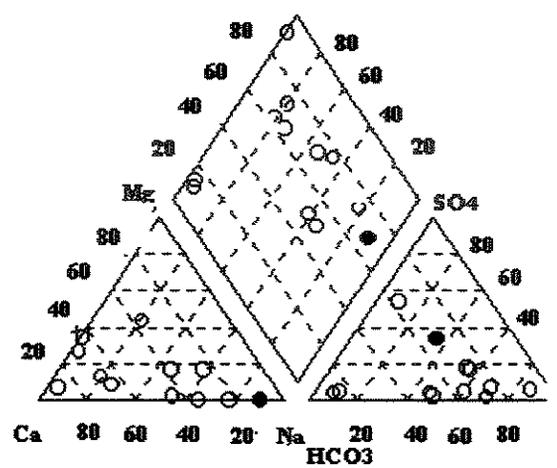


Diagrama de Stiff

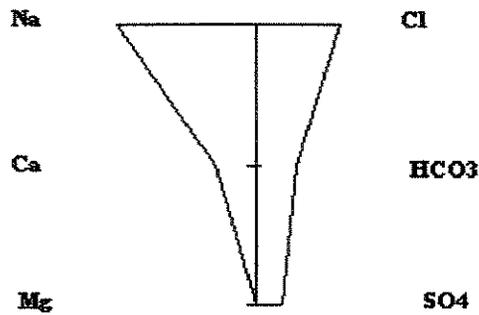
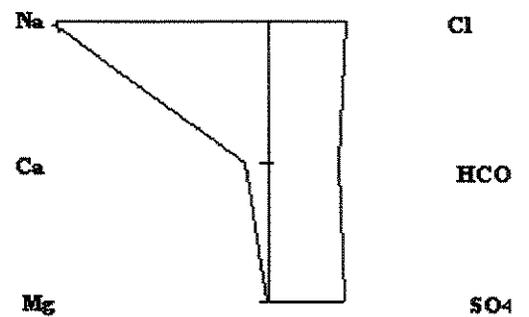
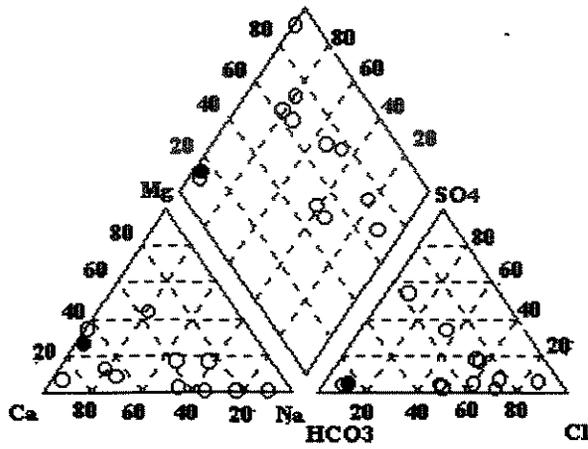


Diagrama de Stiff



(c) Aquífero Emborê  
Campos dos Goytacazes

Água do Poço 39 FAR  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper



Água do Poço 40 FAR  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper

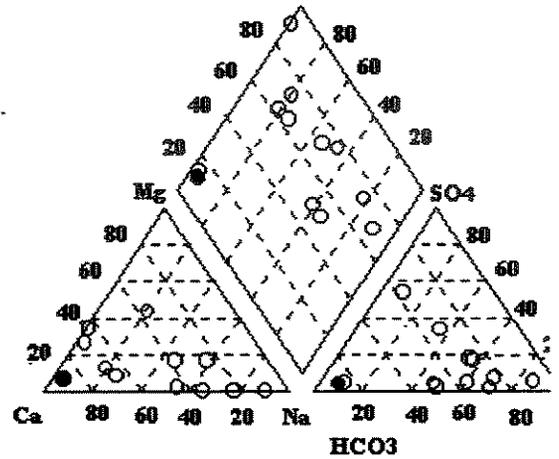


Diagrama de Stiff

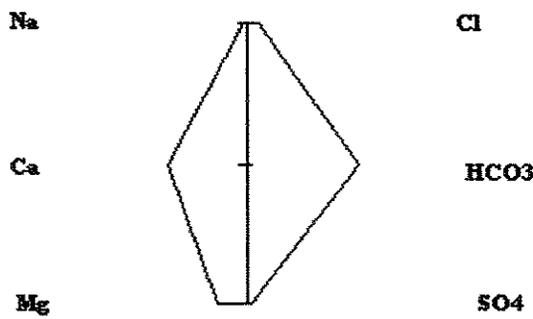
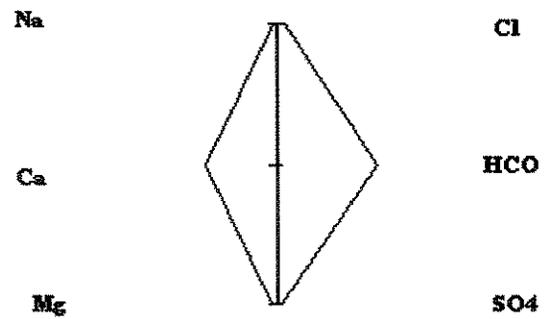
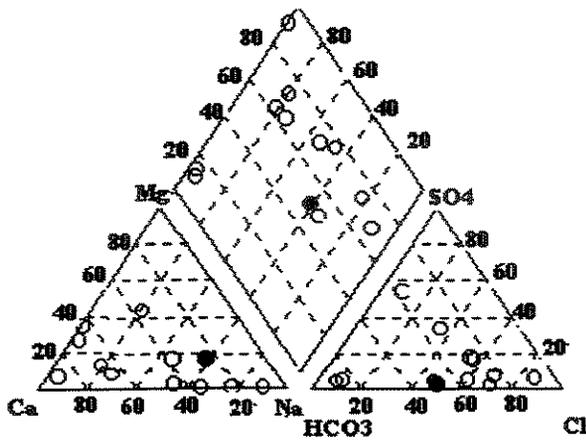


Diagrama de Stiff



(d) Aquífero Quaternário Deltaico  
Campos dos Goytacazes

Água do Poço 32 ANA  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper



Água do Poço 33 ANA  
(círculos negros)  
Diagrama de Piper

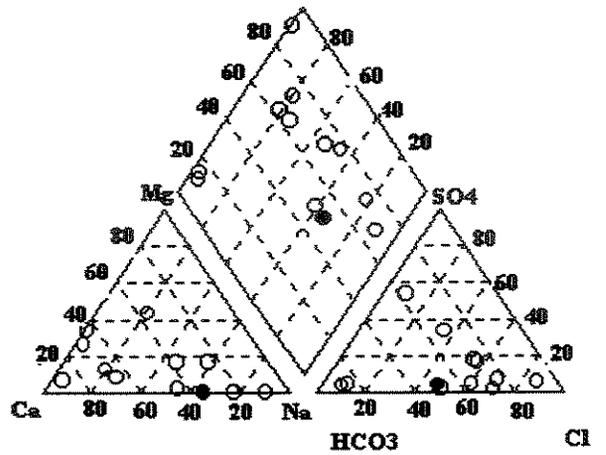


Diagrama de Stiff

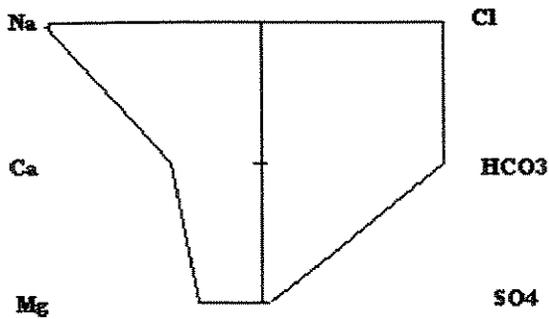
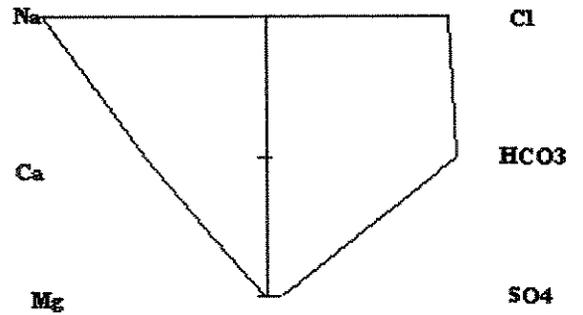


Diagrama de Stiff



## Anexo 1.3

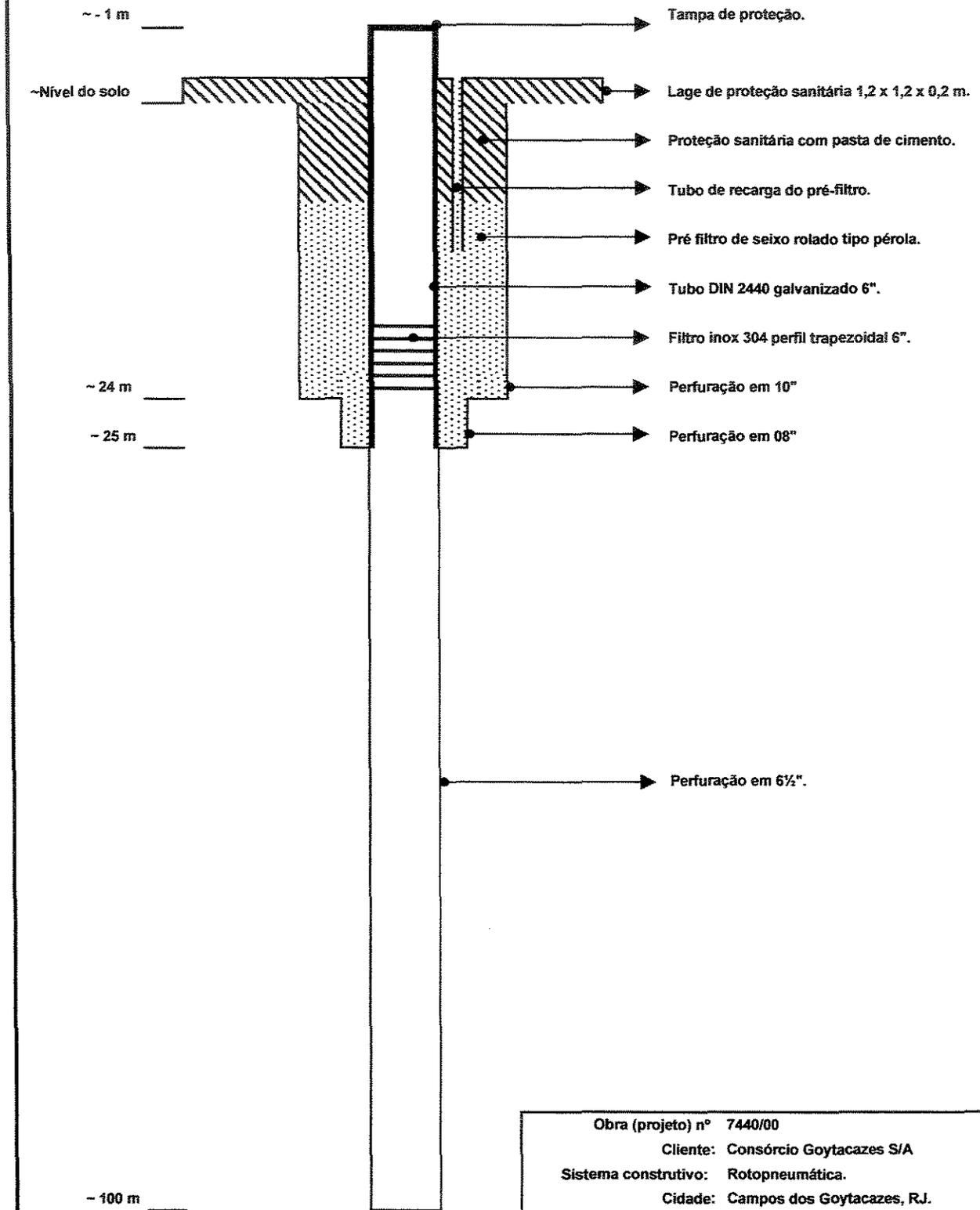
Projetos e Orçamento Estimado para Construção de Poços no Município de Campos dos Goytacazes

- (a) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Fraturado;
- (b) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Terciário Fm Emborê;
- (c) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Donana e
- (d) Projeto para Construção de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Queimado

(a) Projeto de Poço no Aquífero Fraturado			PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS ANEXO 1 AO CONTRATO Nº 7440/00 Prof. total estimada (em m): 100		
SERVIÇOS E FORNECIMENTO			PREÇO		TOTAL
item	especificação	quant.	un.	UNITÁRIO	PARCIAL
<b>PLATAFORMA mobilização do canteiro de obras</b>					
1	Estudo de locação do poço	1	un	1.440,00	1.440,00
2	Com sonda percussora ou roto para perfuração	1	un	1.524,00	1.524,00
3	Cadastro da obra incluindo doc. técnica em 1 via	1	un	103,20	103,20
<b>PERFURAÇÃO em sedimento e rocha alterada</b>					
4	Perfuração com diâmetro de 12"	0,00	m	75,60	0,00
5	Perfuração com diâmetro de 10"	24,00	m	72,00	1.728,00
6	Perfuração com diâmetro de 8"	0,00	m	72,00	0,00
<b>PERFURAÇÃO rocha</b>					
7	Perfuração com diâmetro de 10"	0,00	m	137,28	0,00
8	Perfuração com diâmetro de 8"	1,00	m	124,80	124,80
9	Perfuração com diâmetro de 6½" até 100 m	75,00	m	96,00	7.200,00
10	Perfuração com diâmetro de 6½" até 125 m	0,00	m	110,40	0,00
11	Perfuração com diâmetro de 6½" até 150 m	0,00	m	126,96	0,00
<b>REVESTIMENTOS</b>					
12	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 12"	0,00	m	134,40	0,00
13	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 10"	0,00	m	106,80	0,00
14	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 8"	0,00	m	90,00	0,00
15	Tubo DIN 2440 6" galvanizado	17,00	m	76,80	1.305,60
16	Filtro inox perfil trapezoidal 6"	4,00	m	797,76	3.191,04
<b>DESENVOLVIMENTO</b>					
17	Com sonda percussora processo de pistoneamento	0,00	h	210,00	0,00
18	Com compressor de até 50 PCM ( min de 25 horas )	25,00	h	20,40	510,00
<b>DIVERSOS</b>					
19	cimentação do espaço anelar com pasta de cimento	7,00	Sc	10,38	72,66
20	laje de proteção 1,2 x 1,2 x 0,20 m ( fundida no local )	1	un	151,20	151,20
21	análise físico-químico da água	1	un	144,00	144,00
22	desinfecção do poço c/ solução clorada	1	un	116,40	116,40
23	transporte de água para os trabalhos	0,00	m³	45,00	0,00
24	Tubo para recarga do pré filtro	12,00	m	11,82	141,84
25	Pré filtro de seixo rolado tipo pérola	31,00	Sc	22,26	690,06
Obs.:			<b>Sub. total parcial:</b>		<b>17.002,80</b>
1. O ISS (Imposto Sobre Serviços) será debitado ao Cliente pela alíquota cobrada no município da obra.			<b>ISS - 3% sobre 40% :</b>		<b>204,03</b>
			<b>Total geral estimado:</b>		<b>17.206,83</b>
2. Cliente: Consórcio Goytacazes S/A Endereço para correspondências e cobrança: Av. Visconde do Rio Branco, 233 - Centro CEP: Campos dos Goytacazes - RJ C.G.C.(M.F): 03.150.032/0001-61 Contato: Insc. Estadual: Telefone: (24) 733-4328					
3. Local da obra: Morro do Côco. Telefone:					
4. Início dos trabalhos: 10 dias do pagamento do sinal.					
5. Condições de pagamento: 40% de sinal contra a assinatura do contrato e o saldo para 30 dias após o sinal.					
Três Rios, 15 de maio de 2000					
_____ Cliente			_____ Transterra		

# TRANSTERRA POÇOS ARTESIANOS

## PERFIL CONSTRUTIVO BÁSICO



sem escala

Obra (projeto) nº 7440/00  
Cliente: Consórcio Goytacazes S/A  
Sistema construtivo: Rotopneumática.  
Cidade: Campos dos Goytacazes, RJ.  
Local: Morro do Côco  
Seqüência: Poço 1

Construtora : TRANSTERRA HIDRÁULICA e POÇOS ARTESIANOS Ltda

Tipo de serviço : ANTE PROJETO

N.º proposta.: 7460/00

Data : 30/05/00

Obra n.º 7460/00

Poço n.º (identificação do cliente) : P5

Cliente : Unicamp

Local : Morro do Côco - Campos - RJ.

**Dimensionamento hidráulico:**

Diâmetro útil do poço: 6"  
Prof. útil do poço : 100,00 m.  
Vazão de exploração : 4,00 m<sup>3</sup>/h.  
Nível dinâmico à vazão acima : 20,00 m.  
Nível estático : 2,00 m.  
S: 18,000 m.  
Q/s: 0,222 m<sup>3</sup>/h/m.  
Tipo do revestimento (tubos) : Aço DIN 2440  
Tipo do revestimento (Filtros) : Espiralado inox  
Profundidade total do revestimento : 25,00 m.  
Cota do topo do revestimento em relação ao N do Solo: -0,50 m.

Prof. de instalação em metros: 30  
Acabamento do poço em relação ao nível do solo: acima  
Distância poço ao reservatório: 100 m.  
Desnível poço ao reservatório: 20,00 m.  
Vazão solicitada em m<sup>3</sup>/h: 4 m<sup>3</sup>/h  
Vazão solicitada em GPM : 19,0  
Nível dinâmico: 20,00 m.

Ø da tubulação da bomba a borda do poço: 1¼"  
Perdas de carga localizadas(poço): 10,00% = 3,00 mca.  
Mat. da tubulação de recalque dentro do poço : DIN 2440 Galvanizado barras com 6m roscas NPT  
Ø da tubulação da borda do poço ao reservatório: 1½"  
Perdas de carga localizadas(recalque): 3,0% = 3,0 mca.  
Mat. da tubulação de recalque do poço ao reservatório : PVC roscável barras com 6m roscas NPT  
Altura manométrica na borda do poço: 23,0 mca.  
Altura manométrica total: 46,0 mca.  
Altura manométrica total com (+10%): 50,6 mca.  
Altura manométrica total com (+10%): 165,9 Feet

**Dimensionamento do CJ motor bomba:**

Nº proposta: 7460/00

**BOMBEADOR:**

Marca: GRUNDFOS  
modelo: SP3A-14  
Nº de estágios: 14  
Ø de saída : 1¼"  
Ø externo em (mm) : 101  
Altura em (mm): 449  
Potência requerida (HP): 1,48

**MOTOR:**

Marca: GRUNDFOS  
modelo: MS402  
Potência em HP: 1,48  
Voltagem: 220  
amperagem: 11,5  
Ø externo em (mm) : 95  
Altura em (mm): 346  
Velocidade mínima para refrigeração: 3 m/s.

**Dimensionamento elétrico:**

voltagem N do motor: 220 v.  
voltagem: 220 v.  
n.º de fases: trifásico  
Amperagem: 11,5 A  
TC ao Painel : 30 m  
Painel ao poço: 10 m  
Prof. de instalação: 30 m  
Cabo do painel ao motor: 3 x 4 mm<sup>2</sup>  
Queda de tensão %: 1,2%  
Cabo do painel ao transformador: 3 x 4 mm<sup>2</sup>  
Queda de tensão %: 1,2%  
Queda de tensão total %: 2,4%  
voltagem projetada no motor: 214,6 v.  
Voltagem mínima requerida: 198 v.  
Eletrodo inferior: 20 m  
Eletrodo superior: 5 m

Tensão TC:	220 v.
Tensão mínima TC:	209 v.
Tensão mínima Painel:	206,5 v.
Tensão mínima motor:	203,9 v.

**Diversos**

Tipo de tampa : TA  
Tamanho da tampa : TA0,5 x 7 / 3 x 4 mm<sup>2</sup> / ½" Aço / CL½  
Tipo do barrilete : STDmh  
Tipo do painel : D - CU3  
Tamanho do painel : 09/04  
Piezômetro : ½" Aço  
Corda:  
Tipo de acabamento do poço: Alojamento tubular 12" x 0,7 m x 1¼"  
Capa condutora de fluxo: 4" PVC x 795 mm.

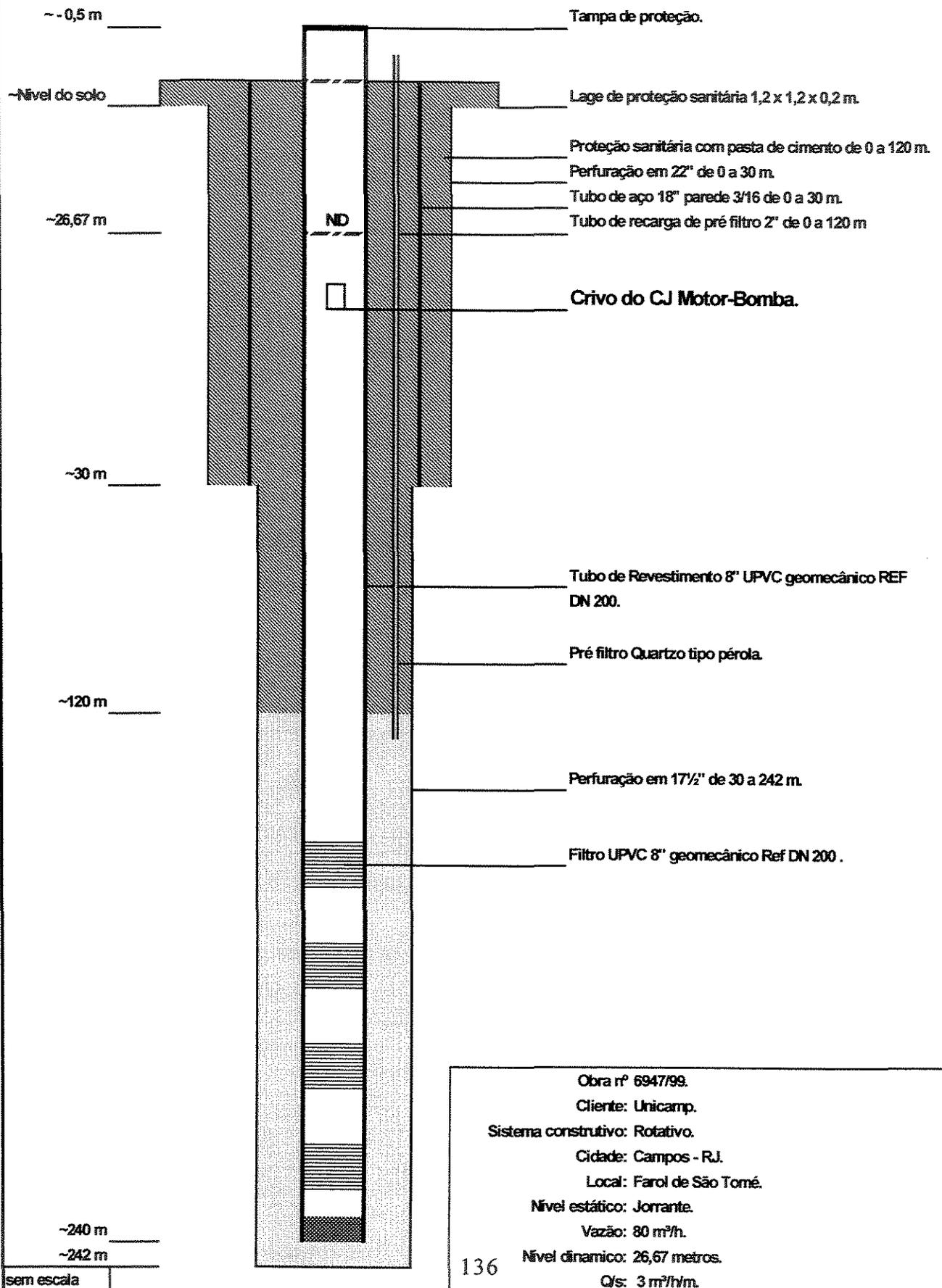
(b) Projeto de Poço no Aquífero Formação Emborê				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b> ANEXO AO CONTRATO Nº 6947/99 Prof. total estimada(em m): 242			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO	composição dos valores		TOTAL
item	especificação	quant.	un.	UNITÁRIO	material	m. de obra	PARCIAL
<b>PLATAFORMA mobilização do canteiro de obras</b>							
1	Com sonda rotativa para perfuração	1	un	2.530,00		2.530,00	2.530,00
2	Com sonda percussora para desenvolvimento e testes	1	un	1.078,00		1.078,00	1.078,00
3	cadastro da obra incluindo doc. técnica em 1 via	1	un	314,60		314,60	314,60
<b>FLUIDO DE PERFURAÇÃO</b>							
4	Polímeros	40,00	Kg	60,50	33,28	27,23	2.420,00
<b>PERFURAÇÃO em sedimento diâmetros nominais</b>							
5	Perfuração com circulação direta diâmetro de 26"	0,00	m	216,29		216,29	0,00
6	Perfuração com circulação direta diâmetro de 22"	30,00	m	137,06		137,06	4.111,80
7	Perfuração com circulação direta diâmetro de 17½"	212,00	m	129,80		129,80	27.517,60
8	Perfuração com circulação direta diâmetro de 15"	0,00	m	101,20		101,20	0,00
9	Perfuração com circulação direta diâmetro de 8½" a 8¼" para furo piloto	0,00	m	71,50		71,50	0,00
<b>PERFILAGEM</b>							
10	Mobilização da equipe técnica	1,00	un	5.610,00		5.610,00	5.610,00
11	Indução elétrica	1,00	un	550,00		550,00	550,00
12	Sônico compensado	1,00	un	715,00		715,00	715,00
13	Raio gama	1,00	un	352,00		352,00	352,00
14	Caliper XYC	0,00	un	605,00		605,00	0,00
<b>REVESTIMENTO tubos</b>							
15	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 20"	0,00	m	308,00	169,40	138,60	0,00
16	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 18"	30,00	m	237,60	130,68	106,92	7.128,00
17	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 15"	0,00	m	126,72	69,70	57,02	0,00
18	Tubo geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200	202,00	m	96,80	53,24	43,56	19.553,60
19	Tubo geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 150	0,00	m	54,45	29,95	24,50	0,00
20	Tubo geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154	0,00	m	45,72	25,14	20,57	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b> ANEXO AO CONTRATO Nº 6947/99 Prof. total estimada(em m): 242			
<b>SERVIÇOS E FORNECIMENTO</b>				<b>PREÇO</b>	<b>composição dos valores</b>		<b>TOTAL</b>
<b>item</b>	<b>especificação</b>	<b>quant.</b>	<b>un.</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>material</b>	<b>m. de obra</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>REVESTIMENTO filtros</b>							
21	Filtro geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200 x 0,75	40	m	145,75	80,16	65,59	5.830,00
22	Filtro geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 150 x 0,75	0	m	72,26	39,74	32,52	0,00
23	Filtro geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154 x 0,75	0	m	61,05	33,58	27,47	0,00
<b>DESENVOLVIMENTO</b>							
24	Com sonda rotativa jato de água ou circulação de água	1,00	h	181,50		181,50	181,50
25	Com sonda percursora processo de pistoneamento	0,00	h	192,50		192,50	0,00
26	Com compressor de 110 PCM	25,00	h	39,60		39,60	990,00
27	Super bombeamento com bomba submersa até 40 HP	6,00	h	61,78		61,78	370,66
<b>DIVERSOS</b>							
28	pré-filtro tipo pérola	21,00	m³	605,00	332,75	272,25	12.705,00
29	tubo para recarga do pré-filtro	120,00	m	12,10	6,66	5,45	1.452,00
30	cimentação do espaço anelar com pasta de cimento	20,00	m³	393,80	216,59	177,21	7.876,00
31	laje de proteção 1,2 x 1,2 x 0,30 m ( fundida no local )	1,00	un	149,60	82,28	67,32	149,60
32	Alojamento de 20" x 1m com cadeado	1,00	un	1.166,00	641,30	524,70	1.166,00
33	Tubo para apoio da instalação hidráulica 12"	1,00	un	528,00	290,40	237,60	528,00
34	Tampa para apoio da instalação	1,00	un	286,00	157,30	128,70	286,00
35	análise físico-químico da água	1,00	un	165,00	90,75	74,25	165,00
36	desinfecção do poço c/ solução clorada	1,00	un	106,70	58,69	48,02	106,70
37	fornecimento de água para os trabalhos	60,00	un	41,25	22,69	18,56	2.475,00
38	Hora parada	24,00	h	94,16	51,79	42,37	2.259,84
<b>TESTE DE EXPLORAÇÃO com bomba submersa</b>							
39	Instalação e retirada do equipamento para teste	1,00	un	253,00	139,15	113,85	253,00
40	Teste de vazão máxima com bomba até 40 HP	10,00	h	61,78	33,98	27,80	617,76
41	Teste de recuperação de nível	4,00	h	40,70	22,39	18,32	162,80
42	Teste de exploração escalonado com bomba até 40 HP	30,00	h	61,78	33,98	27,80	1.853,28
43	Utilização de unidade Geradora 80 KVA até 100 h	1,00	un	1.870,00	1.028,50	841,50	1.870,00
44	Utilização de unidade Geradora 80 KVA excedente a 100 h	0,00	h	24,20	13,31	10,89	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b> <b>ANEXA AO CONTRATO Nº 6947/99</b> <b>Prof. total estimada(em m): 242</b>			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO UNITÁRIO	composição dos valores		TOTAL PARCIAL
item	especificação	quant.	un.		material	m. de obra	
45	INSTALAÇÃO HIDRÁULICA conforme especificação.	1	Gl	29.476,92	16.212,31	13.264,61	29.476,92
Obs.:	<p>1. O ISS (Imposto Sobre Serviços) será debitado ao Cliente pela alíquota cobrada no município da obra.</p> <p>2. As quantidades são apenas estimadas, por conseguinte, os preços parciais e o total são apenas indicativos. O preço real da obra será obtido com base nos preços unitários, considerando as quantidades efetivamente gastas e/ou executadas.</p> <p>3. Bombeamento além dos limites máximos para os preços citados deverão ser objeto de entendimento posterior, na eventualidade de se fazerem necessários.</p> <p>4 - Tubos de revestimento, de manobra ou não, na eventualidade de poderem ser sacados a critério da Transterra, terão seu valor de aplicação cobrado.</p> <p>5. Diâmetros nominais em polegadas poderão sofrer redução se expressos em milímetros.</p> <p>6. Esta planilha é aceita no seu conjunto, não podendo o Cliente escolher parte do serviço por escolha de itens de fornecimento.</p> <p>7- O cliente colocará a disposição da contratada, um equipamento tipo Retro Escavadeira, ( período de um a dois dias) para construção dos tanques de( fluido de perfuração e armazenamento de água).</p>			<p>Sub. total parcial: 142.655,1</p> <p>Sub total m. de obra: 88.571,1</p> <p>ISS 3% 2.657,1</p> <p>Total estimado m. de obra: 91.228,1</p> <p>Sub total materiais: 54.083,1</p> <p>Total geral estimado: 145.312,1</p>			

# TRANSTERRA POÇOS ARTESIANOS

## PERFIL CONSTRUTIVO BÁSICO



Construtora :TRANSTERRA HIDRÁULICA e POÇOS ARTESIANOS

Tipo de serviço :PROJETO

N.º proposta.: 6947/99

Data : 10/05/99

Obra n.º6947/00

Poço nº (identificação do cliente)P4

Cliente :Unicamp

Local : Farol - Campos - RJ.

### ***Dimensionamento***

Diâmetro útil do poço:	8"
Prof. útil do poço :	240,00m.
Vazão de exploração :	80,00m³/h.
Nível dinâmico à vazão acima	26,67 m.
Nível estático :	0,00 m.
S:	26,670m.
Q/s:	3,000m³/h/m.
Tipo do revestimento (tubos)	UPVC Geomecânico
Tipo do revestimento (Filtros)	UPVC Geomecânico
Profundidade total do revestimento	240,00m.
Cota do topo do revestimento em relação ao N do Solo:	-0,50 m.

Prof. de instalação em	36
Acabamento do poço em relação ao nível do solo:	acima
Distância poço ao reservatório:	100 m.
Desnível poço ao reservatório:	20,00m.
Vazão solicitada em m³/h:	80 m³/h
Vazão solicitada em GPM	381,0
Nível dinâmico:	26,67m.

Ø da tubulação da bomba a borda do poço:	4"
Perdas de carga	9,20 = 3,3 mca.
Mat. da tubulação de recalque dentro do poço :	DIN 2440 Galvanizado barras com 6m roscas NPT
Ø da tubulação da borda do poço ao reservatório:	5"
Perdas de carga localizadas(recalque):	3,1 = 3,1 mca.
Mat. da tubulação de recalque do poço ao reservatório :	PVC roscável barras com 6m roscas NPT
Altura manométrica na borda do poço:	23,1 mca.
Altura manométrica total:	53,1 mca.
Altura manométrica total com (+10%):	58,4 mca.
Altura manométrica total com (+10%):	191,4 Feet

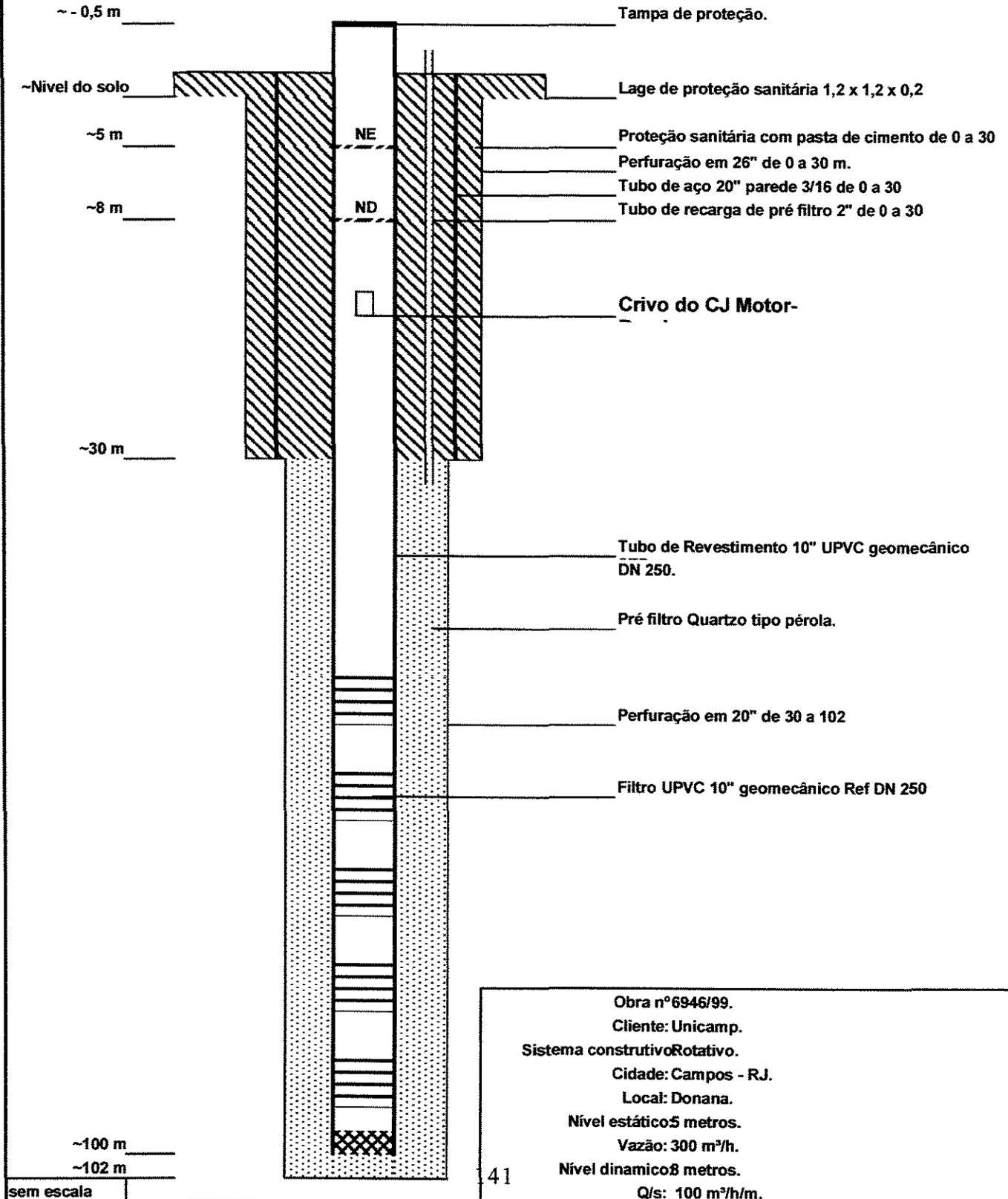
(c) Projeto de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Donana				PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS ANEXO AO CONTRATO Nº 6946/99 Prof. total estimada(em m): 102			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO	composição dos valores		TOTAL
item	especificação	quant.	un.	UNITÁRIO	material	m. de obra	PARCIAL
<b>PLATAFORMA mobilização do canteiro de obras</b>							
1	Com sonda rotativa para perfuração	1	un	2.530,00		2.530,00	2.530,00
2	Com sonda percussora para desenvolvimento e testes	1	un	1.078,00		1.078,00	1.078,00
3	cadastro da obra incluindo doc. técnica em 1 via	1	un	314,60		314,60	314,60
<b>FLUIDO DE PERFURAÇÃO</b>							
4	Polímeros	50,00	Kg	60,50	33,28	27,23	3.025,00
<b>PERFURAÇÃO em sedimento diâmetros nominais</b>							
5	Perfuração com circulação direta diâmetro de 26"	30,00	m	216,29		216,29	6.488,79
6	Perfuração com circulação direta diâmetro de 20"	72,00	m	137,06		137,06	9.868,32
7	Perfuração com circulação direta diâmetro de 17½"	0,00	m	129,80		129,80	0,00
8	Perfuração com circulação direta diâmetro de 15"	0,00	m	101,20		101,20	0,00
9	Perfuração com circulação direta diâmetro de 8½" a 8¼" para furo piloto	0,00	m	71,50		71,50	0,00
<b>PERFILAGEM</b>							
10	Mobilização da equipe técnica	0,00	un	5.610,00		5.610,00	0,00
11	Indução elétrica	0,00	un	550,00		550,00	0,00
12	Sônico compensado	0,00	un	715,00		715,00	0,00
13	Raio gama	0,00	un	352,00		352,00	0,00
14	Caliper XYC	0,00	un	605,00		605,00	0,00
<b>REVESTIMENTO tubos</b>							
15	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 20"	30,00	m	308,00	169,40	138,60	9.240,00
16	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 18"	0,00	m	237,60	130,68	106,92	0,00
17	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 15"	0,00	m	126,72	69,70	57,02	0,00
18	Tubo geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200	0,00	m	96,80	53,24	43,56	0,00
19	Tubo geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 250	72,00	m	243,19	133,75	109,43	17.509,54
20	Tubo geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154	0,00	m	45,72	25,14	20,57	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b>			
				<b>ANEXO AO CONTRATO Nº 6946/99</b>			
				<b>Prof. total estimada(em m): 102</b>			
<b>SERVIÇOS E FORNECIMENTO</b>							
<b>item</b>	<b>especificação</b>	<b>quant.</b>	<b>un.</b>	<b>PREÇO UNITÁRIO</b>	<b>composição dos valores</b>		<b>TOTAL PARCIAL</b>
					<b>material</b>	<b>m. de obra</b>	
<b>REVESTIMENTO filtros</b>							
21	Filtro geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200 x 0,75	0	m	145,75	80,16	65,59	0,00
22	Filtro geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 250 x 0,75	30	m	275,00	151,25	123,75	8.250,00
23	Filtro geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154 x 0,75	0	m	61,05	33,58	27,47	0,00
<b>DESENVOLVIMENTO</b>							
24	Com sonda rotativa jato de água ou circulação de água	1,00	h	181,50		181,50	181,50
25	Com sonda percursora processo de pistoneamento	0,00	h	192,50		192,50	0,00
26	Com compressor de 110 PCM	25,00	h	39,60		39,60	990,00
27	Super bombeamento com bomba submersa até 40 HP	2,00	h	61,78		61,78	123,55
<b>DIVERSOS</b>							
28	pré-filtro tipo pérola	12,00	m <sup>a</sup>	605,00	332,75	272,25	7.260,00
29	tubo para recarga do pré-filtro	30,00	m	12,10	6,66	5,45	363,00
30	cimentação do espaço anelar com pasta de cimento	10,00	m <sup>a</sup>	393,80	216,59	177,21	3.938,00
31	laje de proteção 1,2 x 1,2 x 0,30 m ( fundida no local )	1,00	un	149,60	82,28	67,32	149,60
32	Alojamento de 20" x 1m com cadeado	1,00	un	1.166,00	641,30	524,70	1.166,00
33	Tubo para apoio da instalação hidráulica 12"	1,00	un	528,00	290,40	237,60	528,00
34	Tampa para apoio da instalação	1,00	un	286,00	157,30	128,70	286,00
35	análise físico-químico da água	1,00	un	165,00	90,75	74,25	165,00
36	desinfecção do poço c/ solução clorada	1,00	un	106,70	58,69	48,02	106,70
37	fornecimento de água para os trabalhos	60,00	un	41,25	22,69	18,56	2.475,00
38	Hora parada	24,00	h	94,16	51,79	42,37	2.259,84
<b>TESTE DE EXPLORAÇÃO com bomba submersa</b>							
39	Instalação e retirada do equipamento para teste	1,00	un	253,00	139,15	113,85	253,00
40	Teste de vazão máxima com bomba até 40 HP	10,00	h	61,78	33,98	27,80	617,76
41	Teste de recuperação de nível	4,00	h	40,70	22,39	18,32	162,80
42	Teste de exploração escalonado com bomba até 40 HP	15,00	h	61,78	33,98	27,80	926,64
43	Utilização de unidade Geradora 80 KVA até 100 h	1,00	un	1.870,00	1.028,50	841,50	1.870,00
44	Utilização de unidade Geradora 80 KVA excedente a 100 h	0,00	h	24,20	13,31	10,89	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b> <b>ANEXA AO CONTRATO N° 6946/99</b> <b>Prof. total estimada(em m): 102</b>			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO UNITÁRIO	composição dos valores		TOTAL PARCIAL
item	especificação	quant.	un.		material	m. de obra	
45	<b>INSTALAÇÃO HIDRÁULICA conforme especificação.</b>	1	GI	27.668,93	15.217,91	12.451,02	27.668,93
Obs.:	<p>1. O ISS (Imposto Sobre Serviços) será debitado ao Cliente pela alíquota cobrada no município da obra.</p> <p>2. As quantidades são apenas estimadas, por conseguinte, os preços parciais e o total são apenas indicativos. O preço real da obra será obtido com base nos preços unitários, considerando as quantidades efetivamente gastas e/ou executadas.</p> <p>3. Bombeamento além dos limites máximos para os preços citados deverão ser objeto de entendimento posterior, na eventualidade de se fazerem necessários.</p> <p>4 - Tubos de revestimento, de manobra ou não, na eventualidade de poderem ser sacados a critério da Transterra, terão seu valor de aplicação cobrado.</p> <p>5. Diâmetros nominais em polegadas poderão sofrer redução se expressos em milímetros.</p> <p>6. Esta planilha é aceita no seu conjunto, não podendo o Cliente escolher parte do serviço por escolha de itens de fornecimento.</p> <p>7- O cliente colocará a disposição da contratada, um equipamento tipo Retro Escavadeira, ( período de um a dois dias) para construção dos tanques de( fluido de perfuração e armazenamento de água).</p>			<p style="text-align: right;">Sub. total parcial:           <b>109.795,57</b></p> <p style="text-align: right;">Sub total m. de obra:       <b>61.274,12</b> ISS                               3%       <b>1.838,22</b> Total estimado m. de obra:   <b>63.112,35</b></p> <p style="text-align: right;">Sub total materiais:       <b>48.521,44</b></p> <p style="text-align: right;">Total geral estimado:       <b>111.633,79</b></p>			

# TRANSTERRA POÇOS ARTESIANOS

## PERFIL CONSTRUTIVO



Obra nº 6946/99.  
Cliente: Unicamp.  
Sistema construtivo Rotativo.  
Cidade: Campos - RJ.  
Local: Donana.  
Nível estático 5 metros.  
Vazão: 300 m³/h.  
Nível dinâmico 8 metros.  
Q/s: 100 m³/h/m.

Construtora : TRANSTERRA HIDRÁULICA e POÇOS ARTESIANOS Ltda

Tipo de serviço : PROJETO N.º 6946/9

Data : 10/05/99

Obra n.º 6946/00

Poço nº (identificação do cliente) :

P3

Cliente : Unicamp

Local : Donana - Campos - RJ.

### **Dimensionamento**

Diâmetro útil do poço: 10"  
Prof. útil do poço : 100,0 m.  
Vazão de exploração : 300,0 m³/h.  
Nível dinâmico à vazão acima : 8,00m.  
Nível estático : 5,00m.  
S: 3,000m.  
Q/s: 100,00 m³/h/m.

Tipo do revestimento (tubos) : UPVC Geomecânico

Tipo do revestimento (Filtros) : UPVC Geomecânico

Profundidade total do revestimento : 100,00 m.

Cota do topo do revestimento em relação ao N do Solo: -0,50 m.

Prof. de instalação em metros: 18

Acabamento do poço em relação ao nível do solo: acima

Distância poço ao reservatório: 100m.

Desnível poço ao reservatório: 20,00m.

Vazão solicitada em m³/h: 300 m³/h

Vazão solicitada em GPM : 1428

Nível 8,00m.

Ø da tubulação da bomba a borda do poço: 6"  
Perdas de carga = 2,52 mca.

Mat. da tubulação de recalque dentro do poço : DIN 2440 Galvanizado barras com 6m roscas NPT

Ø da tubulação da borda do poço ao reservatório: 8"  
Perdas de carga = 3,2 mca.

Mat. da tubulação de recalque do poço ao reservatório : PVC roscável barras com 6m roscas NPT

Altura manométrica na borda do poço: 23,2 mca.

Altura manométrica total: 33,7 mca.

Altura manométrica total com (+10%): 37,1 mca.

Altura manométrica total com (+10%): 121,6 Feet

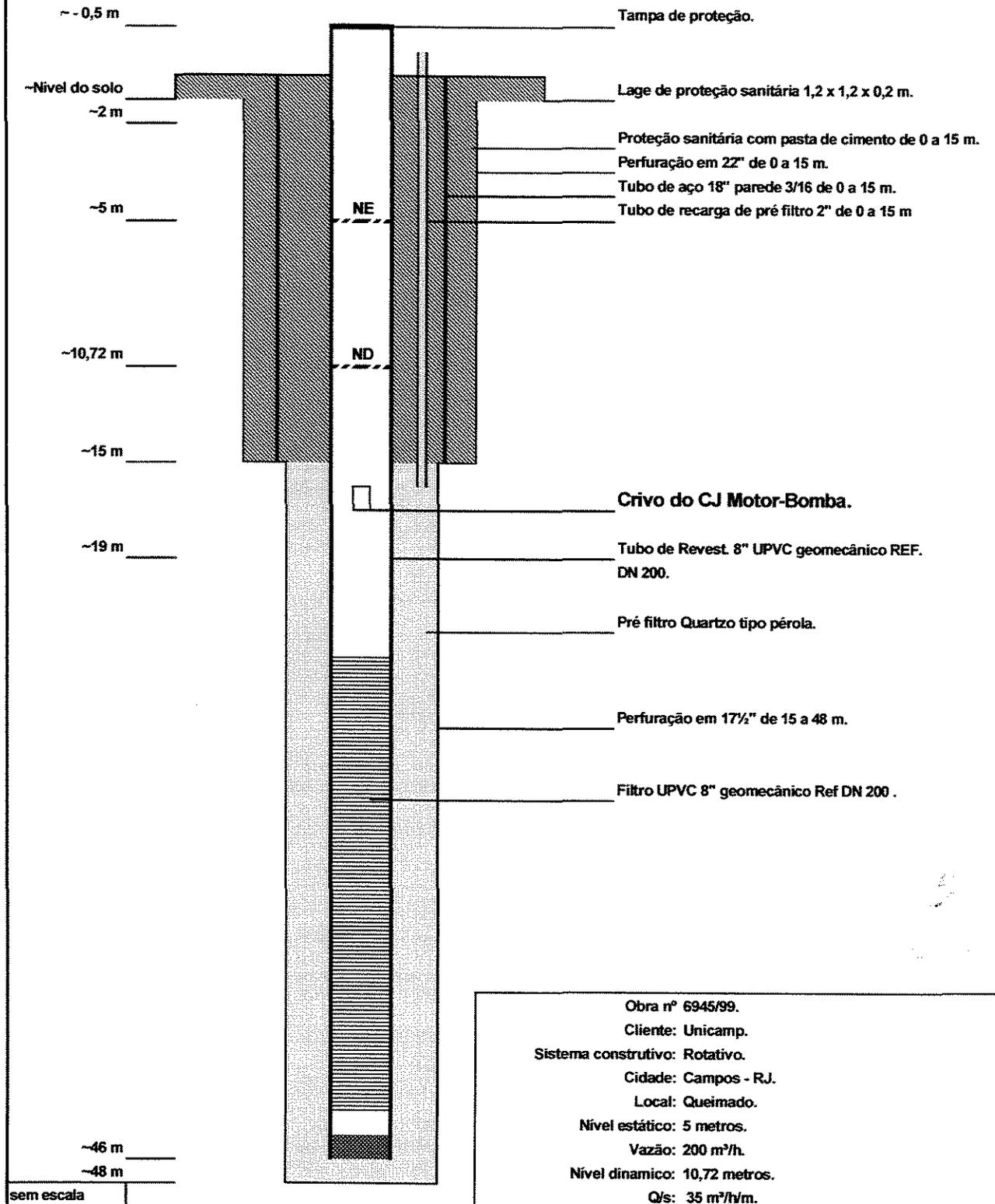
(d) Projeto de Poço no Aquífero Quaternário Deltaico em Queimado				PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS ANEXO AO CONTRATO Nº6945/99 Prof. total estimada(em m)48			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO	composição dos valores		TOTAL
item	especificação	quant.	un.	UNITÁRIO	material	m. de obra	PARCIAL
<b>PLATAFORMA mobilização do canteiro de obras</b>							
1	Com sonda rotativa para perfuração	1	un	2.530,00		2.530,00	2.530,00
2	Com sonda percussora para desenvolvimento e testes	1	un	1.078,00		1.078,00	1.078,00
3	cadastro da obra incluindo doc. técnica em 1 via	1	un	314,60		314,60	314,60
<b>FLUIDO DE PERFURAÇÃO</b>							
4	Polímeros	15,00	Kg	60,50	33,28	27,23	907,50
<b>PERFURAÇÃO em sedimento diâmetros nominais</b>							
5	Perfuração com circulação direta diâmetro de 26"	0,00	m	216,29		216,29	0,00
6	Perfuração com circulação direta diâmetro de 22"	15,00	m	137,06		137,06	2.055,90
7	Perfuração com circulação direta diâmetro de 17½"	33,00	m	129,80		129,80	4.283,40
8	Perfuração com circulação direta diâmetro de 15"	0,00	m	101,20		101,20	0,00
9	Perfuração com circulação direta diâmetro de 8½" a 8¼" para furo piloto	0,00	m	71,50		71,50	0,00
<b>PERFILAGEM</b>							
10	Mobilização da equipe técnica	0,00	un	5.610,00		5.610,00	0,00
11	Indução elétrica	0,00	un	550,00		550,00	0,00
12	Sônico compensado	0,00	un	715,00		715,00	0,00
13	Raio gama	0,00	un	352,00		352,00	0,00
14	Caliper XYC	0,00	un	605,00		605,00	0,00
<b>REVESTIMENTO tubos</b>							
15	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 20"	0,00	m	308,00	169,40	138,60	0,00
16	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 18"	0,00	m	237,60	130,68	106,92	0,00
17	Tubulão de chapa 3/16" diâmetro de 15"	6,00	m	126,72	69,70	57,02	760,32
18	Tubo geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200	28,00	m	96,80	53,24	43,56	2.710,40
19	Tubo geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 150	0,00	m	54,45	29,95	24,50	0,00
20	Tubo geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154	0,00	m	45,72	25,14	20,57	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b>			
				<b>ANEXO AO CONTRATO Nº 6945/99</b>			
				<b>Prof. total estimada(em m): 48</b>			
<b>SERVIÇOS E FORNECIMENTO</b>				<b>PREÇO</b>	<b>composição dos valores</b>		<b>TOTAL</b>
<b>item</b>	<b>especificação</b>	<b>quant.</b>	<b>un.</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>material</b>	<b>m. de obra</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>REVESTIMENTO filtros</b>							
21	Filtro geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 200 x 0,75	18	m	145,75	80,16	65,59	2.623,50
22	Filtro geomecânico de UPVC REF Fortilit DN 150 x 0,75	0	m	72,26	39,74	32,52	0,00
23	Filtro geomecânico de UPVC STD Fortilit DN 154 x 0,75	0	m	61,05	33,58	27,47	0,00
<b>DESENVOLVIMENTO</b>							
24	Com sonda rotativa jato de água ou circulação de água	1,00	h	181,50		181,50	181,50
25	Com sonda percursora processo de pistoneamento	0,00	h	192,50		192,50	0,00
26	Com compressor de 110 PCM	25,00	h	39,60		39,60	990,00
27	Super bombeamento com bomba submersa até 30 HP	4,00	h	51,48		51,48	205,92
<b>DIVERSOS</b>							
28	pré-filtro tipo pérola	4,50	m <sup>2</sup>	605,00	332,75	272,25	2.722,50
29	tubo para recarga do pré-filtro	15,00	m	12,10	6,66	5,45	181,50
30	cimentação do espaço anelar com pasta de cimento	4,00	m <sup>3</sup>	393,80	216,59	177,21	1.575,20
31	laje de proteção 1,2 x 1,2 x 0,30 m ( fundida no local )	1,00	un	149,60	82,28	67,32	149,60
32	Alojamento de 18" x 1m com cadeado	1,00	un	506,00	278,30	227,70	506,00
33	Tubo para apoio da instalação hidráulica 8" ou 10"	1,00	un	143,00	78,65	64,35	143,00
34	Tampa para apoio da instalação	1,00	un	154,00	84,70	69,30	154,00
35	análise físico-químico da água	1,00	un	165,00	90,75	74,25	165,00
36	desinfecção do poço c/ solução clorada	1,00	un	106,70	58,69	48,02	106,70
37	fornecimento de água para os trabalhos	40,00	un	41,25	22,69	18,56	1.650,00
38	Hora parada	12,00	h	94,16	51,79	42,37	1.129,92
<b>TESTE DE EXPLORAÇÃO com bomba submersa</b>							
39	Instalação e retirada do equipamento para teste	1,00	un	253,00	139,15	113,85	253,00
40	Teste de vazão máxima com bomba até 30 HP	10,00	h	51,48	28,31	23,17	514,80
41	Teste de recuperação de nível	4,00	h	40,70	22,39	18,32	162,80
42	Teste de exploração escalonado com bomba até 30 HP	15,00	h	51,48	28,31	23,17	772,20
43	Utilização de unidade Geradora 60 KVA até 100 h	1,00	un	1.298,00	713,90	584,10	1.298,00
44	Utilização de unidade Geradora 60 KVA excedente a 100 h	0,00	h	13,20	7,26	5,94	0,00

				<b>PLANILHA ESTIMATIVA DE PREÇOS</b> <b>ANEXA AO CONTRATO N° 6945/99</b> <b>Prof. total estimada(em m): 48</b>			
SERVIÇOS E FORNECIMENTO				PREÇO UNITÁRIO	composição dos valores		TOTAL PARCIAL
item	especificação	quant.	un.		material	m. de obra	
45	<b>INSTALAÇÃO HIDRÁULICA conforme especificação.</b>	1	Gi	32.052,15	17.628,68	14.423,47	32.052,15
Obs.:	<p>1. O ISS (Imposto Sobre Serviços) será debitado ao Cliente pela alíquota cobrada no município da obra.</p> <p>2. As quantidades são apenas estimadas, por conseguinte, os preços parciais e o total são apenas indicativos. O preço real da obra será obtido com base nos preços unitários, considerando as quantidades efetivamente gastas e/ou executadas.</p> <p>3. Bombeamento além dos limites máximos para os preços citados deverão ser objeto de entendimento posterior, na eventualidade de se fazerem necessários.</p> <p>4 - Tubos de revestimento, de manobra ou não, na eventualidade de poderem ser sacados a critério da Transerra, terão seu valor de aplicação cobrado.</p> <p>5. Diâmetros nominais em polegadas poderão sofrer redução se expressos em milímetros.</p> <p>6. Esta planilha é aceita no seu conjunto, não podendo o Cliente escolher parte do serviço por escolha de itens de fornecimento.</p> <p>7- O cliente colocará a disposição da contratada, um equipamento tipo Retro Escavadeira, ( período de um a dois dias) para construção dos tanques de fluido de perfuração e armazenamento de água).</p>			<p>Sub. total parcial: 62.177,41</p> <p>Sub total m. de obra: 34.381,46</p> <p>ISS 3% 1.031,44</p> <p>Total estimado m. de obra: 35.412,90</p> <p>Sub total materiais: 27.795,95</p> <p>Total geral estimado: 63.208,85</p>			

# TRANSTERRA POÇOS ARTESIANOS

## PERFIL CONSTRUTIVO BÁSICO



Obra nº 6945/99.  
Cliente: Unicamp.  
Sistema construtivo: Rotativo.  
Cidade: Campos - R.J.  
Local: Queimado.  
Nível estático: 5 metros.  
Vazão: 200 m³/h.  
Nível dinâmico: 10,72 metros.  
Q/s: 35 m³/h/m.

Construtora : TRANSTERRA HIDRÁULICA e POÇOS ARTESIANOS Ltda

Tipo de serviço : PROJETO

N.º proposta.: 6945/99

Data : 10/05/99

Obra n.º 6945/00

Poço n.º (identificação do cliente) : P2

Cliente : Unicamp

Local : Queimado - Campos - RJ.

**Dimensionamento hidráulico:**

Diâmetro útil do poço: 8"  
Prof. útil do poço : 46,00 m.  
Vazão de exploração : 200,00 m³/h.  
Nível dinâmico à vazão acima : 10,71 m.  
Nível estático : 5,00 m.  
S: 5,710 m.  
Q/s: 35,026 m³/h/m.  
Tipo do revestimento (tubos) : UPVC Geomecânico REF  
Tipo do revestimento (Filtros) : UPVC Geomecânico REF  
Profundidade total do revestimento : 46,00 m.  
Cota do topo do revestimento em relação ao N do Solo: -0,50 m.

Prof. de instalação em metros: 18

Acabamento do poço em relação ao nível do solo: acima

Distância poço ao reservatório: 100 m.

Desnível poço ao reservatório: 20,00 m.

Vazão solicitada em m³/h: 200 m³/h

Vazão solicitada em GPM : 952,4

Nível dinâmico: 10,71 m.

Ø da tubulação da bomba a borda do poço: 5"

Perdas de carga localizadas(poço): 17,50% = 3,15 mca.

Mat. da tubulação de recalque dentro do poço : DIN 2440 Galvanizado barras com 6m roscas NPT

Ø da tubulação da borda do poço ao reservatório: 6"

Perdas de carga localizadas(recalque): 6,5% = 6,5 mca.

Mat. da tubulação de recalque do poço ao reservatório : PVC roscável barras com 6m roscas NPT

Altura manométrica na borda do poço: 26,5 mca.

Altura manométrica total: 40,4 mca.

Altura manométrica total com (+10%): 44,4 mca.

Altura manométrica total com (+10%): 145,6 Feet

**Dimensionamento do CJ motor**

N.º 6945/9

**BOMBEADOR:****MOTOR:**

Marca:	EBARA	Marca:	EBARA
modelo:	BHS 804-3	modelo:	M8
N.º de estágios:	3	Potência em HP:	60
Ø de saída :	5"	Voltagem:	220
Ø externo em (mm) :	193	amperagem:	0
Haltura em (mm):	870	Ø externo em (mm) :	180
Potência requerida( HP):	60	Haltura em (mm):	1228
		Velocidade mínima para refrigeração:	0,5 m/s

**Dimensionamento**

voltagem N do motor:	220	v.	
voltagem:	220	v.	
n.º de fases:	trifásico		
Amperagem:	0	A	
TC ao Pannel :	30	m.	
Pannel ao	10	m.	
Prof. de instalação:	18	m.	
Cabo do pannel ao motor:	3 x 35 mm <sup>2</sup>		
Queda de tensão %:	0,0%		
Cabo do pannel ao transformador:	3 x 35 mm <sup>2</sup>		
Queda de tensão %:	0,0%		
Queda de tensão total %:	0,0%		
voltagem projetada no motor:	<b>220,0</b>	v.	
Voltagem mínima requerida:	<b>198</b>	v.	
Eletrodo Inferior:	12	m.	
Eletrodo superior:	7	m.	

Tensão TC :	220	v
Tensão mínima TC:	209	v.
Tensão mínima Pannel:	209,0	v.
Tensão mínima motor:	<b>209,0</b>	v.

**Divers**

Tipo de tampa :	TA
Tamanho da tampa :	TA0,5 x 7/ 3 x 35 mm <sup>2</sup> / ½" PVC / CL½
Tipo do barrilete :	STDmh
Tipo do pannel :	AC
Tamanho do pannel :	185
Piezômetro :	½" PVC
Corda:	
Tipo de acabamento do poço:	Alojamento tubular 15" x 0,7 m x 5"

## Anexo 1.4

Mapa das Macroregiões Ambientais do Estado do Rio de Janeiro (Bacias Hidrográficas)



## Anexo 1.5

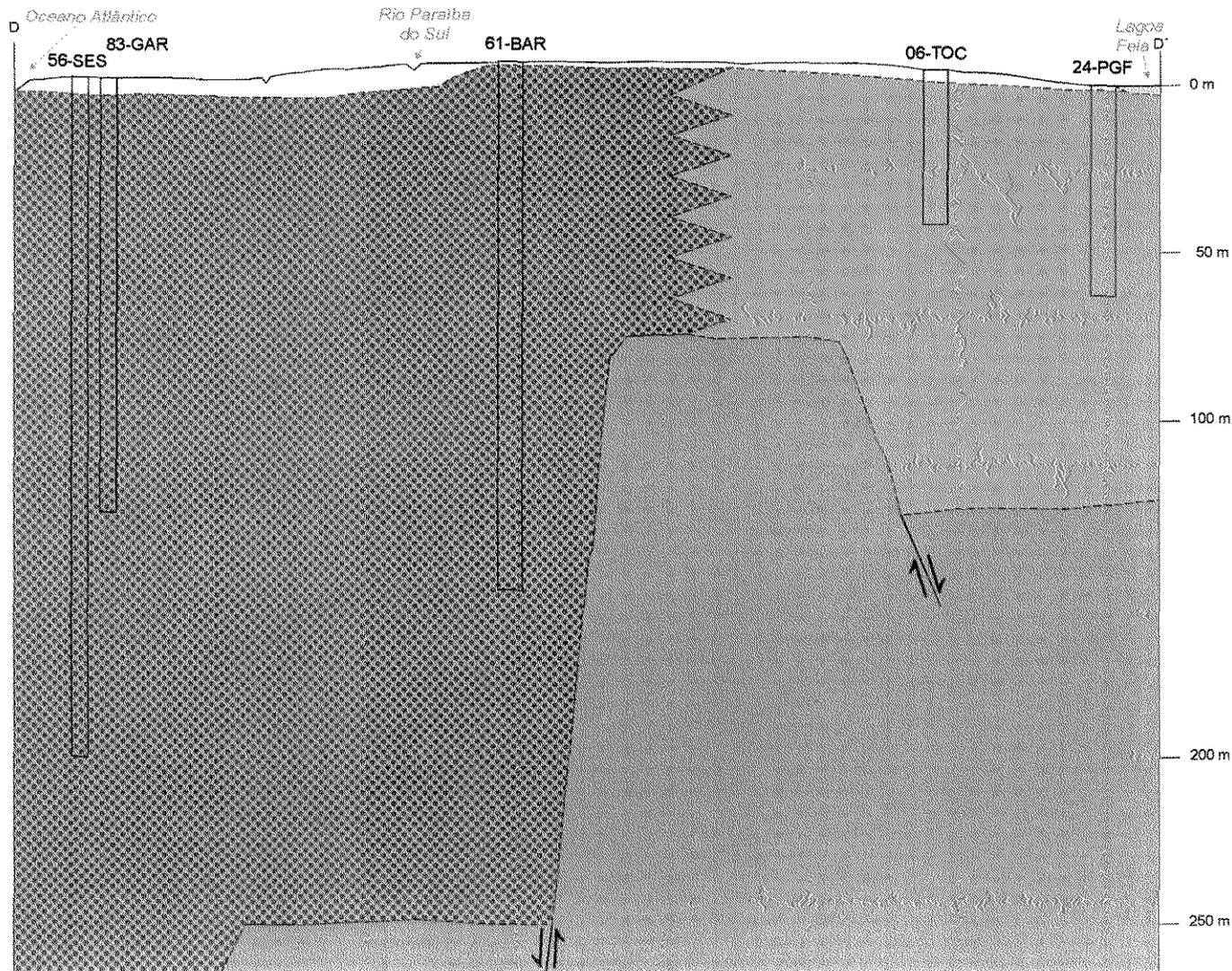
Perfis Geológicos/Hidrogeológicos:

- (a) Perfil DD’;
- (b) Perfil FF’;
- (c) Perfil GG’;
- (d) Perfil JJ’;
- (e) Perfil KK’ e
- (f) Perfil LL’.

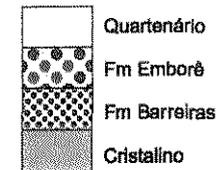
(a) PERFIL D D'

Escala Horizontal: 2 0 2 4 8km

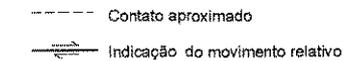
Escala Vertical: 12 0 12 24 36m

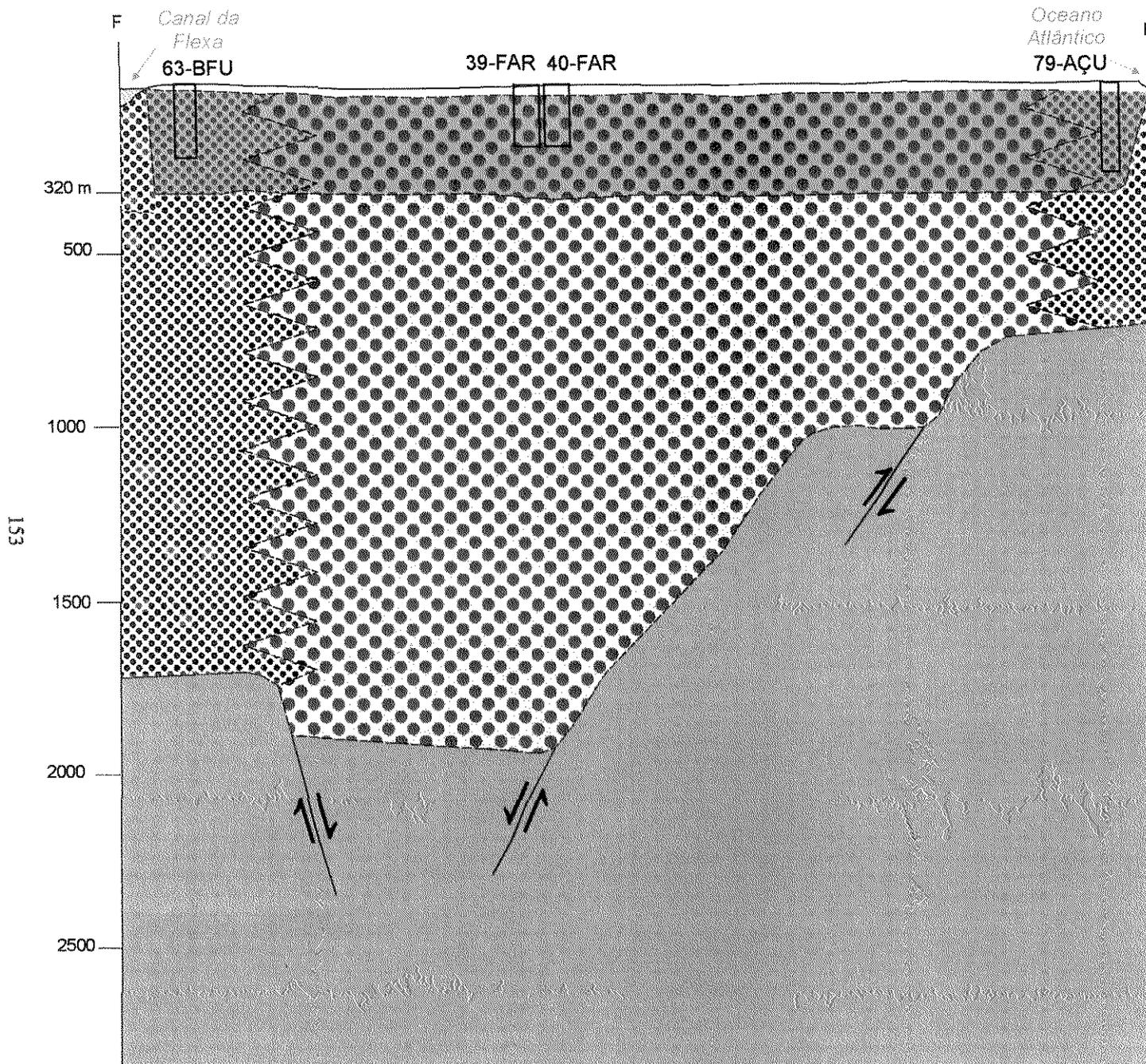


**Formações Geológicas**



**Aqüíferos**

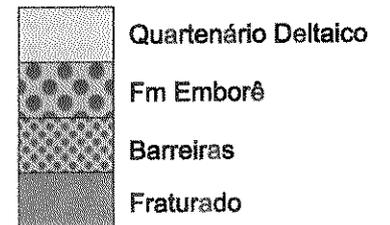




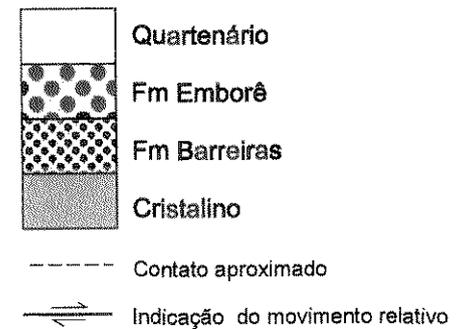
(b) PERFIL F F'  
Escala Horizontal:  
2 0 2 4 6Km

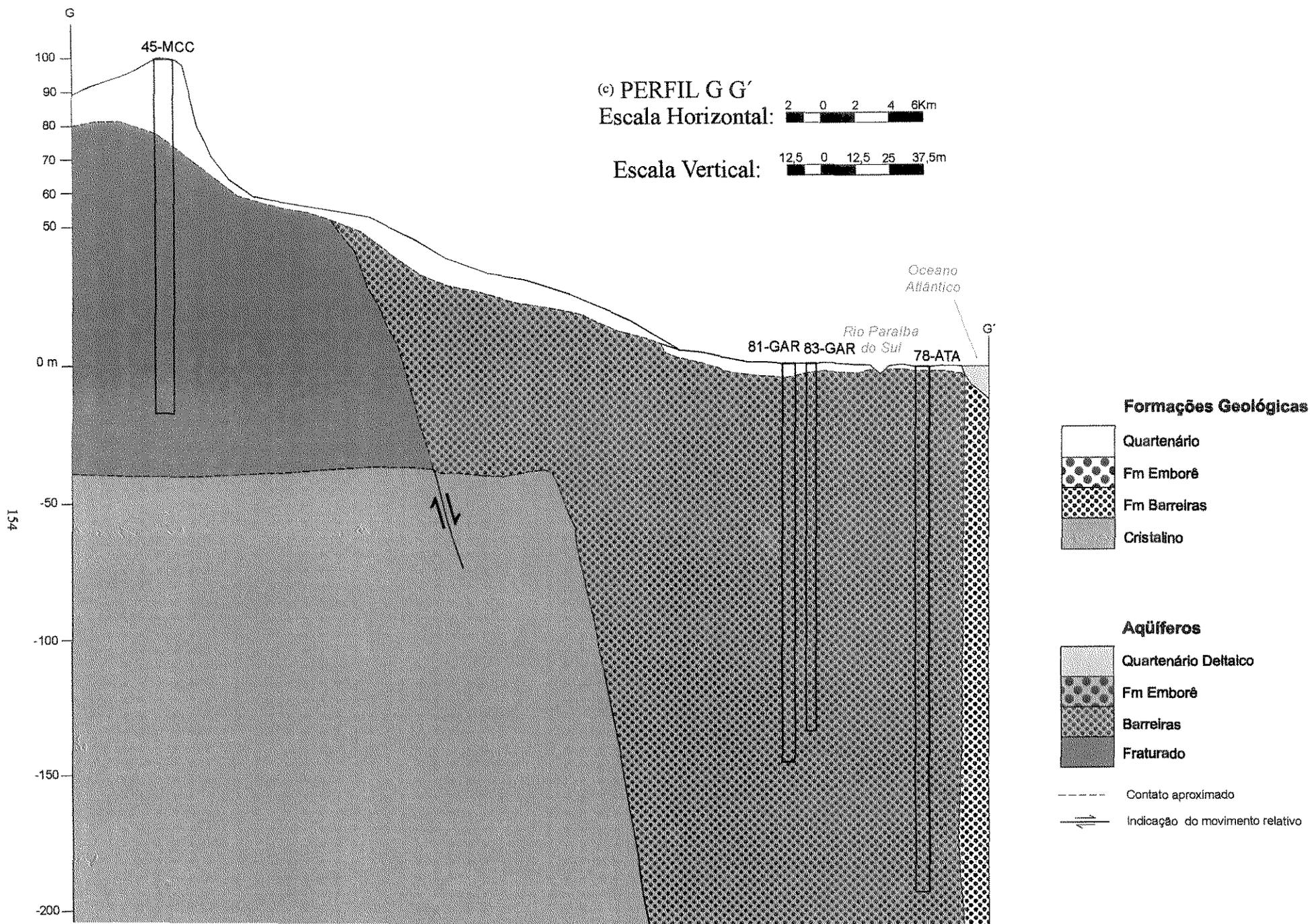
Escala Vertical:  
140 0 140 280 420m

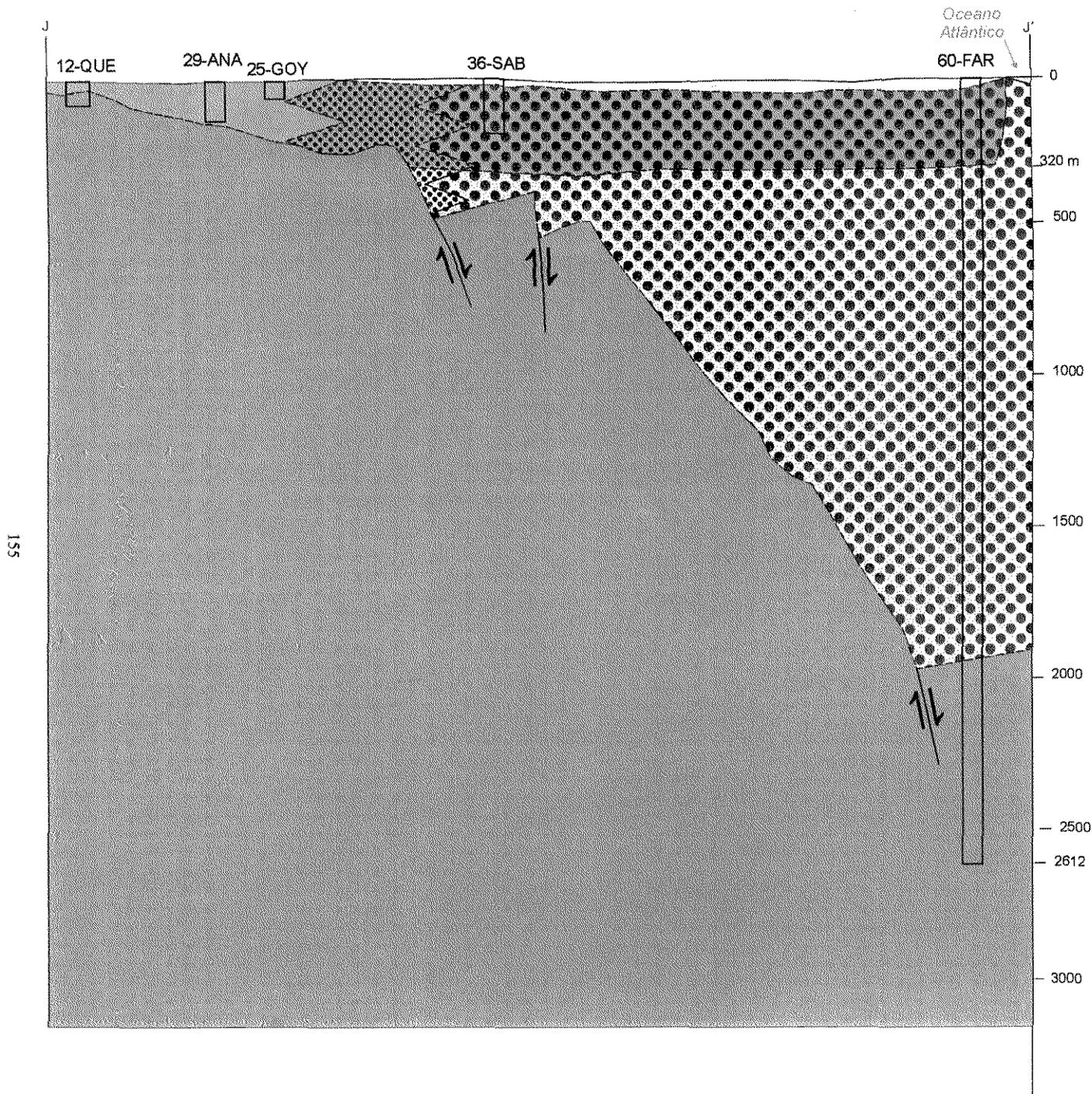
**Aqüíferos**



**Formações Geológicas**





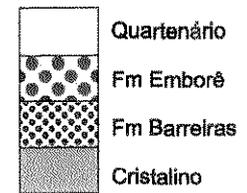


(d) PERFIL J J'

Escala Horizontal: 2 0 2 4 6km

Escala Vertical: 131 0 131 262 393m

**Formações Geológicas**

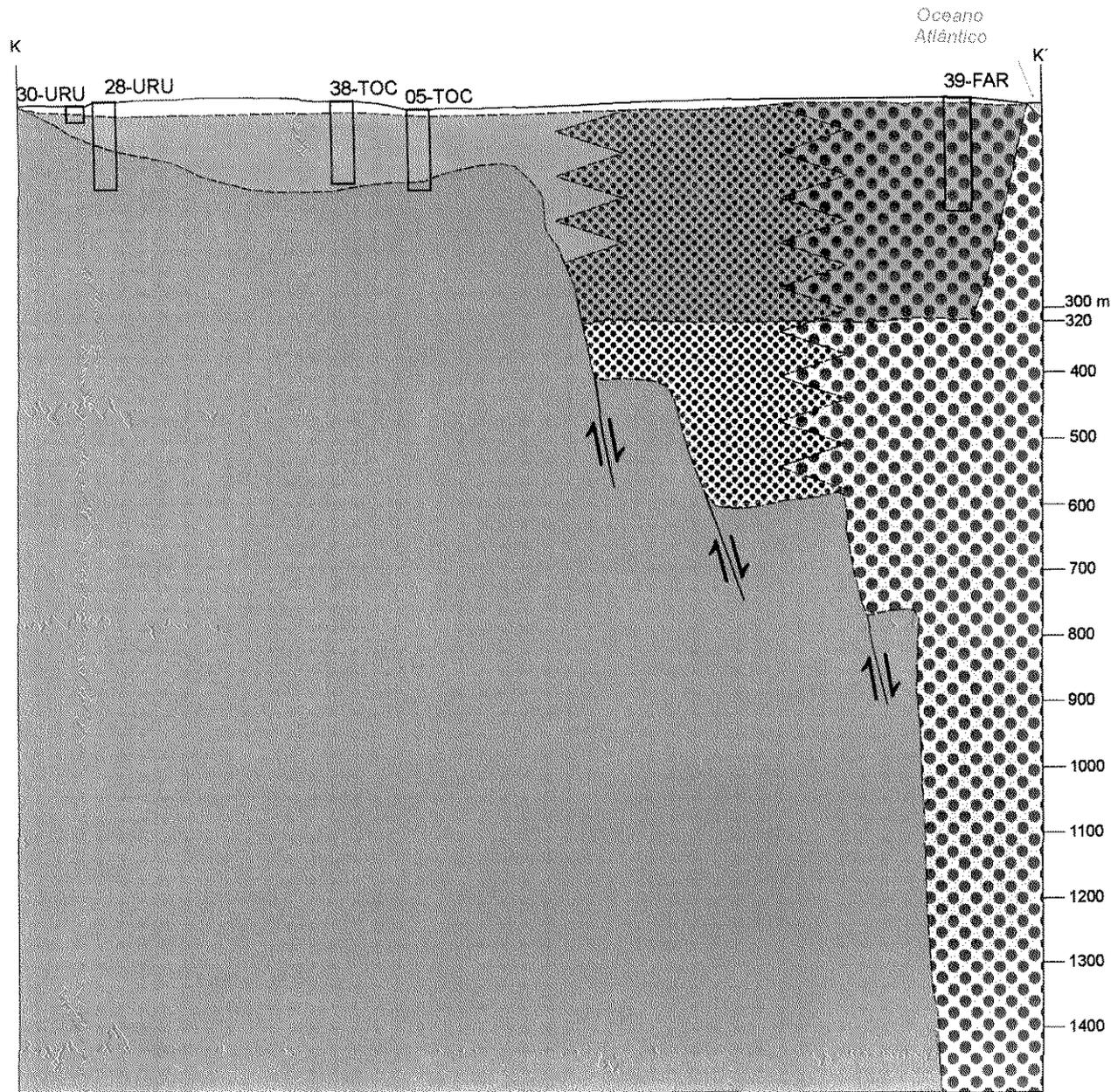


**Aqüíferos**



----- Contato aproximado

Indicação do movimento relativo



(e) PERFIL K K'

Escala Horizontal:

Escala Vertical:

**Formações Geológicas**

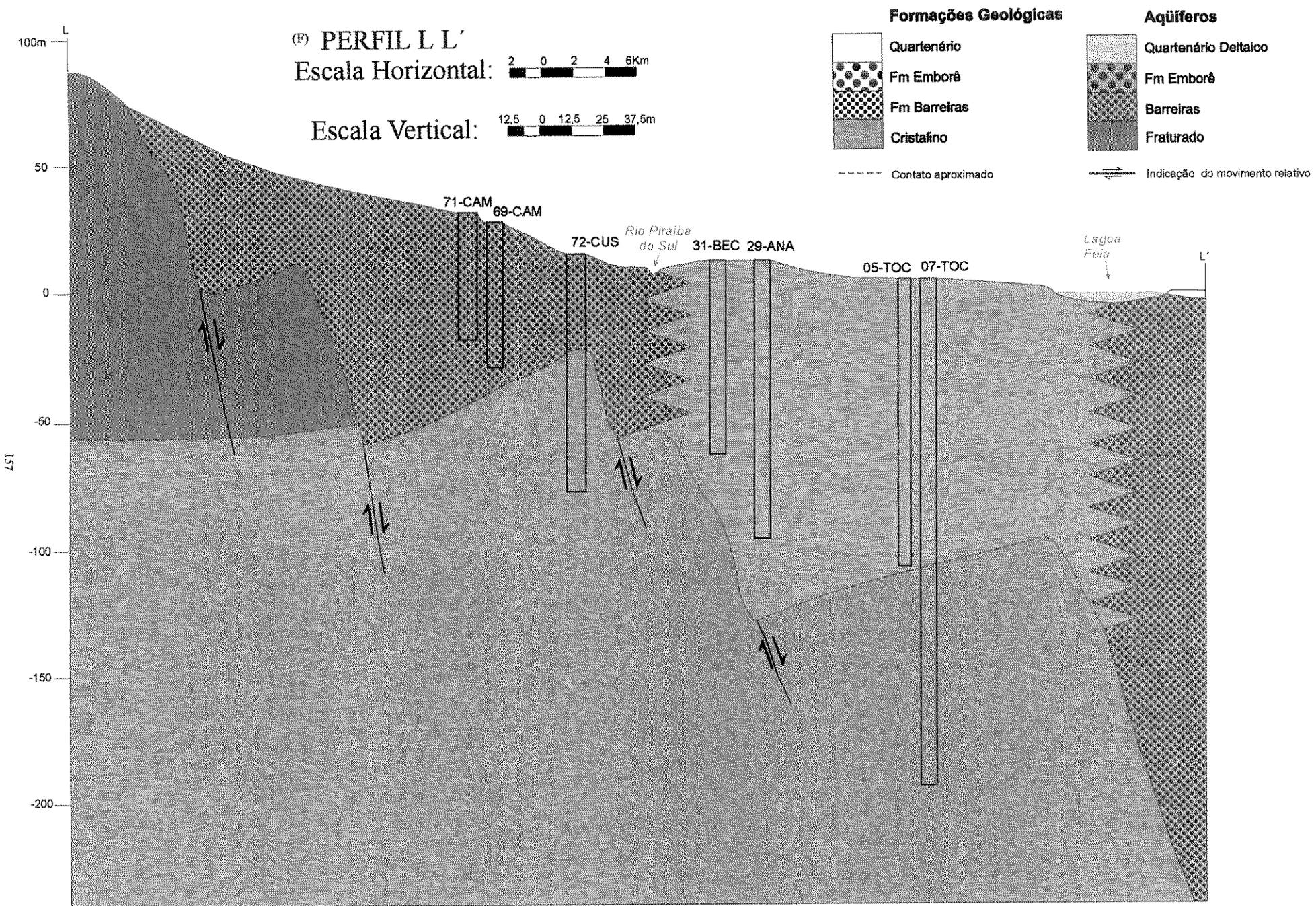
- Quaternário
- Fm Emborê
- Fm Barreiras
- Cristalino

**Aqüíferos**

- Quaternário Deltaico
- Fm Emborê
- Barreiras
- Fraturado

----- Contato aproximado

Indicação do movimento relativo



## Anexo 1.6

Mapa de Sombra do Campo Magnético total do Estado do Rio de Janeiro

## Anexo 1.8

Mapa de Delimitação Aproximada dos Aqüíferos da Região de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana