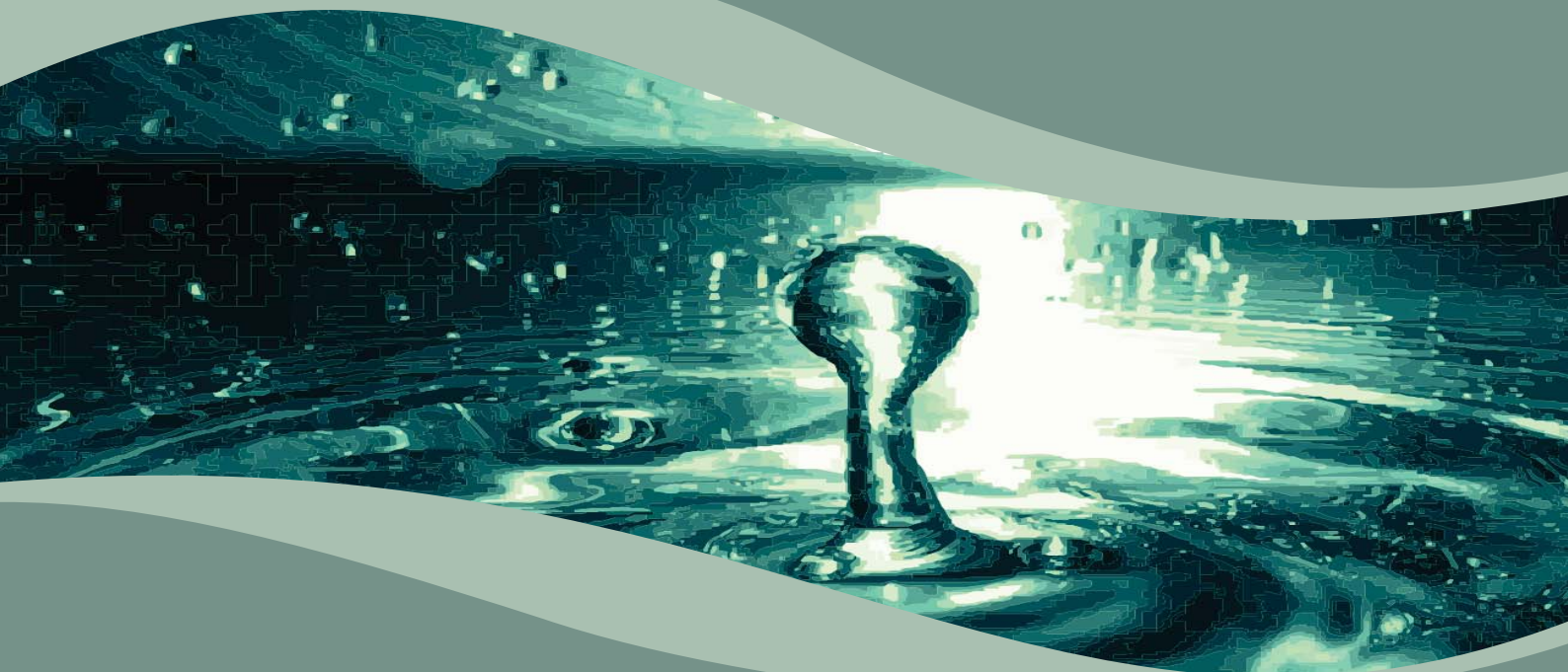


ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUBSIDIAR A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ.

Relatório Final - RF
Volume IV

Avaliação da Recarga Natural, Reservas e Potencialidades dos Aquífero; Exutórios Naturais, Balanço Hidrogeológico e Análise Econômica da Água Subterrânea; Plano de Gestão e Seleção de Pontos para Implantação de Sensores Telemétricos



República Federativa do Brasil

Dilma Vana Rousseff

Presidente

Ministério do Meio Ambiente

Izabella Mônica Vieira Teixeira

Ministra

Agência Nacional de Águas

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu – Diretor-Presidente

Dalvino Troccoli Franca

João Gilberto Lotufo Conejo

Paulo Lopes Varella Neto

Paulo Rodrigues Vieira

Superintendência de Implementação e Programas e Projetos

Ricardo Medeiros de Andrade

Humberto Cardoso Gonçalves

Gerência de Águas Subterrâneas

Fernando Roberto de Oliveira (Gerente)

Adriana Niemeyer Pires Ferreira

Fabrcio Bueno da Fonseca Cardoso

Flávio Soares do Nascimento

Leonardo de Almeida

Márcia Tereza Pantoja Gaspar

Marco Vinicius Castro Gonçalves

Comissão Técnica de Acompanhamento e Fiscalização

Fabício Bueno da Fonseca Cardoso (ANA)

Fernando Roberto de Oliveira (ANA)

Flávio Soares do Nascimento (ANA)

Hugo Fernandes dos Santos Pedrosa (SEMARH/AL)

Jorge Francisco de Araújo (SEMARH/AL)

Rochana de Andrade Lima (SEMARH/AL)

Wilton José Silva da Rocha (SEMARH/AL)

Consórcio PROJETEC/TECHNE (Coordenação Geral)

João Guimarães Recena

Luiz Alberto Teixeira

Antonio Carlos de Almeida Vidon

Gerência do Contrato

Marcelo Casiuch

Membros da Equipe Técnica Executora

Waldir Duarte Costa (Coordenador)

Almany Costa Santos

Audrey Oliveira de Lima

Carine Antunes Correia Marinho

Dante Melo

Francis Miller Judas Virtuoso da Silva

Givanildo Oliveira

Iremar Accioly Bayma

João Manoel Filho

José Coelho de Araújo Filho

José Geilson Alves Demetrio

Maria Carolina da Motta Agra

Mario Amilde Valença dos Santos

Simone Rosa e Silva

Terezinha Matilde de Menezes Uchôa

**ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA SUBSIDIAR A GESTÃO
SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS
NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ**

Volume IV

**Avaliação da Recarga Natural, Reservas e Potencialidades dos Aquíferos;
Exutórios Naturais, Balanço Hidrogeológico e Análise Econômica da
Água Subterrânea; Plano de Gestão e Seleção de Pontos para
Implantação de Sensores Telemétricos**

Setembro/2011

Agência Nacional de Águas – ANA
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Bloco B, L e M
CEP: 70610-200, Brasília – DF
PABX: 2109-5400 / 2109-5252
Endereço eletrônico: <http://www.ana.gov.br>

Equipe:

Agência Nacional de Águas – ANA
Superintendência de Implementação de Programas e Projetos – SIP

Elaboração e execução:

Consórcio PROJETEC-TECHNE

Todos os direitos reservados

É permitida a reprodução de dados e de informações, desde que citada à fonte.

Estudos Hidrogeológicos para Subsidiar a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Região Metropolitana de Maceió.

Vol. IV - Avaliação da Recarga Natural, Reservas e Potencialidades dos Aquíferos; Exutórios Naturais, Balanço Hidrogeológico e Análise Econômica da Água Subterrânea; Plano de Gestão e Seleção de Pontos para Implantação de Sensores Telemétricos.

Brasília: ANA, SIP, 2011.

1. Recursos hídricos
2. Região Metropolitana de Maceió
 - I. Agência Nacional de Águas
 - II. Consórcio PROJETEC-TECHNE.

SUMÁRIO

13. AVALIAÇÃO DA RECARGA NATURAL DOS AQUÍFEROS	12
14. AVALIAÇÃO DAS RESERVAS, POTENCIALIDADES, DISPONIBILIDADES E RECURSOS EXPLOTÁVEIS DOS AQUÍFEROS.....	14
14.1. Metodologia Adotada.....	14
14.1.1. Reserva Permanente.....	14
14.1.2. Reserva Reguladora.....	15
14.1.3. Potencialidade	15
14.1.4. Disponibilidade Instalada.....	15
14.1.5. Disponibilidade Efetiva	16
14.1.6. Disponibilidade Explotável.....	16
14.1.7. Disponibilidade Sustentável.....	16
14.2. Resultados Obtidos na RMM.....	17
14.2.1. Reservas Permanentes	17
14.2.2. Reservas Reguladoras	18
14.2.3. Potencialidade	19
14.2.4. Disponibilidade Instalada.....	19
14.2.5. Disponibilidade Efetiva	20
14.2.6. Disponibilidade Explotável.....	21
14.2.7. Disponibilidade Sustentável.....	21
14.3. Resultados Obtidos na Área Urbana de Maceió	21
14.3.1. Reserva Permanente.....	21
14.3.2. Reserva Reguladora.....	21
14.3.3. Potencialidade	22
14.3.4. Disponibilidade Instalada.....	22
14.3.5. Disponibilidade Efetiva	22
14.3.6. Disponibilidade Explotável.....	22
14.3.7. Disponibilidade Sustentável.....	22
15. EXUTÓRIOS NATURAIS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	24
15.1. Conceituação dos Exutórios	24
15.2. Cálculo dos Exutórios Naturais.....	24
15.2.1. Cálculo da VEN no Bloco Maceió.....	25
15.2.2. Cálculo da VEN no Bloco Lagoa do Mundaú	25
15.2.3. Cálculo da VEN no Bloco Lagoa do Manguaba	26
15.2.4. Cálculo da VEN no Bloco Barra de São Miguel.....	28
16. BALANÇO HIDROGEOLÓGICO	29

16.1. Em Toda a Área da Bacia Sedimentar Estudada	29
16.2. Na Área Urbana de Maceió	30
17. ANÁLISE ECONÔMICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DE POÇOS	
TIPOS	31
18. PLANO DE GESTÃO	42
18.1. A Lei 7.094 de 2/9/2009.....	42
18.2. Análise da Lei de Águas Subterrâneas	53
18.3. Proposta de Regulamentação da Lei nº 7.094	55
18.4. Proposta de Aperfeiçoamento Institucional	73
18.4.1. Introdução.....	73
18.4.2. Caracterização do Sistema Atual	73
18.4.2.1. Arranjo Institucional Atual	73
18.4.2.2. Outorga de Direito de Uso das Águas Subterrâneas no Estado de Alagoas.	76
18.4.2.3. Fiscalização do Uso das Águas Subterrâneas no Estado de Alagoas.....	78
18.4.2.4. Quadro de Pessoal Técnico Atual	78
18.4.3. Proposta de Futuro Arranjo Institucional	79
18.4.3.1. Quadro de Pessoal Técnico Proposto para a Gestão de Águas Subterrâneas ..	81
18.5. Plano de Monitoramento de Aquíferos	82
18.6. Plano de Enquadramento das Águas Subterrâneas com Base na Resolução CONAMA 396/2008.....	87
18.6.1. Padrões para Cada Uso das Águas Subterrâneas.....	88
18.6.2. Valor Máximo Permitido - VMP.....	89
18.6.3. Valores de Referência de Qualidade – VRQ.	90
18.7. Indicação de Áreas de Proteção da Zona de Recarga dos Aquíferos.....	90
18.8. Indicação de Áreas de Restrição e Controle	90
18.9. Poços Abandonados.....	98
18.10. Indicação dos Usos Adequados das Águas Subterrâneas às Peculiaridades Hidrogeológicas Locais	99
18.11. Zoneamento de Exploração.....	100
18.12. Proposta de Normatização da Gestão das Águas Subterrâneas na RMM	106
19. SELEÇÃO DE PONTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SENSORES	
TELEMÉTRICOS PARA MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS	108
19.1. Condições Gerais do Monitoramento	108
19.2. Apoio Legal para Instalação dos Sensores	111
19.3. Condições de Instalação dos Sensores	113
19.4. Sistemática de Instalação das Estações Telemétricas.....	113
BIBLIOGRAFIA	118

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 13.1 – Avaliação da recarga natural ou reserva reguladora.....	13
Quadro 14.1 – Dimensionamento do volume dos sedimentos.....	17
Quadro 14.2 – Valores das reservas permanentes de cada formação aquífera.....	18
Quadro 14.3 – Reservas reguladoras e sua relação com as reservas permanentes...	19
Quadro 14.4 – Resultados da potencialidade calculada para cada formação aquífera.	19
Quadro 14.5 – Cálculo da disponibilidade instalada dos poços na RMM.....	19
Quadro 14.6 – Estatística do regime de bombeamento de poços particulares.....	20
Quadro 14.7 – Avaliação das disponibilidades efetivas.....	21
Quadro 18.1 – Proposta de composição do Quadro técnico.....	82
Quadro 18.2 – Enquadramento das águas subterrâneas da RMM.....	91
Quadro 18.3 – Poços da CASAL desativados em baterias de captação para abastecimento público.....	98
Quadro 18.4 – Classificação das zonas de exploração.....	100
Quadro 18.5 - Espessuras médias das formações aquíferas nas zonas A a E.....	101
Quadro 18.6 – Características hidrogeológicas nas diversas zonas e características técnicas dos poços a construir.....	102
Quadro 18.7 – Profundidades e vazões de poços recomendadas nas distintas zonas de exploração.....	107
Quadro 19.1 – Dados básicos das estações telemétricas.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 17.1 – Perfil tipo de poço tubular com 40 m de profundidade captando Sedimentos de Praia ou Aluvião.	35
Figura 17.2 – Perfil tipo de poço tubular com 80 m de profundidade captando o aquífero Barreiras.....	36
Figura 17.3 – Perfil tipo de poço tubular com 150 m de profundidade captando os aquíferos Barreiras e Marituba.....	37
Figura 17.4 – Perfil tipo de poço tubular totalmente penetrante no aquífero Marituba.	38
Figura 18.1 – Organograma da estrutura institucional atual relativa à gestão de recursos hídricos no Estado de Alagoas.....	75
Figura 18.2 – Em (A) observa-se um bombeamento num reservatório d'água em superfície; em (B) mostra a captação de água subterrânea num mesmo aquífero, sendo que em (I) o cone de rebaixamento múltiplo foi mais acentuado do que em (II) que possui menos poços e em (III) com o maior número de poços ocorreu o maior rebaixamento da superfície potenciométrica do aquífero.....	84
Figura 18.3. – Bomba a vácuo.....	84
Figura 18.4 - Gráfico da variação dos níveis d'água e da condutividade elétrica em poço de monitoramento localizado no Recife.....	86
Figura 18.5 - Mapa do enquadramento das Águas Subterrâneas com base na Resolução CONAMA 396/2008.....	94
Figura 18.6 – Mapa das Áreas de Restrição.	97
Figura 18.7 – Mapa de Zoneamento Explotável da Região Metropolitana de Maceió.	104
Figura 18.8 – Mapa integrado de “zoneamento explotável” com “áreas de restrição”.	105
Figura 19.1 – Sensor de profundidade de nível sendo impermeabilizado por fita isolante para evitar vazamento de corrente no contato com o fio.	114
Figura 19.2 – Caixa de recepção dos sinais emitidos pelos sensores e de transmissão dos sinais para o centro de controle.	115
Figura 19.3 – Localização dos poços a serem monitorados na Região Metropolitana de Maceió/AL.	117

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 18.1 – Solicitações de outorga e atos de outorgas emitidos na Região Metropolitana de Maceió.....	77
Tabela 18.2 – Padrões de Potabilidade (Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde).	88
Tabela 18.3 - Valores Máximos Permitidos (VMP) e os Limites de Quantificação Praticáveis (LQP) dos parâmetros químicos, Agrotóxicos e Microorganismos das águas subterrâneas de acordo com a Resolução CONAMA nº 396, para cada um dos usos considerados como preponderantes.....	89

13. AVALIAÇÃO DA RECARGA NATURAL DOS AQUÍFEROS

A avaliação da recarga natural ou reserva reguladora pode ser efetuada por vários métodos, como sejam:

- Vazão de escoamento natural
- Variação dos níveis potenciométricos ao longo do ano
- Taxa de infiltração relativa à precipitação pluviométrica
- Infiltração efetiva avaliada por infiltrômetros

No caso específico da região estudada, foi escolhido o método da taxa de infiltração, pela equação que se segue:

$$R_r = A \times P \times I \quad (\text{m}^3/\text{ano}) \quad (13.1)$$

Sendo:

A – área de ocorrência da formação sedimentar

P - precipitação pluviométrica média anual na área (m/ano)

I - taxa de infiltração

As áreas serão consideradas como aquelas representadas pela ocorrência das formações infra-Barreiras, as quais foram planimetradas diretamente no mapa geológico pré-Barreiras.

A precipitação pluviométrica varia na região de estudo com aumento gradativo de sudeste para noroeste. Assim é que em Maceió foram encontradas três diferentes valores médios nas estações de Jacarecica (1.582,1 mm/ano), Riacho Doce (1.677,2 mm/ano) e Usina Cachoeira (1.831,8 mm/ano), com uma média da ordem de 1.696 mm/ano. Na estação da Usina Terra Nova em Pilar foi encontrada a média de 2.281,5 mm/ano e na estação da Usina Utinga Leão em Rio Largo, a média encontrada foi de 2.139,7 mm/ano. Dessa maneira, será considerada a média de 1.696 mm/ano para os municípios mais próximos da costa e de 2.210 mm/ano para os municípios mais afastados da costa.

Quanto à taxa de infiltração, considerando que a Formação Barreiras recobre mais de 90% da área sedimentar, pode-se considerar como válidos os valores obtidos para esta formação.

Foram calculados pelo método de Thornthwaite os valores da infiltração na Formação Barreiras em várias localidades do nordeste, inclusive em Maceió, obtendo-se para cada localidade, com referência aos respectivos autores e ano da avaliação, os seguintes valores:

Macaiba-RN – Manoel Filho (1971) *in* Rocha (2005) – Infiltração= 12% da Precipitação

Maceió – AL – EECOA (1971) *in* Rocha (2005) - Infiltração = 22% da Precipitação

Maceió – AL – Rocha (2005) - Infiltração = 25% da Precipitação

Utilizando a metodologia do infiltrômetro, Beltrão (1970) encontrou na região de Aracati/CE o valor da infiltração na Formação Barreiras de 20% da precipitação.

Verifica-se que os valores encontrados para a taxa de infiltração variaram desde o mínimo de 12% da precipitação até o máximo de 25%. Dessa forma, será considerado o valor de 20% a favor da segurança, pois se forem considerados apenas os valores obtidos na região de estudo, a média encontrada seria de 23,5%.

A partir dos dados de áreas, precipitação e taxa de infiltração admitidas como acima descrito, foram avaliadas as reservas reguladoras (recarga natural) de cada formação aquífera como pode ser sintetizado no Quadro 13.1 que se segue.

Quadro 13.1 – Avaliação da recarga natural ou reserva reguladora.

Formação Geológica	Área (km²)	Taxa de Infiltração	Precipitação anual (mm)	Reserva reguladora (x10⁶ m³/ano)
Sedimentos de praia e aluvião	276,00	0,20	1,696	93,62
Barreiras sobre o cristalino	350,00	0,20	2,210	154,70
Marituba + Barreiras	310,00	0,20	2,210	137,02
Poção + Barreiras	570,00	0,20	2,210	251,94
Maceió + Barreiras	290,00	0,20	1,696	98,37
Ponta Verde + Barreiras	28,00	0,20	1,696	9,50
Coqueiro Seco + Barreiras	234,00	0,20	1,696	79,37
Penedo + Barreiras	2,00	0,20	2,210	0,88
TOTAL	2.060,00			825,40

14. AVALIAÇÃO DAS RESERVAS, POTENCIALIDADES, DISPONIBILIDADES E RECURSOS EXPLOTÁVEIS DOS AQUÍFEROS

14.1. Metodologia Adotada

Foi adotada na avaliação das reservas, potencialidades, disponibilidades e recursos explotáveis dos aquíferos da bacia sedimentar na área de estudo a metodologia da Costa (1998), com modificações posteriores em Costa (2005) e Costa (2010)

Dentro das diversas alternativas de métodos para avaliação de cada um dos parâmetros, foram escolhidas, por melhor adequação aos dados disponíveis, as seguintes equações para cada tipo de parâmetro avaliado:

14.1.1. Reserva Permanente

Para avaliação desse parâmetro foi utilizada a equação seguinte:

$$R_{p1} = A \times b \times \mu \quad (m^3) \quad (14.1)$$

Sendo:

R_{p1} - reserva permanente no aquífero intersticial de bacia sedimentar (m^3);

A - área de ocorrência do aquífero (m^2);

b - espessura saturada do aquífero livre ou confinado (m);

μ - porosidade efetiva do aquífero (adimensional).

Para aquíferos confinados ou semi-confinados, com idêntico nível de conhecimentos:

$$R_{p2} = (A_2 \times h \times S) + (A_2 \times b \times \mu) \quad (m^3) \quad (14.2)$$

Sendo:

R_{p2} - reserva permanente no aquífero intersticial confinado (m^3);

A_2 - área de ocorrência do aquífero confinado (m^2);

h - carga potenciométrica do aquífero confinado (m);

S - coeficiente de armazenamento do aquífero confinado (adm).

A equação (14.2) poderia ser utilizada nos casos em que fosse constatado o confinamento de horizontes ou camadas aquíferas, sobretudo na região urbana de Maceió onde o aquífero Marituba se encontra sob o aquífero Barreiras, todavia os dados de poços mostram que:

- O sistema aquífero Barreiras-Marituba apresenta um caráter de livre a semi-confinado, com cargas potenciométricas muito baixas;
- Os valores de coeficiente de armazenamento obtidos em testes foram muito pequenos, da ordem de 10^{-4} a 10^{-5} ;
- Considerando os baixos valores da carga potenciométrica e os valores muito reduzidos do coeficiente de armazenamento, o primeiro membro da equação (14.2) resultaria em valores desprezíveis em relação ao segundo membro, pelo que se optou em dispensar o cálculo dos valores relacionados a confinamentos de aquíferos.

Por outro lado, no restante da área urbana de Maceió e em outros municípios, os aquíferos sotopostos ao Barreiras possuem transmissividades tão reduzidas como foi mostrado no capítulo 9 deste relatório, que a maior parte dos poços possui profundidade inferior aos 100 m, estando em quase todos, captando apenas o aquífero Barreiras.

14.1.2. Reserva Reguladora

As reservas reguladoras que correspondem às recargas anuais foram avaliadas no capítulo anterior referentes à recarga natural, visto que outros tipos de recarga não foram considerados.

14.1.3. Potencialidade

O cálculo da potencialidade envolve uma variável de decisão política que corresponde a que percentual da reserva permanente os administradores admitem explorar ao longo do tempo, com sustentabilidade, de modo a assegurar que esse manancial venha a ser preservado a longo prazo.

Os estudos de bacias hidrogeológicas efetuados pela SUDENE na década de 70 utilizavam como parcela da reserva permanente, o percentual de 30% ao longo de 50 anos, ou seja, 0,6% ao ano. Por medida de segurança, nos estudos hidrogeológicos mais recentes tem-se adotado o percentual de apenas 10% ao longo de 50 anos, o que representa apenas 0,2% por ano.

O cálculo da potencialidade foi efetuado, igualmente ao da reserva reguladora, para cada aquífero, a partir da equação, como se segue:

$$P_o = (R_p \times 0,002) + R_r \quad (14.3)$$

Sendo:

P_o – potencialidade em m^3 /ano;

R_p – reserva permanente em m^3 ;

R_r – reserva reguladora em m^3 /ano.

14.1.4. Disponibilidade Instalada

A disponibilidade instalada corresponde ao volume que anualmente pode ser obtido dos poços existentes, independentemente de estar ou não sendo utilizado e considerando o regime de exploração de 24 horas diárias em todos os poços.

A equação utilizada é a seguinte:

$$D_i = n \times Q_m \times 8.760 \quad (14.4)$$

Sendo:

D_i – disponibilidade instalada, em m^3 /ano;

n – número de poços existentes na área;

Q_m – vazão horária média dos poços;

8.760 – número de horas no ano.

14.1.5. Disponibilidade Efetiva

A disponibilidade efetiva leva em conta apenas os poços que estão sendo operados e o respectivo regime de exploração, avaliado por pesquisa de campo.

A equação utilizada é a seguinte:

$$D_i = n \times Q_m \times H_a \quad (14.5)$$

Sendo:

D_i – disponibilidade efetiva, em m^3 /ano;

n – número de poços existentes na área;

Q_m – vazão horária média dos poços;

H_a – número de horas no ano; caso o valor médio do regime de exploração seja de 8 horas/dia, o valor de H_a será de 2.920.

14.1.6. Disponibilidade Explotável

A avaliação da disponibilidade explotável também designada de recursos explotáveis é efetuada a partir da equação (14.5), levando-se em conta a reserva ecológica destinada à manutenção dos cursos superficiais (escoamento de base).

$$D_{ex} = P_o - (R_{ec} + D_e) \quad (14.6)$$

Sendo:

D_{ex} – disponibilidade explotável em m^3 /ano;

P_o – potencialidade em m^3 /ano;

R_{ec} – reserva ecológica em m^3 /ano;

D_e – disponibilidade efetiva em m^3 /ano.

Na ausência de estudos detalhados de cada bacia hidrográfica da área costuma-se utilizar para a reserva ecológica, um porcentual de 20% a 40% da reserva reguladora, porém, considerando que a vazão de escoamento natural avaliada já envolve os exutórios das lagoas e do oceano, deixando apenas de avaliar os exutórios dos rios devido à reduzida participação dessa contribuição, será aqui considerada a reserva ecológica em apenas 10% da reserva reguladora.

14.1.7. Disponibilidade Sustentável

O cálculo da disponibilidade sustentável pode ser efetuado utilizando-se a equação (14.6), uma vez já determinados a disponibilidade efetiva e a disponibilidades explotável.

$$D_s = D_e + D_{ex} \quad (14.7)$$

Sendo:

D_s – disponibilidade sustentável em m^3 /ano;

D_e – disponibilidade efetiva em m^3 /ano;

D_{ex} – disponibilidade explotável em m^3 /ano.

14.2. Resultados Obtidos na RMM

14.2.1. Reservas Permanentes

Inicialmente foram avaliados os totais de sedimentos da bacia sedimentar mais os sedimentos da Formação Barreiras a partir dos dados de perfuração dos poços da PETROBRAS.

O Quadro 14.1 mostra as espessuras médias de cada formação geológica, a área de ocorrência, mesmo aquelas que estão cobertas pela Formação Barreiras e o volume total de sedimentos.

Quadro 14.1 – Dimensionamento do volume dos sedimentos.

Formação Geológica	Espessura média (m)	Área (km ²)	Volume de sedimentos (x 10 ⁶ m ³)
Sedimentos de praia e aluvião	15,00	276,00	4.140,00
Barreiras sobre a bacia sedimentar	62,45	1.030,00	64.323,50
Barreiras sobre o cristalino	60,00	295,00	17.700,00
Marituba	192,20	310,00	59.582,00
Poção	781,50	570,00	445.455,00
Maceió	743,72	290,00	215.678,80
Ponta Verde	174,36	28,00	4.882,08
Coqueiro Seco	2.045,13	234,00	478.560,42
Penedo	741,25	2,00	1.482,50
TOTAL		3.035,00	1.291.804,30

Embora o volume de sedimentos seja superior a um trilhão de m³, em função das elevadas espessuras, sobretudo das formações Coqueiro Seco com mais de 2.000 m, Poção, Maceió e Penedo, com mais de 700 m, com um total de 3.000 m de espessura, a faixa útil de exploração das águas subterrâneas pode ser considerada dentro do limite de 300 m de profundidade.

Dessa maneira, foi reavaliado o volume de sedimentos saturados dentro de uma faixa com espessura máxima de 270 m (a profundidade média do nível estático é da ordem de 30 m), profundidade considerada na área como limite de exploração nos poços perfurados pela CASAL e em empresas privadas.

A partir dessa espessura foi calculada a reserva permanente pela equação (14.1).

Para utilização da equação (14.1) foram considerados os seguintes parâmetros da porosidade efetiva:

- Sedimentos de praia e aluvião; Formação Barreiras sobre o cristalino e o conjunto das formações Barreiras + Marituba: $\mu = 15\%$;
- Para o conjunto das formações Barreiras + Poção e Barreiras + Maceió: $\mu = 10\%$;
- Para o conjunto das formações Barreiras + Ponta Verde, Barreiras + Coqueiro Seco e Barreiras + Penedo: $\mu = 6\%$.

As espessuras e respectivas áreas de ocorrência serão apresentadas no Quadro 14.2 que conclui com a avaliação da reserva permanente para cada tipo de aquífero.

No Quadro 14.2 são apresentados em conjunto os depósitos da Formação Barreiras sobre as respectivas formações constantes da bacia sedimentar, além da situação em que a Formação Barreiras ocorre diretamente sobre o embasamento cristalino, fora do limite geológico da bacia sedimentar.

Quadro 14.2 – Valores das reservas permanentes de cada formação aquífera.

Formação geológica	Espessura saturada média (m)	Área (km ²)	Volume de sedimentos (x 10 ⁶ m ³)	Porosidade efetiva	Reserva permanente para a espessura considerada (x10 ⁶ m ³)
Sedimentos de praia e aluvião	15,00	276,00	4.140,00	0,15	621,00
Barreiras sobre o cristalino	40,00	350,00	14.000,00	0,15	2.100,00
Marituba + Barreiras	270,00	310,00	83.700,00	0,15	12.555,00
Poção + Barreiras	270,00	570,00	153.900,00	0,10	15.390,00
Maceió + Barreiras	270,00	290,00	78.300,00	0,10	7.830,00
Ponta Verde + Barreiras	270,00	28,00	7.560,00	0,06	453,60
Coqueiro Seco + Barreiras	270,00	234,00	63.180,00	0,06	3.790,80
Penedo + Barreiras	270,00	2,00	540,00	0,06	32,40
TOTAL		2.060,00	405.320,00		42.772,80

A partir do Quadro 14.2 verifica-se que:

- O volume total dos sedimentos para uma zona saturada de 270 m de espessura corresponde a apenas 31,38% dos volumes totais de sedimentos em toda a bacia sedimentar na área de estudo;
- Em função da maior área ocupada, a formação Poção apresenta um volume de sedimentos equivalente a 37,97% do total de volumes de sedimentos;
- O total de reserva permanente do sistema Barreiras-Marituba, principal reservatório de água subterrânea da área estudada corresponde a 20,65% do total das reservas permanentes na citada faixa de 270 m de depósitos saturados;
- O conjunto das formações aquíferas de baixa porosidade efetiva, quais sejam, Ponta Verde, Coqueiro Seco e Penedo, associadas ao aquífero Barreiras corresponde a apenas 10% do total das reservas permanentes na mesma faixa.

14.2.2. Reservas Reguladoras

O Quadro 14.2 pode ser apresentado aqui com uma correlação entre as reservas permanentes e as reservas reguladoras avaliadas no capítulo anterior, como mostra o Quadro 14.3.

Quadro 14.3 – Reservas reguladoras e sua relação com as reservas permanentes.

Formação Geológica	Área (km ²)	Taxa de Infiltração	Precipitação anual (m)	Reserva Reguladora (x 10 ⁶ m ³ /ano)	Porcentual da Reserva Permanente
Sedimentos de praia e aluvião	276,00	0,20	1,696	93,62	15,08
Barreiras sobre o cristalino	350,00	0,20	2,210	154,70	7,37
Marituba + Barreiras	310,00	0,20	2,210	137,02	1,09
Poção + Barreiras	570,00	0,20	2,210	251,94	1,64
Maceió + Barreiras	290,00	0,20	1,696	98,37	1,26
Ponta Verde + Barreiras	28,00	0,20	1,696	9,50	2,09
Coqueiro Seco + Barreiras	234,00	0,20	1,696	79,37	2,09
Penedo + Barreiras	2,00	0,20	2,210	0,88	2,73
TOTAL	2.060,00			825,40	

14.2.3. Potencialidade

O Quadro 14.4 a seguir mostra a disponibilidade de cada formação aquífera calculada a partir da metodologia descrita em 14.1.

Quadro 14.4 – Resultados da potencialidade calculada para cada formação aquífera.

Formação geológica	Reserva permanente para a espessura considerada (x10 ⁶ m ³)	Reserva Reguladora (x10 ⁶ m ³ /ano)	Porcentual da Reserva Permanente a utilizar por ano	Potencialidade (x 10 ⁶ m ³ /ano)
Sedimentos de praia e aluvião	621,00	93,62	0,002	94,86
Barreiras sobre o cristalino	2.100,00	154,70	0,002	158,90
Marituba + Barreiras	12.555,00	137,02	0,002	162,13
Poção + Barreiras	15.390,00	251,94	0,002	282,72
Maceió + Barreiras	7.830,00	89,37	0,002	105,03
Ponta Verde + Barreiras	453,60	9,50	0,002	10,41
Coqueiro Seco + Barreiras	3.790,80	79,37	0,002	86,95
Penedo + Barreiras	32,40	0,88	0,002	0,94
TOTAL	42.772,80	825,40		901,95

14.2.4. Disponibilidade Instalada

Os cálculos de disponibilidade (instalada, efetiva, explotável e sustentável) somente poderão ser efetuados para a região como um todo, de vez que não se conhece com exatidão que aquíferos estão sendo captados pelos mais de 2.000 poços cadastrados.

Deverá ser efetuada uma diversificação apenas entre os poços que são explorados pela CASAL e os poços de particulares, pois a vazão média dos dois conjuntos é muito diferente, como mostrado no quadro 14.5 que se segue.

No Quadro 14.5 apresenta-se o valor da disponibilidade instalada para os poços cadastrados na região estudada.

Quadro 14.5 – Cálculo da disponibilidade instalada dos poços na RMM.

Poços cadastrados	Total cadastrado	Vazão média (m ³ /h)	Disponibilidade instalada (x 10 ⁶ m ³ /ano)
Poços particulares	1.882	10,72	176,73
Poços da CASAL	322	58,76	165,74
TOTAL	2.204		342,47

Convêm lembrar que para a avaliação da disponibilidade instalada são considerados todos os poços cadastrados independentemente de estarem em operação ou desativados e ainda considerando o regime de 24 horas de bombeamento para todos os poços.

14.2.5. Disponibilidade Efetiva

Para a disponibilidade efetiva são levados em conta o número de poços em operação e o regime de exploração (horas/dia), tendo sido levantadas no campo essas informações que resultaram num menor número de poços e num regime de exploração médio de 8 h/dia para poços particulares, e 24 h/dia para os poços da CASAL.

Como pode ser visto no cadastro de poços, o número de poços desativados, em funcionamento e não informados obteve os seguintes valores:

- Poços em operação – 1.738
- Poços desativados – 265
- Poços sem informação – 201

Considerando que dos poços com informação 86,7% estavam em operação contra 13,3% desativados pode-se, levar esses percentuais para o total de poços cadastrados, no que resulta:

- Poços em operação – 1.914
- Poços desativados – 290

Para efeito de avaliação das disponibilidades, como o regime de bombeamento de poços particulares difere daquele empregado nos poços da CASAL como será visto a seguir, foi efetuada a relação entre os poços desativados, obtendo-se o seguinte resultado:

- Poços de particulares desativados – 178
- Poços da CASAL desativados – 112

Como os valores que interessam para avaliação da disponibilidade efetiva são os poços em operação, tem-se que:

- Poços de particulares operando – 1.693
- Poços da CASAL em operação – 220

Quanto ao regime de bombeamento, para poços particulares pode ser apresentada a seguinte estatística (quadro 14.6):

Quadro 14.6 – Estatística do regime de bombeamento de poços particulares.

Parâmetros estatísticos	Regime de bombeamento	
	horas/dia	dias/semana
Média	9,40	6,46
Mediana	8,00	7,00
Desvio Padrão	6,86	0,80
Coefficiente de Variação	72,94	12,42
Valor máximo	24,00	8,00
Valor mínimo	2,00	3,00
Nº de valores	1786	1784

Considerando a dispersão de valores em torno da média, deve ser adotado como mais representativo o valor da mediana de 8 horas/dia e 7 dias/semana para os poços de particulares. Quanto aos poços da CASAL por informação da própria empresa, o regime de exploração é de 24 horas/dia e 7 dias/semana.

Assim, o dimensionamento das disponibilidades efetivas, a partir da equação (14.5) é mostrado no Quadro 14.7 a seguir.

Quadro 14.7 – Avaliação das disponibilidades efetivas.

Poços cadastrados	Total poços operando	Vazão média (m ³ /h)	Regime de bombeamento	Disponibilidade efetiva (x10 ⁶ m ³ /ano)
Poços particulares	1.693	10,72	8	52,99
Poços da CASAL	220	58,76	24	113,24
TOTAL	1.913			166,23

14.2.6. Disponibilidade Explotável

Aplicando a equação (14.6), substituindo o porcentual de 40% por 10% vem:

$$D_{ex} = P_o - (R_r \times 0,1 + D_e)$$

$$D_{ex} = 901,95 - (825,40 \times 0,1 + 166,23) = 653,18 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Verifica-se que as disponibilidades explotáveis através de novos poços a serem perfurados, equivalem a:

- 79,13% da reserva reguladora;
- 72,42% da potencialidade;
- 1,5% da reserva permanente (com espessura saturada de 270 m).

14.2.7. Disponibilidade Sustentável

Aplicando a equação (14.7):

$$D_s = D_e + D_{ex}$$

$$D_s = (166,23 + 653,18) \cdot 10^6 = 819,41 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Para toda a região sedimentar dentro da RMM ter-se-ia um total disponível, incluindo os poços existentes e os que poderiam ainda vir a ser construídos, da ordem de 820 milhões de metros cúbicos anuais.

14.3. Resultados Obtidos na Área Urbana de Maceió

14.3.1. Reserva Permanente

Usando a expressão matemática $R_p = A \times b \times \mu$, para:

$$A = 100 \text{ km}^2;$$

$$b = 270 \text{ m};$$

$$\mu = 15\%.$$

Substituindo na equação acima e operando, vem:

$$R_p = 100 \cdot 10^6 \times 270 \times 0,15 = 4.050 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

14.3.2. Reserva Reguladora

Usando a expressão matemática $R_r = A \times P \times i$, para:

$$A = 100 \text{ km}^2;$$

$$P = 1.696 \text{ mm/ano};$$

$$i = 15\%.$$

Operando, vem: $R_r = 100.10^6 \times 1,696 \times 0,15 = 25,44.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Considerando os reduzidos volumes da recarga natural, convêm neste caso, levar em conta os vazamentos da rede de abastecimento d'água, avaliados em 20% do volume distribuído na cidade.

Dessa maneira, o volume recarregado artificialmente - R_a , será da ordem de:

$$R_a = 108,09.10^6 \text{ (disponibilidade efetiva dos poços da CASAL)} \times 0,2$$

$$R_a = 21,62.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A recarga total (natural + artificial) será, portanto de:

$$R_t = 25,44.10^6 + 21,62.10^6 = 47,06.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

14.3.3. Potencialidade

Usando a expressão matemática $P_o = (R_p \times 0,002) + R_r$, para:

$$R_p = 4.050.10^6 \text{ m}^3$$

$$R_r = 47,06.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Operando, vem: $P_o = (4.050.10^6 \times 0,002) + 47,06.10^6 = 55,16.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

14.3.4. Disponibilidade Instalada

Poços da CASAL: $301 \times 58,76 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.760 \text{ horas} = 154,94.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Poços particulares: $1.444 \times 10,72 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.760 \text{ horas} = 135,6.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Total da disponibilidade instalada: $290,54.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

14.3.5. Disponibilidade Efetiva

Poços da CASAL: $210 \times 58,76 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.760 \text{ horas} = 108,09.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$

Poços particulares: $1.294 \times 10,72 \text{ m}^3/\text{h} \times 2.980 \text{ horas} = 41,34.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Total da disponibilidade efetiva: $149,43.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

14.3.6. Disponibilidade Explotável

Aplicando a equação (14.6), substituindo o porcentual de 40% por 10% vem:

$$D_{ex} = P_o - (R_r \times R_{ec} + D_e)$$

$$D_{ex} = 55,16 - (47,06 \times 0,1 + 149,43) = -98,98 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Verifica-se que as disponibilidades explotáveis através de novos poços a serem perfurados são negativas, ou seja, já existe um déficit da ordem de **100 milhões** de metros cúbicos anuais na atual exploração.

14.3.7. Disponibilidade Sustentável

Aplicando a equação (14.7):

$$D_s = D_e + D_{ex}$$

$$D_s = (149,43 - 98,98). 10^6 = 50,45. 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Verifica-se que o volume que deveria ser extraído atualmente, de forma sustentável, seria de 50 milhões de metros cúbicos anuais em vez de 149 milhões como vêm sendo extraídos.

Para manter o equilíbrio da exploração nos níveis atuais seria necessário proibir novas perfurações de poços na zona urbana central de Maceió além de reduzir as atuais captações a 1/3 dos valores atuais.

15. EXUTÓRIOS NATURAIS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

15.1. Conceituação dos Exutórios

Os exutórios correspondem às saídas de água do domínio subterrâneo e podem compreender duas formas distintas: exutórios naturais e exutórios artificiais.

Os exutórios naturais são aqueles que saem dos aquíferos para o oceano ou para a superfície do terreno alimentando os rios e lagos enquanto os exutórios artificiais são aqueles decorrentes da ação antrópica, isto é, por meio de obras hídricas tais como poços tubulares, poços amazonas, galerias, drenos, etc.

Os exutórios naturais podem ser avaliados através da Vazão de Escoamento Natural – VEN, cujo valor é obtido através da seguinte equação:

$$VEN = T.i.L \quad (15.1)$$

Sendo:

VEN – vazão de escoamento natural, em m³/ano;

T – coeficiente de transmissividade do aquífero, em m²/s;

i - gradiente hidráulico calculado pela diferença entre curvas potenciométricas dividida pela distância entre as mesmas;

L – frente de escoamento, em m.

15.2. Cálculo dos Exutórios Naturais

O cálculo da vazão de escoamento natural foi executado na área de estudo, considerando quatro blocos representativos, a saber:

- a) Bloco Maceió, compreendendo quase todo o município de Maceió além dos municípios de Paripueira e Barra de Santo Antonio.

Exutório natural: Oceano Atlântico

Aquíferos: Barreiras e Marituba

- b) Bloco Lagoa do Mundaú, compreendendo os municípios de Rio Largo, Satuba, Santa Luzia, Coqueiro Seco e parte sul do município de Maceió (em torno da lagoa).

Exutório natural: Lagoa do Mundaú

Aquíferos: Barreiras, Marituba, Poção e Maceió

- c) Bloco Lagoa do Manguaba, compreendendo os municípios de Pilar e Marechal Deodoro.

Exutório natural: Lagoa da Manguaba

Aquíferos: Barreiras, Poção, Maceió e Coqueiro Seco

- d) Bloco Barra de São Miguel, compreendendo apenas o município de mesmo nome.

Exutório natural: Oceano Atlântico

Aquíferos: Barreiras e Coqueiro Seco

No mapa potenciométrico foram executados vários perfis transversais às curvas isopotenciométricas, para avaliação do gradiente hidráulico no sentido do fluxo.

Assim é que no bloco de Maceió foram executados os perfis A-A', B-B' e C-C'; no bloco Lagoa do Mundaú foram executados os perfis D-D', E-E", F-F', G-G' e H-H'; no bloco Lagoa do Manguaba foram executados os perfis I-I', J-J', K-K', L-L' e M-M'; finalmente no bloco Barra de São Miguel foi executado apenas um perfil, N-N'.

15.2.1. Cálculo da VEN no Bloco Maceió

a) Avaliação dos gradientes hidráulicos

Perfil A-A' com sentido de NW para SE

Extensão: 13.000 m

Desnível entre os extremos: 60 m

Valor de $i = 60/13.000 = 4,6 \cdot 10^{-3}$

Perfil B-B' com sentido de NW para SE

Extensão: 16.000 m

Desnível entre os extremos: 60 m

Valor de $i = 60/16.000 = 3,7 \cdot 10^{-3}$

Perfil C-C' com sentido de NW para SE

Extensão: 12.000 m

Desnível entre os extremos: 40 m

Valor de $i = 40/12.000 = 3,33 \cdot 10^{-3}$

b) Cálculo da VEN

Considerando a similaridade de aquíferos no bloco Maceió, e a homogeneidade dos gradientes, foi considerado o gradiente médio de $4 \cdot 10^{-3}$; o coeficiente médio da transmissividade avaliado por Rocha (2005) para o sistema aquífero Barreiras/Marituba foi de $6,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; a frente de escoamento para o mar tem uma extensão de 40 km. Assim, o valor da VEN substituindo os parâmetros acima definidos em (15.1) será de:

$$VEN_{BM} = 6,15 \cdot 10^{-3} \times 4 \cdot 10^{-3} \times 40.000 = 0,984 \text{ m}^3/\text{s} = 31,03 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

15.2.2. Cálculo da VEN no Bloco Lagoa do Mundaú

a) Avaliação dos gradientes hidráulicos

Perfil D-D' com sentido de N para S (margem esquerda da lagoa)

Extensão: 5.000 m

Desnível entre os extremos: 30 m

Valor de $i = 30/5.000 = 6 \cdot 10^{-3}$

Perfil E-E' com sentido de N para S (margem esquerda da lagoa)

Extensão: 9.000 m

Desnível entre os extremos: 60 m

Valor de $i = 60/9.000 = 6,6 \cdot 10^{-3}$

Perfil F-F' com sentido de NW para SE (montante da lagoa)

Extensão: 10.000 m

Desnível entre os extremos: 40 m

$$\text{Valor de } i = 40/10.000 = 4.10^{-3}$$

Perfil G-G' com sentido de WNW para ESE (margem direita da lagoa)

Extensão: 10.000 m

Desnível entre os extremos: 50 m

$$\text{Valor de } i = 50/10.000 = 5.10^{-3}$$

Perfil H-H' com sentido de NW para SE (margem direita da lagoa)

Extensão: 2.500 m

Desnível entre os extremos: 40 m

$$\text{Valor de } i = 40/2.500 = 1,6.10^{-3}$$

b) Cálculo da VEN

Considerando a diversidade de aquíferos encontrados nas três posições acima citadas (margem esquerda, montante e margem direita da lagoa), serão avaliadas as vazões de escoamento natural por cada área específica, como se segue:

I) Margem esquerda da lagoa

Os dois valores obtidos para os gradientes hidráulicos resultam na média de 6.10^{-3} para o gradiente da área; o valor do coeficiente representativo para a transmissividade do sistema aquífero Barreiras/Marituba é de $6,15.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e a frente de escoamento do fluxo subterrâneo para a lagoa possui 15 km de extensão. Assim, o valor da VEN será de:

$$\text{VEN}_1 = 6,15.10^{-3} \times 6.10^{-3} \times 15.000 = 0,554 \text{ m}^3/\text{s} = 17,45.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

II) Montante da lagoa

O valor do gradiente único foi de 4.10^{-3} ; o coeficiente de transmissividade do aquífero Poção é da ordem de $5,16.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e a extensão da linha de escoamento natural é de 5 km. Assim o valor da VEN será de:

$$\text{VEN}_2 = 5,16.10^{-4} \times 4.10^{-3} \times 5.000 = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} = 0,315.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

III) Margem direita da lagoa

Os dois valores obtidos para os gradientes hidráulicos resultam na média de 1.10^{-2} para o gradiente da área; o valor do coeficiente representativo para a transmissividade do sistema aquífero Barreiras/Maceió é de $2,76.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e a frente de escoamento do fluxo subterrâneo para a lagoa possui 12 km de extensão. Assim, o valor da VEN será de:

$$\text{VEN}_3 = 2,76.10^{-4} \times 1.10^{-2} \times 12.000 = 0,0324 \text{ m}^3/\text{s} = 1,022.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

O valor total do escoamento natural para a Lagoa do Mundaú será a soma dos três valores de VEN acima calculados, no que resulta:

$$\text{VEN}_{\text{BM}} = 18,79.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

15.2.3. Cálculo da VEN no Bloco Lagoa do Manguaba

a) Avaliação dos gradientes hidráulicos

Perfil I-I' com sentido de N para S (margem esquerda da lagoa)

Extensão: 7.000 m

Desnível entre os extremos: 40 m

$$\text{Valor de } i = 40/7.000 = 5,7.10^{-3}$$

Perfil J-J' com sentido de NE para SW (margem esquerda da lagoa)

Extensão: 7.000 m

Desnível entre os extremos: 60 m

Valor de $i = 60/7.000 = 8,6 \cdot 10^{-3}$

Perfil K-K' com sentido de NW para SE (montante da lagoa)

Extensão: 2.500 m

Desnível entre os extremos: 20 m

Valor de $i = 20/2.500 = 9 \cdot 10^{-3}$

Perfil L-L' com sentido de WNW para ESE (margem direita da lagoa)

Extensão: 10.000 m

Desnível entre os extremos: 40 m

Valor de $i = 40/10.000 = 4 \cdot 10^{-3}$

Perfil M-M' com sentido de SW para NE (margem direita da lagoa)

Extensão: 2.500 m

Desnível entre os extremos: 30 m

Valor de $i = 30/2.500 = 1,2 \cdot 10^{-2}$

b) Cálculo da VEN

Considerando a diversidade de aquíferos encontrados nas três posições acima citadas (margem esquerda, montante e margem direita da lagoa), serão avaliadas as vazões de escoamento natural por cada área específica, como se segue:

I) Margem esquerda da lagoa

Os dois valores obtidos para os gradientes hidráulicos resultam na média de $9 \cdot 10^{-3}$ para o gradiente da área; o valor do coeficiente representativo para a transmissividade do sistema aquífero Barreiras/Maceió é de $2,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e a frente de escoamento do fluxo subterrâneo para a lagoa possui 15 km de extensão. Assim, o valor da VEN será de:

$$VEN_1 = 2,76 \cdot 10^{-4} \times 9 \cdot 10^{-3} \times 15.000 = 0,036 \text{ m}^3/\text{s} = 1,135 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

II) Montante da lagoa

O valor do gradiente único foi de $9 \cdot 10^{-3}$; a média do coeficiente de transmissividade do sistema aquífero Barreiras/Coqueiro Seco com o aquífero Poção pode ser considerado como sendo da ordem de $1,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e a extensão da linha de escoamento natural é de 6 km. Assim o valor da VEN será de:

$$VEN_2 = 1,59 \cdot 10^{-4} \times 9 \cdot 10^{-3} \times 6.000 = 0,03 \text{ m}^3/\text{s} = 0,946 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

III) Margem direita da lagoa

Os dois valores obtidos para os gradientes hidráulicos resultam na média de $9 \cdot 10^{-3}$ para o gradiente da área; o valor do coeficiente representativo para a transmissividade do sistema aquífero Barreiras/Maceió é de $2,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e a frente de escoamento do fluxo subterrâneo para a lagoa possui 15 km de extensão. Assim, o valor da VEN será de:

$$VEN_3 = 2,76 \cdot 10^{-4} \times 9 \cdot 10^{-3} \times 15.000 = 0,0345 \text{ m}^3/\text{s} = 1,088 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

O valor total do escoamento natural para a Lagoa do Manguaba será a soma dos três valores de VEN acima calculados, no que resulta:

$$VEN_{BM} = 3,169.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

15.2.4. Cálculo da VEN no Bloco Barra de São Miguel

a) Avaliação dos gradientes hidráulicos

Perfil N-N' com sentido de NW para SE

Extensão: 5.000 m

Desnível entre os extremos: 20 m

$$\text{Valor de } i = 20/5.000 = 4.10^{-3}$$

b) Cálculo da VEN

Considerando ter havido apenas um perfil o valor do gradiente será de 4.10^{-3}

A transmissividade média do sistema aquífero Barreiras/Coqueiro Seco encontrado na região (ver estudo hidrodinâmico no capítulo 9) foi da ordem de $6,77.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; a extensão da frente de escoamento é de 10 km.

Substituindo os valores encontrados de T, i e L na equação (15.1), vem:

$$VEN_{BSM} = 6,77.10^{-4} \times 4.10^{-3} \times 10.000 = 0,027 \text{ m}^3/\text{s} = 0,851.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A vazão de escoamento natural total dos sistemas aquíferos na RMM será a soma das VENs encontradas nos quatro blocos acima analisados, ou seja:

$$VEN_{\text{total}} = (31,03 + 18,79 + 3,17 + 0,85) \times 10^6 = 53,84.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

15.2.5. Vazão de Escoamento Natural na Área Urbana de Maceió

Serão aqui consideradas as contribuições para a Lagoa do Mundaú e para o oceano numa faixa de 12 km de extensão.

a) VEN para o oceano

Na seção A-A' do bloco Maceió, tem-se:

$$i = 4,6.10^{-3}$$

$$T = 6,15.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$L = 12.000 \text{ m}$$

$$VEN = 4,6.10^{-3} \times 6,15.10^{-3} \times 12.000 = 0,0336 \text{ m}^3/\text{s} = 1,059.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

b) VEN para a lagoa

Na seção D-D'' do bloco Maceió, tem-se:

$$i = 6.10^{-3}$$

$$T = 6,15.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$L = 10.000 \text{ m}$$

$$VEN = 6.10^{-3} \times 6,15.10^{-3} \times 10.000 = 0,036 \text{ m}^3/\text{s} = 1,135.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A vazão de escoamento total será de $2,19.10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

16. BALANÇO HIDROGEOLÓGICO

16.1. Em Toda a Área da Bacia Sedimentar Estudada

O balanço hidrogeológico geral da bacia sedimentar será:

$$\mathbf{BH = V_e - V_s} \quad (16.1)$$

Sendo:

BH – balanço hidrogeológico em m³/ano;

V_e – volumes de água que entram anualmente nos aquíferos (reserva reguladora), em m³/ano;

V_s – volumes de água que saem anualmente dos aquíferos (exutórios naturais e artificiais), em m³/ano;

Sabe-se que:

Reservas reguladoras: R_r = 825,40.10⁶ m³/ano

Exutórios naturais: VEN = 53,8.10⁶ m³/ano

Reserva ecológica: R_{ec} = 82,54.10⁶ m³/ano

Disponibilidade efetiva: D_e = 166,23.10⁶ m³/ano

Substituindo os valores na equação acima e operando, vem:

$$BH = 825,40.10^6 - (53,8.10^6 + 82,54 + 166,23.10^6)$$

$$BH = (825,40 - 302,57).10^6$$

$$\mathbf{BH = 522,83.10^6 m^3/ano}$$

Constata-se que, mesmo sem considerar as recargas artificiais proporcionadas pelos vazamentos da rede de abastecimento d'água da cidade, o balanço hidrogeológico é ainda positivo, com uma disponibilidade total de uso da ordem de 520 milhões de metros cúbicos anuais.

Segundo informações verbais de técnicos da CASAL, os vazamentos na rede representariam cerca de 40% da perda total de faturamento o que corresponde aproximadamente a 20% do volume de água fornecido pela CASAL na atualidade.

Dessa maneira o total a ser acrescido ao saldo positivo acima calculado seria de: 66,69.10⁶ x 0,2 = 13,38.10⁶ m³/ano, o que pode ser desprezado face os elevados valores disponíveis.

Embora o resultado da avaliação do balanço hidrogeológico tenha apresentado um resultado altamente favorável deve-se levar em conta que esse volume disponível se distribui por toda a área estudada e não apenas na área urbana de Maceió onde se situa a maior captação de águas subterrâneas.

Assim, convêm fazer uma avaliação restrita á área de 100 km² representada pela maior concentração urbana dentro da área de estudo, ou seja, na região urbana da cidade de Maceió.

16.2. Na Área Urbana de Maceió

$$BH = R_r - (VEN + D_e) \quad (16.2)$$

Observação: não será considerada a reserva ecológica, pois o escoamento total pode ser considerado o avaliado pela VEN.

Reservas reguladoras: $R_r = 47.06 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Exutórios naturais: $VEN = 2,19 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Disponibilidade efetiva: $D_e = 149,43 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Substituindo os valores acima em (16.2) e operando, vem:

$$BH = 47,06 \cdot 10^6 - (2,19 \cdot 10^6 + 149,43 \cdot 10^6)$$

$$BH = (47,06 - 149,43) \cdot 10^6$$

$$\mathbf{BH = -102,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.}$$

Conclusão: apesar de o balanço hidrogeológico acusar um saldo positivo da ordem de $520 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ para a área total da bacia sedimentar na RMM, quando se avalia o balanço hidrogeológico para a área urbana do município de Maceió, constata-se que já está havendo um saldo negativo, da ordem de $100 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, o que vem acarretando um contínuo rebaixamento dos níveis potenciométricos, somente aliviado nos últimos dez anos pela desativação de mais de 100 poços de elevadas vazões. Pode-se concluir que, na região urbana de Maceió, o sistema aquífero Barreiras-Marituba se encontra em regime de superexploração que merece um cuidado especial para evitar maiores problemas no futuro.

Esse problema é muito frequente na exploração concentrada de um determinado aquífero, pois, tendo em vista que as interferências múltiplas ocasionadas pelos cones de rebaixamento superpostos na região em regime de intensa exploração não se propagam por todo o aquífero, acontece de ocorrer áreas em superexploração e outras em regime de equilíbrio, tudo dentro de uma mesma bacia sedimentar.

17. ANÁLISE ECONÔMICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DE POÇOS TIPOS

A análise econômica da água leva em conta o custo do m³ de água bombeada na “boca do poço” e varia com o custo da obra, vazão do poço e outros elementos cuja metodologia será abordada a seguir.

Para calcular o custo do m³ de água bombeada em poços, nos diferentes aquíferos da Bacia Sedimentar Alagoas, será utilizada a equação seguinte, que envolve os custos de investimento e amortização do capital empregado na perfuração e instalação do poço, assim como os de energia elétrica.

$$C = (GFp + GFb + GE) / Va \quad (17.1)$$

Sendo:

GFp = gastos financeiros anuais referentes ao investimento no poço (R\$/ano);

GFb = gastos financeiros anuais referentes ao investimento na bomba e energização do poço (R\$/ano);

GE = gastos anuais com a energia de bombeamento (R\$/ano);

Va = volume anual produzido (m³).

Por outro lado, os valores de GFp, GFb, GE e Va são calculados a partir das seguintes equações:

$$GFp = (Ip.i / 2) + (Ip / Vp) \quad (17.2)$$

$$GFb = (Ib.i / 2) + (Ib / Vb) \quad (17.3)$$

$$GE = 0,002727 (Va AMt / u) ce \quad (17.4)$$

Sendo:

Ip = investimento na construção do poço (R\$);

Ib = investimento na aquisição da bomba e energização do poço (R\$);

i = taxa de remuneração do capital investido (% ao ano);

Vp = vida útil do poço (anos);

Vb = vida útil da bomba (anos);

AMt = altura manométrica de recalque da água bombeada (m);

u = rendimento do grupo motor-bomba (%);

ce = custo de energia (R\$/Kwh).

A equação (17.1) pode ser expressa da seguinte maneira:

$$C = \frac{[(Ip.i/2)+(Ip/Vp)] + [(Ib.i/2)+(Ib/Vb)] + 0,002727 \cdot \left(Va \cdot \frac{AMt}{u} \right) \cdot ce}{Va} \quad (17.5)$$

Considerando que a profundidade é um dos fatores que influem no cálculo do valor do m³ de água bombeada de um poço e que em Maceió a profundidade varia de acordo com o esquema que se segue:

- Prof. ≤ 50 m... ...30 %**
50 m < Prof. ≤ 100 m.. ...50 %
100 m < Prof..... 20%

Considerando ainda que fosse de bom alvitre a perfuração de poços totalmente penetrantes no sistema aquífero Barreiras/Marituba nas áreas mais promissoras (ver Item 18.11. Zoneamento de Exploração) com profundidades da ordem de até 300 m.

Serão analisadas quatro situações distintas de poços, com as seguintes profundidades:

- 40 m, captando os aquíferos rasos de sedimentos de praia e aluviões;
- 80 m, captando o aquífero Barreiras;
- 150 m, captando o sistema aquífero Barreiras/Marituba, parcialmente penetrante;
- 300 m, captando o aquífero Marituba, totalmente penetrante.

A perfuração e completação do poço deverão ser executadas segundo as normas técnicas NBR12.212 e 12.244 da ABNT, que são as mesmas para qualquer tipo de poço tubular, todavia as especificações técnicas variam de poço para poço em função da profundidade, diâmetro de perfuração e do revestimento, tipo de revestimento e filtro, extensão dos filtros, abertura dos filtros, extensão da cimentação no espaço anelar, dentre outras características.

A seguir, são apresentadas as especificações técnicas para cada um dos “poços tipos” em relação à profundidade e ao aquífero a ser captado.

Especificação do poço tipo 1:

Profundidade: 40 m

Diâmetro de perfuração: 9 7/8”

Revestimento: Tipo: PVC **Diâmetro:** 6” **Intervalo:** 0 – 26 m; 38 - 40 m

Filtro: Tipo: PVC **Abertura:** 0,75 mm **Diâmetro:** 6” **Intervalo:** 26 – 38 m

Pré-filtro: Tipo: cascalho selecionado quartzo **Diâmetro partículas:** 1 a 2 mm

Cimentação (intervalo): 0 – 18 m

Encascalhamento (intervalo): 20- 40 m

Desenvolvimento/limpeza: Método: pistoneamento **Duração:** mínimo de 48 h

Teste de vazão: Equipamentos: bomba submersa e tubo de Pitot **Duração:** 24 h

Custo aproximado (jan/2010): R\$ 35.000,00

Observação: o método de desenvolvimento/limpeza pode ser substituído por outro desde que apresente a eficiência desejável.

Especificação do poço tipo 2:

Profundidade: 80 m

Diâmetro de perfuração: 12 1/4”

Revestimento: Tipo: PVC **Diâmetro:** 6" **Intervalo:** 0 – 60 m; 78 – 80 m

Filtro: Tipo: PVC **Abertura:** 0,75 mm **Diâmetro:** 6" **Intervalo:** 60 – 78 m

Pré-filtro: Tipo: cascalho selecionado quartzoso **Diâmetro partículas:** 1 a 2 mm

Cimentação (intervalo): 0 – 40 m (processar em 2 etapas de 20 m cada)

Encascalhamento (intervalo): 40 – 80 m

Desenvolvimento/limpeza: Método: pistoneamento (perfuração com percussora) ou jateamento combinado com injeção de ar comprimido (perfuração com rotativa); podendo também utilizar o método de "air-surge-plunge" **Duração:** mínimo de 48 h

Teste de vazão: Equipamentos: bomba submersa e tubo de Pitot **Duração:** 24 h

Custo aproximado (jan/2010): R\$ 70.000,00

Especificação do poço tipo 3:

Profundidade: 150 m

Diâmetro de perfuração: 12 ¼"

Revestimento: Tipo: PVCRef **Diâmetro:** 6" **Intervalos:** 0–60 m; 80–110 m; 140–150 m (os intervalos exatos serão definidos em função da descrição litológica do furo)

Filtro: Tipo: PVCRef. **Abertura:** 0,75 mm **Diâmetro:** 6" **Intervalo:** 60 – 80 m; 110-140 m (os intervalos exatos serão definidos em função da descrição litológica do furo).

Pré-filtro: Tipo: cascalho selecionado quartzoso **Diâmetro partículas:** 1 a 2 mm

Cimentação (intervalo): 0 – 40 m (processar em 2 etapas de 20 m cada)

Encascalhamento (intervalo): 40 – 150 m

Desenvolvimento/limpeza: Método: pistoneamento (perfuração com percussora) ou jateamento combinado com injeção de ar comprimido (perfuração com rotativa); podendo também utilizar o método de "air-surge-plunge" **Duração:** 48 h

Teste de vazão: Equipamentos: bomba submersa e tubo de Pitot **Duração:** 24 h

Custo aproximado (jan/2010): R\$ 150.000,00

Especificação do poço tipo 4:

Profundidade: 300 m

Diâmetro de perfuração: 14 ¼"

Revestimento: Tipo: Aço galvaniz. **Diâmetro:** 8" **Intervalo:** 0 – 90 m; 130-170 m; 210-250 m; 290 – 300 m (os intervalos exatos serão definidos em função da descrição litológica atravessada pelo furo)

Filtro: Tipo: Aço galvaniz. **Abertura:** 0,75 mm **Diâmetro:** 8" **Intervalo:** 90-130 m; 170-210 m; 250-290 m (os intervalos exatos serão definidos em função da descrição litológica atravessada pelo furo)

Pré-filtro: Tipo: cascalho selecionado quartzoso **Diâmetro partículas:** 1 a 2 mm

Cimentação (intervalo): 0 – 60 m (processar em 2 etapas de 30 m cada)

Desenvolvimento/limpeza: Método: pistoneamento (perfuração com percussora) ou jateamento combinado com injeção de ar comprimido (perfuração com rotativa); podendo também utilizar o método de “air-surge-plunge” **Duração:** 48 h

Teste de vazão: Equipamentos: bomba submersa e tubo de Pitot **Duração:** 24 h

Custo aproximado (jan/2010): R\$ 400.000,00

A partir das especificações técnicas acima apresentadas podem ser calculados os valores respectivos de m^3 de água bombeada em cada um dos quatro tipos de poços, como será visto em seguida:

Para o cálculo do m^3 de água na boca do poço será utilizada a equação apresentada no início deste capítulo.

Para melhor entender as especificações acima apresentadas são mostradas nas Figuras 17.1 a 17.4 os quatro perfis tipo de poços tubular, a partir de situações hipotéticas, porém bastante próximas da realidade.

Deve-se levar em conta que as posições dos filtros apresentadas nesses perfis, poderão sofrer mudanças em função da descrição do perfil litológico atravessado pela perfuração.

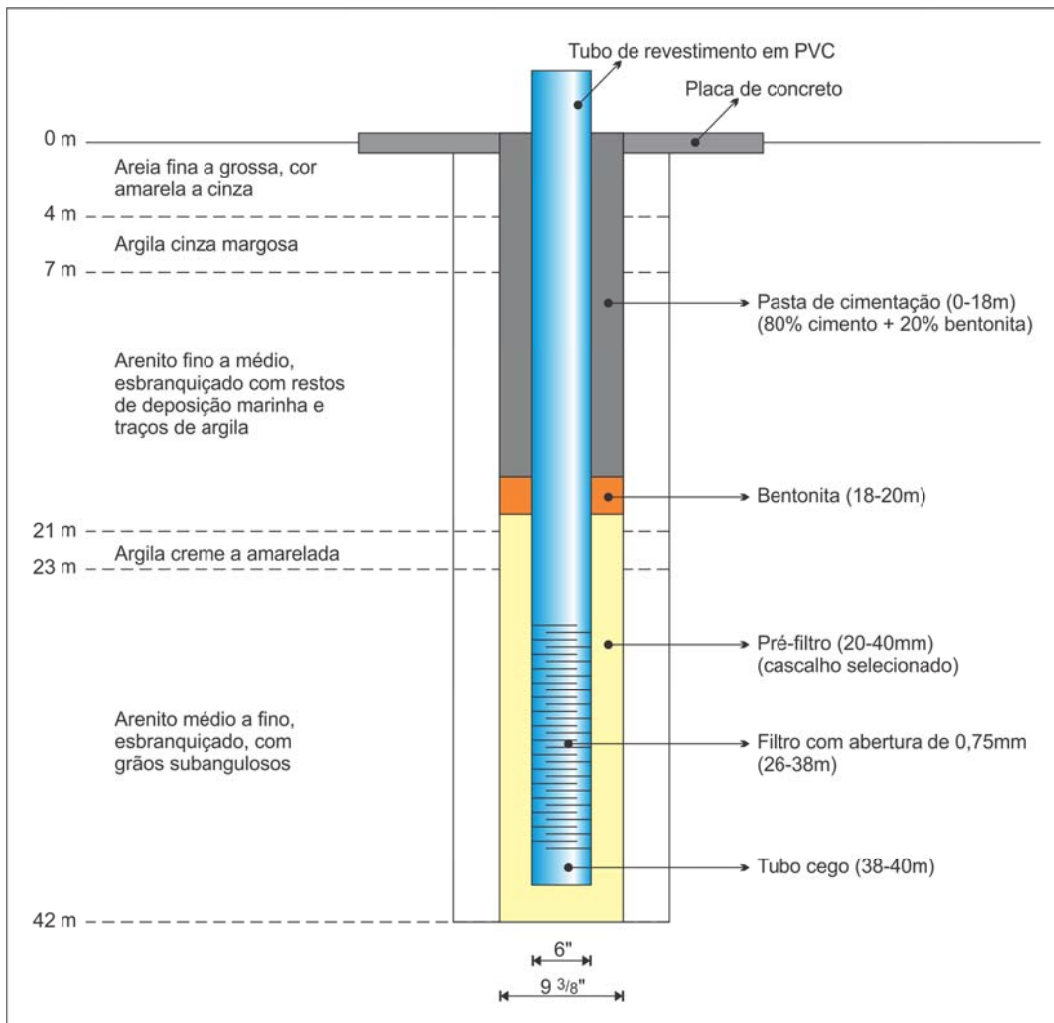


Figura 17.1 – Perfil tipo de poço tubular com 40 m de profundidade captando Sedimentos de Praia ou Aluvião.

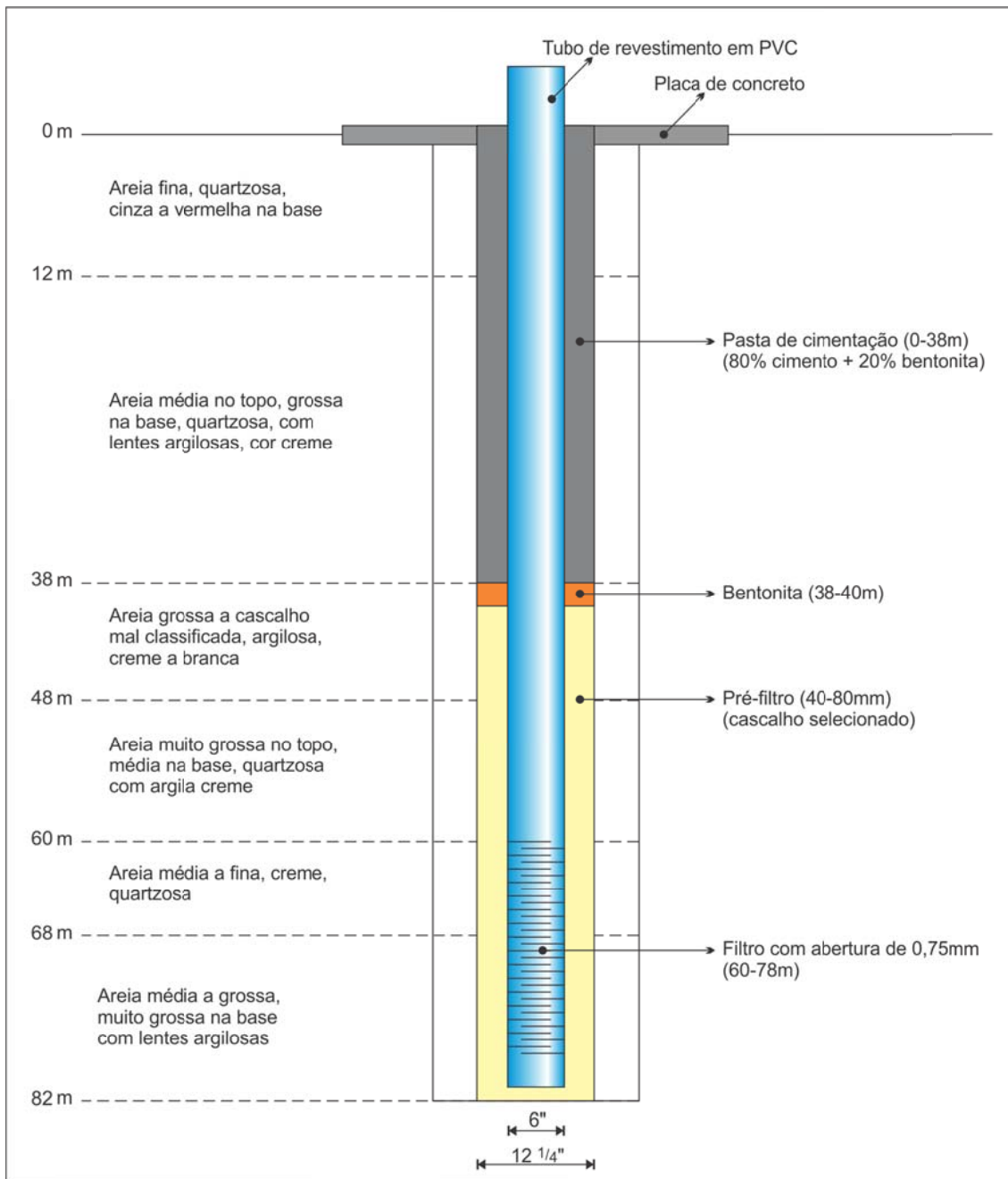


Figura 17.2 – Perfil tipo de poço tubular com 80 m de profundidade captando o aquífero Barreiras.

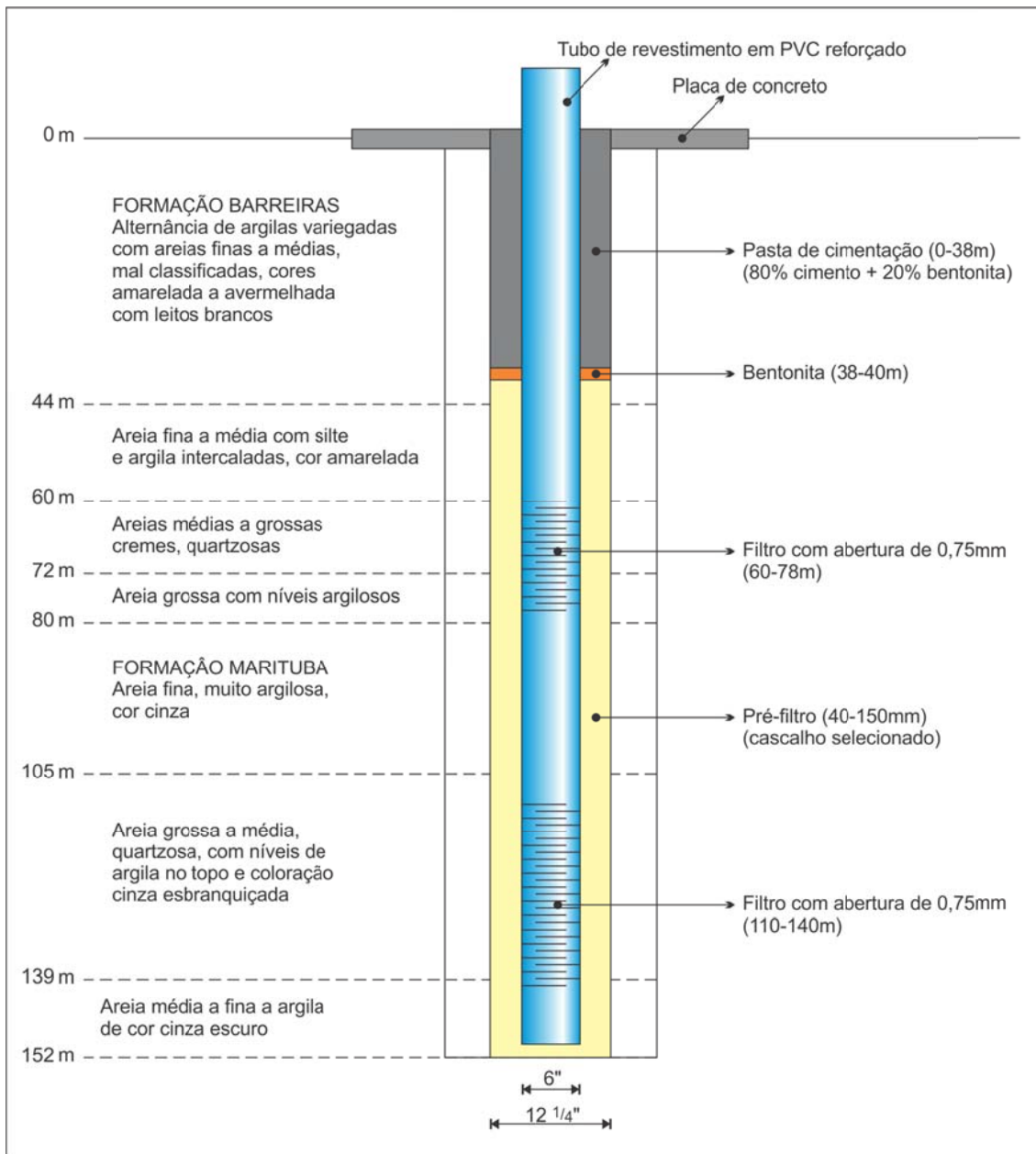


Figura 17.3 – Perfil tipo de poço tubular com 150 m de profundidade captando os aquíferos Barreiras e Marituba.

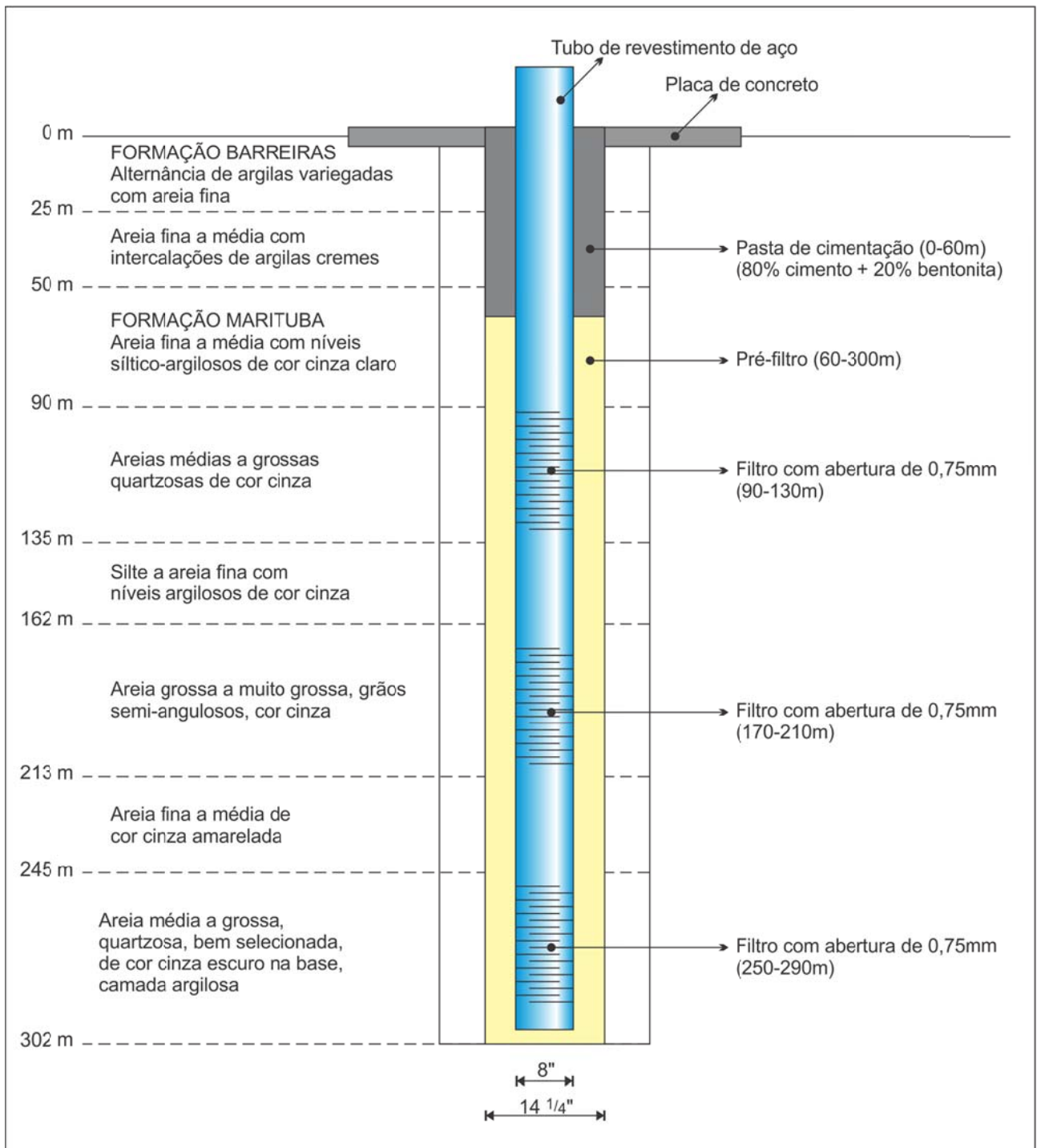


Figura 17.4 – Perfil tipo de poço tubular totalmente penetrante no aquífero Marituba.

O custo da água para cada “poço tipo” será avaliado a seguir:

Poço tipo 1

Características do poço:

Profundidade: 40 m;

NE = 20 m;

Diâmetro de perfuração: 9 7/8” ;

Revestimento + filtro: 40 m, sendo 28 m tubo cego e 12 m de filtro, de 6” diâmetro;

Vazão estimada para 10 m de rebaixamento: $V_a = 6 \text{ m}^3/\text{h} = 52.560 \text{ m}^3/\text{ano}$;

Altura manométrica total: $AMt = 40 \text{ m}$ (considera-se a água na boca do poço);

Parâmetros intervenientes no custo:

l_p = investimento na construção do poço = R\$ 35.000,00;

l_b = investimento na aquisição da bomba e energização do poço = R\$ 5.000,00;

i = taxa de remuneração do capital investido = 8% = 0,08;

V_p = vida útil do poço = 10 anos;

V_b = vida útil da bomba = 4 anos;

u = rendimento do grupo motor-bomba = 70% = 0,7;

ce = custo de energia = R\$ 0,23/Kwh;

Substituindo os valores das variáveis acima nas equações (17.2), (17.3) e (17.4), e por último, na equação (17.5), resulta, após as operações sucessivas, em:

$$C = \text{R\$ } 0,156 \text{ /m}^3.$$

Poço tipo 2

Características do poço:

Profundidade: 80 m;

NE = 50 m;

Diâmetro de perfuração: 9 7/8” ;

Revestimento: 80 m, de 6” de diâmetro, sendo 62 m de tubo cego e 18 m de filtro;

Vazão estimada para 20m de rebaixamento: $20 \text{ m}^3/\text{h} = 175.200 \text{ m}^3/\text{ano}$;

Altura manométrica total: $AMt = 70 \text{ m}$ (considera-se a água na boca do poço);

Parâmetros intervenientes no custo:

l_p = investimento na construção do poço = R\$ 70.000,00;

l_b = investimento na aquisição da bomba e energização do poço = R\$ 8.000,00;

i = taxa de remuneração do capital investido = 8% = 0,08;

V_p = vida útil do poço = 10 anos;

V_b = vida útil da bomba = 4 anos;

u = rendimento do grupo motor-bomba = 70% = 0,7;

ce = custo de energia = R\$ 0,23/Kwh;

Substituindo os valores das variáveis acima nas equações (17.2), (17.3) e (17.4), e por último, na equação (17.5), deste capítulo resulta, após as operações sucessivas, em:

$$C = R\$ 0,132 /m^3$$

Poço tipo 3

Características do poço:

Profundidade: 150 m;

NE = 50 m;

Diâmetro de perfuração: 9 7/8”;

Revestimento: 150 m, de 6” de diâmetro, sendo 100 m de tubo cego e 50 m de filtro;

Vazão estimada para 20 m de rebaixamento: $V_a = 120 \text{ m}^3/\text{h} = 1.051.200 \text{ m}^3/\text{ano}$;

Altura manométrica total: $AMt = 70 \text{ m}$ (considera-se a água na boca do poço);

Parâmetros intervenientes no custo:

l_p = investimento na construção do poço = R\$ 150.000,00;

l_b = investimento na aquisição da bomba e energização do poço = R\$ 15.000,00;

i = taxa de remuneração do capital investido = 8% = 0,08;

V_p = vida útil do poço = 10 anos;

V_b = vida útil da bomba = 4 anos;

u = rendimento do grupo motor-bomba = 70% = 0,7;

ce = custo de energia = R\$ 0,23/Kwh;

Substituindo os valores das variáveis acima nas equações (17.2), (17.3) e (17.4), e por último, na equação (17.5), deste capítulo resulta, após as operações sucessivas, em:

$$C = R\$ 0,087 /m^3$$

Poço tipo 4

Características do poço:

Profundidade: 300 m;

NE = 40 m;

Diâmetro de perfuração: 14 1/4”;

Revestimento: 300 m, de 6” diâmetro, sendo 180 m de tubo cego e 120 m de filtro;

Vazão estimada para 30 m de rebaixamento: $V_a = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 1.752.000 \text{ m}^3/\text{ano}$;

Altura manométrica total: $AMt = 70 \text{ m}$ (considera-se a água na boca do poço);

Parâmetros intervenientes no custo;

l_p = investimento na construção do poço = R\$ 400.000,00;

l_b = investimento na aquisição da bomba e energização do poço = R\$ 20.000,00;

i = taxa de remuneração do capital investido = 8% = 0,08;

V_p = vida útil do poço = 10 anos;

V_b = vida útil da bomba = 4 anos;

u = rendimento do grupo motor-bomba = 70% = 0,7;

ce = custo de energia = R\$ 0,23/Kwh;

Substituindo os valores das variáveis nas equações (17.2), (17.3) e (17.4), e por último, na equação (17.5), deste capítulo resulta, após as operações sucessivas, em:

$$C = \text{R\$ } 0,098 / \text{m}^3$$

Em resumo, os poços do tipo 1, 2, 3 e 4, com profundidades respectivamente de 50, 80, 150 e 300 m apresentam os seguintes valores do m^3 de água bombeada:

Poço de 40 m de profundidade: $\text{m}^3 = \text{R\$ } 0,156$;

Poço de 80 m de profundidade: $\text{m}^3 = \text{R\$ } 0,132$;

Poço de 150 m de profundidade: $\text{m}^3 = \text{R\$ } 0,087$;

Poço de 300 m de profundidade: $\text{m}^3 = \text{R\$ } 0,098$.

18. PLANO DE GESTÃO

Os Termos de Referência para realização dos estudos da Região Metropolitana de Maceió previam a elaboração de uma proposta de lei para regular a exploração das águas subterrâneas naquela região, todavia, durante a realização dos trabalhos contratados ao consórcio TECHNE/PROJETEC, a Assembléia Legislativa do Estado de Alagoas aprovou e o governador do Estado sancionou a Lei nº 7.094, de 02 de setembro de 2009 que “Dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas de domínio no estado de Alagoas e dá outras providências”.

Em face desse ocorrido ficou acertado entre as duas partes, contratante e contratado, que o consórcio iria efetuar uma análise sobre a lei aprovada e se comprometia a elaborar uma proposta de regulamentação da referida lei.

Em seguida será apresentada a lei aprovada em 2009 no Estado de Alagoas, seguindo-se da análise crítica da mesma.

18.1. A Lei 7.094 de 2/9/2009

ESTADO DE ALAGOAS

GABINETE DO GOVERNADOR

LEI Nº 7.094, DE 2 DE SETEMBRO DE 2009.

**DISPÕE SOBRE A CONSERVAÇÃO E
PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
DE DOMÍNIO NO ESTADO DE ALAGOAS E
DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.
O GOVERNADOR DO ESTADO DE ALAGOAS**

Faço saber que o Poder Legislativo Estadual decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º As águas subterrâneas do domínio do Estado de Alagoas, reger-se-ão pelas disposições desta Lei, bem como das normas dela decorrentes, e, no que couber, pela legislação pertinente aos recursos hídricos.

Parágrafo único. Se, por razões de qualidade físico-química e propriedades oligominerais as águas subterrâneas prestarem à exploração para fins terapêuticos ou comerciais, e puderem ser classificadas como água mineral, sua utilização será regida pelas legislações federal e estadual pertinentes, e pelas disposições desta Lei, no que lhe couber.

Art. 2º Será sempre considerada a interconexão entre as águas subterrâneas e as superficiais e as interações presentes no ciclo hidrológico, na aplicação desta Lei e das normas que dela decorrerem.

Art. 3º Na falta de regulamentação específica serão seguidas as determinações estabelecidas nas resoluções dos órgãos competentes (Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, Conselho Estadual de Meio Ambiente, e Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, e outras legislações pertinentes).

CAPÍTULO II DA GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 4º A gestão e o gerenciamento devem considerar e garantir os usos múltiplos das águas subterrâneas, as peculiaridades de função do aquífero, os aspectos de qualidade e quantidade para a promoção do desenvolvimento social e ambientalmente sustentável, as medidas de conservação e proteção, outorgas e a fiscalização.

Art. 5º O gerenciamento das águas subterrâneas dar-se-á através da aplicação dos instrumentos de gestão.

Art. 6º O Poder Executivo, através do órgão gestor de recursos hídricos, desenvolverá ações visando promover o gerenciamento eficaz das águas subterrâneas, mediante:

I – instituição e manutenção atualizada de cadastro de captações e de sistema de informações de águas subterrâneas, que deverão ser contextualizados dentro do Sistema;

Estadual de Informações de Recursos Hídricos e de acesso gratuito;

II – implantação de rede de monitoramento da qualidade e quantidade dos aquíferos;

III – proposições e implantação de programas permanentes de proteção, conservação e recuperação dos aquíferos, visando o seu uso sustentável;

IV – implantação dos instrumentos de gestão e de consultas permanentes, de forma a atender aos usuários na obtenção de produtos e serviços; e

V – proposição de regulamentos e normas complementares a esta Lei.

Art. 7º Os aquíferos podem estar subjacentes a dois ou mais Estados, assim como a duas ou mais bacias hidrográficas estaduais ou federais. Para possibilitar a efetiva gestão destes, o órgão gestor de recursos hídricos estadual deverá promover a articulação entre os demais Estados envolvidos para propor a uniformização de diretrizes e critérios para gestão e gerenciamento integrado.

§ 1º É facultativo ao Poder Executivo, através do órgão gestor de recursos hídricos, e ouvido o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, celebrar convênio ou estabelecer qualquer outro tipo de instrumento com outros Estados, relativamente aos aquíferos também a eles subjacentes, objetivando estabelecer normas e critérios que permitam o uso harmônico e sustentável das águas.

§ 2º É facultativo ao Poder Executivo, através do órgão gestor de recursos hídricos e ouvido o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, celebrar Termos de Cooperação Técnica e Convênios com a União para o estabelecimento de parceria com a finalidade de promover a gestão efetiva das águas subterrâneas, e todas as atividades a ela inerentes, do Estado de Alagoas, sem perda ou diminuição de sua dominialidade.

Art. 8º O órgão gestor de recursos hídricos deverá orientar e articular com os Municípios medidas para promoção da gestão integrada das águas subterrâneas em seus territórios, em consonância com os planos de recursos hídricos ou com as diretrizes estabelecidas pelo órgão gestor estadual.

Parágrafo único. Nestas medidas deverão estar (mecanismos de estímulo) aos Municípios para a proteção das áreas de recarga (direta e indireta) dos aquíferos e a adoção de práticas de reuso e recarga artificial, com vistas ao aumento das disponibilidades hídricas e a proteção da qualidade das águas subterrâneas.

CAPÍTULO III DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

Art. 9º Na implementação dos instrumentos da PERH deverão ser incorporadas medidas que assegurem a promoção da gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas, observadas as seguintes diretrizes:

I – nos planos de recursos hídricos deverão constar, no mínimo, os dados e informações necessários ao gerenciamento integrado das águas, em atendimento à legislação pertinente;

II – o enquadramento dos corpos de água subterrânea em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aquíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos, observada a legislação pertinente;

III – nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas, visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e dos corpos de água superficiais a eles interligados;

IV – a cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos deverá obedecer a critérios estabelecidos em legislação específica; e

V – os sistemas de informações de recursos hídricos deverão reunir, dar consistência e divulgar os dados qualitativos e quantitativos das águas subterrâneas do Estado de Alagoas.

CAPÍTULO IV DA CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO

Art. 10. A conservação e a proteção das águas subterrâneas implicam no seu uso racional, na aplicação de medidas de controle da poluição e da manutenção de seu equilíbrio físico-químico e biológico em relação aos demais recursos naturais.

Art. 11. Deverão ser estabelecidas e adotadas medidas para proteção e conservação da qualidade e quantidade das águas subterrâneas para preservar os mananciais existentes no Estado de Alagoas.

§ 1º Os resíduos de qualquer natureza, somente poderão ser transportados, armazenados ou lançados de forma a não poluírem as águas subterrâneas.

§ 2º A descarga de poluentes que possam degradar a qualidade das águas subterrâneas será punida na forma prevista nesta Lei e em normas dela decorrentes e outras legislações pertinentes, sem prejuízo das sanções penais cabíveis.

Art. 12. Os Municípios deverão ser orientados da importância do uso e ocupação do solo, em especial relativo às áreas de recarga (direta e indireta) e descarga de aquíferos.

Art. 13. Deverá ser articulado junto aos Municípios mobilização social para a proteção e conservação das águas subterrâneas, assim como a manutenção e preservação das captações existentes, prioritariamente nas regiões abrangidas pelo semi-árido ou por escassez de água.

Art. 14. Para efetiva conservação e proteção das águas subterrâneas deverá ser realizado monitoramento permanente da quantidade e qualidade.

Seção I Da Qualidade

Art. 15. A implantação ou ampliação de empreendimentos industriais, agropecuários, agroindustriais, aterros sanitários, cemitérios, obras civis subterrâneas ou qualquer outra fonte potencialmente impactantes nas águas subterrâneas, que tragam periculosidade e risco à saúde pública e às características de quantidade e qualidade dos aquíferos deverão conter caracterização da hidrogeologia local e regional, assim como medidas de proteção emergenciais e de recuperação a serem adotados pelo órgão ambiental e pelo órgão gestor de recursos hídricos.

Art. 16. As captações de água subterrânea deverão ser dotadas de medidas adequadas de proteção, com a finalidade de evitar a infiltração de poluentes.

§ 1º Nas áreas de proteção dessas captações, serão instituídos perímetros de proteção sanitária e de alerta contra a poluição.

§ 2º Os poços abandonados, ou em funcionamento, que acarretem ou possam acarretar poluição, ou representem riscos aos aquíferos, e às construções de poços realizadas para outros fins que não os outorgados, deverão ser adequadamente tamponados (cimentado), de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.

§ 3º Os responsáveis pelos poços tubulares ficam obrigados a comunicar ao órgão gestor a desativação destes, temporária ou definitivamente.

Art. 17. As áreas com depósitos de resíduos e/ou efluentes perigosos construídos no solo devem ser dotadas de monitoramento das águas subterrâneas, sob a responsabilidade e ônus do proprietário do empreendimento, com plano aprovado pelos órgãos gestores e deverá conter:

I – a caracterização do resíduo a ser depositado;

II – a localização e projetos dos poços de monitoramento, de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;

III – a forma e frequência de coleta de amostras, os parâmetros a serem analisados os métodos analíticos adotados, levando-se em consideração a caracterização do resíduo depositado; e

IV – o sentido de fluxo, espessura da zona saturada do aquífero livre e das possíveis interconexões, com os outros sistemas aquíferos.

§ 1º O responsável pelo empreendimento deverá elaborar e fornecer relatórios periódicos aos órgãos competentes.

§ 2º Em caso de comprovada alteração dos parâmetros naturais da qualidade da água subterrânea, o responsável pelo empreendimento deverá executar os trabalhos necessários à sua recuperação, ficando sujeito às sanções cabíveis previstas nesta Lei e outras correlatas, sem prejuízo de outras sanções legais.

Seção II

Da Quantidade

Art. 18. Os poços jorrantes deverão ser dotados de dispositivos que impeçam desperdícios da água, ou eventuais desequilíbrios ambientais.

Art. 19. O usuário de obras de captação de águas subterrâneas deve operá-las de acordo com as condições estipuladas pelo órgão gestor em função da disponibilidade do aquífero e a evitar desperdícios, podendo o órgão gestor exigir a reparação dos danos que forem causados. No caso de isentos de outorga, o uso deverá ser de acordo com o cadastro efetuado pelo órgão gestor.

Art. 20. As captações de águas subterrâneas deverão ser dotadas de equipamentos hidrométricos, definidos pelo órgão gestor, cujas informações serão a este apresentadas periodicamente.

Art. 21. A implantação ou ampliação de Distritos Industriais e projetos de irrigação, colonização, urbanização e abastecimento comunitário, usuários de águas subterrâneas, bem como outras captações de volumes elevados dessas águas, assim definidas pelo órgão gestor de recursos hídricos responsável, deverão ser precedidas de estudo hidrogeológico para avaliação da disponibilidade hídrica bem como do não comprometimento da qualidade do aquífero a ser explorado.

§ 1º Os estudos hidrogeológicos e projetos de captação de águas subterrâneas deverão ser executados por profissionais, empresas ou instituições legalmente habilitados perante o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de Alagoas – CREA/AL, e submetidos à aprovação do órgão gestor.

§ 2º As obras de captações de águas subterrâneas deverão ser construídas de acordo com as normas técnicas da ABNT e as adotadas pelo órgão gestor de recursos hídricos.

Seção III

Das Áreas de Proteção

Art. 22. Quando, no interesse da conservação, proteção ou manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de águas, ou por motivos hidrogeológicos e geotécnicos, se fizer necessário restringir a captação dessas águas, o órgão outorgante do direito de uso poderá delimitar áreas destinadas à sua proteção e controle, restringir as vazões captadas por poços, estabelecer as distâncias mínimas entre poços e tomar quaisquer outras medidas que o caso requeira.

Art. 23. Caberá aos organismos estaduais de controle ambiental estabelecer os critérios para proteção das áreas de captação e recarga visando à manutenção de padrões de qualidade e quantidade de água dos aquíferos.

CAPÍTULO V DO LICENCIAMENTO, DA OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA E DO CADASTRAMENTO

Seção I Da Licença de Execução

Art. 24. A execução das obras destinadas à captação de águas subterrâneas dependerá de Licença de Execução, expedida em conformidade com normas e critérios estabelecidos pelo órgão gestor de recursos hídricos, obedecidas as seguintes condições:

I – requerimento ao órgão gestor de recursos hídricos, solicitando a Licença de Execução;

II – regularização, junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA/AL, incluindo comprovante da Anotação de Responsabilidade Técnica -ART; e

III – elaboração de projeto e execução da obra em conformidade com as especificações técnicas, com a apresentação, inclusive, de relatórios técnicos detalhados, cujo modelo será fornecido pelo órgão gestor de recursos hídricos.

Art. 25. Aprovados os estudos e projetos da obra de captação, o órgão gestor de recursos hídricos expedirá uma portaria autorizando a execução do credenciando de seus agentes para quando necessário, acompanharem a obra e realizarem os testes e as análises recomendáveis.

Seção II Da Outorga de Uso de Recursos Hídricos

Art. 26. A utilização das águas subterrâneas do Estado de Alagoas dependerá da cessão, concessão ou autorização de uso, outorgada pelo órgão gestor de recursos hídricos, nos casos seguintes:

I – Cessão de uso a título gratuito ou oneroso, sempre que o usuário seja órgão ou entidade pública;

II – Concessão de uso, consistindo na outorga de caráter contratual, permanente e privativa, de uma parcela de recursos hídricos para que o particular ou pessoa jurídica, dela faça uso ou explore, segundo sua destinação e condições especificadas; e

III – Autorização de uso, consistindo na outorga deferida em caráter unilateral e precário a pessoa física ou jurídica, dando-lhes consentimento para utilizar determinada quantidade de água, sob condições especificadas.

Art. 27. A outorga será condicionada à existência de condições naturais que não venham a comprometer o aquífero, quantitativa ou qualitativamente, pela exploração pretendida.

§ 1º A outorga de direito de uso da água subterrânea ficará condicionada aos objetivos do Plano Estadual de Recursos Hídricos e considerará os fatores ambientais, econômicos e sociais envolvidos, e o caput deste artigo;

§ 2º Quando não houver definição clara no Plano Estadual de Recursos Hídricos ou quando não houver o referido plano, ficará a cargo do órgão gestor condicionar a outorga aos fatores de disponibilidade qualitativa e quantitativamente.

Art. 28. As captações de águas subterrâneas destinadas exclusivamente ao usuário doméstico (urbano ou rural) e aquelas feitas em áreas, de profundidades e vazões insignificantes, estarão dispensadas da Licença de Execução e da Outorga de Direito de Uso da Água, ficando, todavia, sujeitas à fiscalização nos aspectos relativos à defesa da saúde pública e à proteção dos aquíferos.

§ 1º Os critérios para a caracterização de profundidades e vazões insignificantes, deverão ser determinados pela autoridade gestora.

§ 2º Os proprietários dessas captações ficam obrigados a cadastrá-las, na forma do art. 13 desta Lei e de sua posterior regulamentação.

Art. 29. As outorgas para obras ou ações de interferência nos aquíferos, rebaixamento para mineração, obras civis, captação de recursos hídricos e outros, deverão contar com normatização específica.

Art. 30. Os titulares das Outorgas serão obrigados a:

I – cumprir as exigências da autoridade outorgante;

II – atender à fiscalização, permitindo o livre acesso aos planos, projetos, relatórios, contratos, registros e quaisquer documentos referentes à Outorga;

III – construir e manter, quando e onde for determinada pela autoridade outorgante, a instalação necessária às observações hidrométricas das águas extraídas;

IV – manter em perfeito estado de conservação e funcionamento os bens e as instalações vinculadas à Outorga;

V – não ceder a água captada a terceiros, com ou sem ônus, sem a previa anuência da autoridade outorgante; e

VI – permitir a realização de testes e análises do interesse hidrogeológico, por técnicos credenciados pela autoridade outorgante.

Art. 31. As Cessões, Concessões e Autorizações serão outorgadas por prazo compatível com a natureza do serviço a que se destine o aproveitamento, observando o disposto da legislação vigente, podendo ser renovadas por igual período, e será sempre condicionada à disponibilidade existente, para o exercício do direito de uso das águas subterrâneas.

Parágrafo único. Se, durante 3 (três) anos consecutivos, o outorgado deixar de fazer uso das águas, nos termos da outorga, esta será declarada caduca.

Art. 32. No caso de ampliação de empreendimento com a construção de novos poços ou aumento da vazão explorada de poços já outorgados, deverá ser solicitada nova outorga ou outorga aditiva aos poços com os quais se pretende aumentar a exploração.

Art. 33. No caso de haver risco de escassez das águas subterrâneas, ou no caso em que o interesse público prevalecer, não assiste ao outorgado qualquer direito à indenização, a nenhum título, e a autoridade administrativa poderá:

I – determinar a suspensão da outorga de uso, até que o aquífero se recupere, e seja superada a situação determinante da carência de água;

II – determinar a restrição ao regime de operação do outorgado; e

III – revogar a Outorga para uso de água subterrânea.

Art. 34. Os atos da Outorga farão referência à cobrança pela utilização da água nos termos da legislação específica, sem prejuízo ao direito de terceiros.

Seção III

Do Cadastramento

Art. 35. Toda captação de água subterrânea no Estado de Alagoas, isenta ou não de Outorga, deve ser cadastrada, na forma prevista nesta Lei, seu regulamento e normas decorrentes, apresentando as informações técnicas exigidas e permitir o acesso da fiscalização no local.

§ 1º O órgão gestor de recursos hídricos cadastrará as captações, formando o “Banco de Dados de Águas Subterrâneas do Estado de Alagoas”, abrangendo inclusive, os poços em operação e aqueles abandonados e incorporará este banco ao Sistema Estadual de Informações de Águas Subterrâneas.

§ 2º As novas captações que não se enquadrarem em usos insignificantes estarão sujeitas às sanções previstas nesta Lei e na regulamentação decorrente sem prejuízo das sanções penais.

Art. 36. As informações que constarem no Sistema Estadual de Informações de Águas Subterrâneas, serão de utilidade pública, podendo qualquer interessado a elas ter acesso, nos termos da norma a ser estabelecida pelo órgão gestor de recursos hídricos.

CAPÍTULO VI

DA FISCALIZAÇÃO

Art. 37. Compete ao órgão gestor de recursos hídricos fiscalizar o cumprimento das disposições previstas nesta Lei, seu regulamento e normas decorrentes.

Art. 38. Fica assegurado aos agentes públicos credenciados, no exercício da ação fiscalizadora, o livre acesso aos pontos de captação, às obras ou aos serviços que possam afetar a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas.

Parágrafo único. Aos agentes públicos credenciados, entre outras atribuições previstas em lei ou regulamentos, cabe o exercício das seguintes funções, podendo, se necessário, requisitar a força policial para garantir a sua execução:

I – efetuar vistorias, levantamentos, avaliações, colher amostras, efetuar medições, e examinar a documentação técnica pertinente;

II – verificar a ocorrência de infrações e emitir os respectivos autos;

III – intimar, por escrito, o infrator a prestar esclarecimentos em local, dia, e hora previamente fixados; e

IV – aplicar sanções previstas em lei.

Art. 39. A utilização da água subterrânea ficará sujeita à fiscalização quanto à qualidade, para o fim a que se destina, nos termos da legislação pertinente.

Parágrafo único. A captação de água subterrânea para fins de distribuição de água potável por intermédio de veículos transportadores e com natureza comercial, somente poderá ser feita em poços previamente autorizados pelo órgão gestor de recursos hídricos mediante outorga, sujeitando-se a atividade aos termos da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde ou legislação que a venha substituir, devendo as análises que comprovem sua potabilidade serem realizadas em laboratórios habilitados e registrados no Conselho Regional de Química – 17ª Região.

CAPÍTULO VII DAS INFRAÇÕES

Art. 40. São consideradas infrações às disposições desta Lei e das normas dela decorrentes:

I – implantar ou iniciar a implantação de empreendimento relacionado com a extração de águas subterrâneas sem obter a Licença de Execução;

II – utilizar águas subterrâneas, para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso, nos casos previstos nesta Lei;

III – fraudar as medições dos volumes de água utilizada ou declarar valores diferentes dos constantes dos medidores;

IV – obstar ou dificultar a ação da fiscalização, no exercício de suas funções;

V – deixar de cadastrar obra de captação;

VI – provocar salinização ou poluição dos aquíferos;

VII – deixar de vedar poço, ou outra obra de captação, abandonado ou inutilizado;

VIII – deixar de colocar dispositivo de controle em poços jorrantes;

IX – remover cobertura vegetal em área de recarga de aquífero instituída pelo Poder Público;

X – alterar o local da obra para o qual foi licenciada;

XI – descumprir as medidas preconizadas para as áreas de proteção ou de restrição e controle; e

XII – infringir outras disposições desta Lei e das normas dela decorrentes.

Art. 41. As infrações previstas no art. 39 desta Lei, a critério da autoridade outorgante, serão classificadas em leves, graves e gravíssimas, levando-se em conta:

- I – a maior ou menor gravidade;
- II – as circunstâncias atenuantes ou agravantes; e
- III – os antecedentes do infrator.

Parágrafo único. Responderá pela infração quem, por qualquer modo a cometer, concorrer para a sua prática ou dela beneficiar-se.

CAPÍTULO VIII DAS SANÇÕES

Art. 42. O descumprimento das disposições desta Lei e das normas dela decorrentes sujeitará ao infrator às seguintes sanções, aplicáveis pela autoridade outorgante, independentemente de sua ordem de enumeração:

- I – advertência por escrito, na qual constará prazo para correção das irregularidades;
- II – multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração;
- III – intervenção administrativa temporária;
- IV – interdição/embargo provisório ou definitivo de acordo com legislação pertinente;
- V – demolição;
- VI – revogação da outorga; e
- VII – obstrução do poço.

§ 1º As sanções previstas nos incisos III a VII deste artigo poderão ser aplicadas sem prejuízo daquelas constantes nos incisos I e II deste artigo.

§ 2º Serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas neste artigo, e ainda responder pela indenização dos danos a que der causa.

Art. 43. As multas terão os seus valores estabelecidos nas seguintes bases:

- I – de 25 a 2345 UPFALs, para as infrações leves;
- II – de 2365 a 4690 UPFALs, para as infrações graves; e
- III – de 4715 a 23445 UPFALs, para as infrações gravíssimas.

§ 1º Sempre que da infração resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, destruição de bens, ou prejuízos a terceiros, a multa nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

§ 3º A critério do outorgante, poderá haver cobrança de multa diária, nos limites estabelecidos neste artigo, até que o infrator faça cessar a irregularidade.

§ 4º Os valores das multas deverão ser revistos sempre que houver desvalorização ou perda do custo/benefício da sanção.

Art. 44. A intervenção administrativa temporária ou a interdição poderão ser efetuadas quando houver perigo iminente à saúde pública e, a critério da autoridade aplicadora, na ocorrência de infração continuada, devendo cessar quando removidas as causas que as determinaram.

Art. 45. O embargo e a demolição poderão ser efetuados no caso de obras e construções efetivadas sem a necessária Licença de Execução, ou em desacordo com a outorga expedida, quando sua permanência ou manutenção contrariar as disposições desta Lei ou normas dela decorrentes.

Art. 46. As sanções administrativas previstas nesta Lei não eximirão os infratores das penalidades estabelecidas na legislação comum ou especial aplicável.

Art. 47. As multas constantes nesta Lei deverão ser recolhidas conforme instrução normativa do órgão gestor, sujeitando-se o infrator às medidas judiciais cabíveis, em caso de descumprimento.

Parágrafo único. As multas constantes desta Lei constituem recursos do FERH, não podendo ter outra destinação.

Art. 48. Da imposição das penalidades caberá recurso ao órgão gestor, formulado por escrito, em modelo padronizado, conforme estabelecido em regulamento.

CAPÍTULO IX DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 49. Os programas permanentes de preservação e conservação das águas subterrâneas contarão com recursos do FERH, sem prejuízo de outras dotações orçamentárias do Poder Executivo.

Art. 50. Deverão ser desenvolvidos estudos hidrogeológicos através dos órgãos competentes, para o conhecimento de sua potencialidade, vulnerabilidade e demais dados necessários a uma efetiva gestão dos aquíferos de domínio do Estado.

Art. 51. Nas instalações de captação de águas subterrâneas destinadas a abastecimento público, os concessionários desses serviços realizarão periodicamente análises físicas, químicas e bacteriológicas da água, nos termos da legislação pertinente.

Art. 52. As escavações, sondagens ou obras para pesquisa relativa a lavra mineral, ou para outros fins, que atingirem águas subterrâneas, deverão ter tratamento idêntico a poço abandonado, de forma a preservar e conservar os aquíferos.

Art. 53. A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização do órgão gestor e estará condicionada à realização de estudos que comprovem sua conveniência técnica, econômica e sanitária e a preservação e/ou recuperação da qualidade das águas subterrâneas.

Art. 54. Para que esta Lei possa alcançar efetividade deve ser realizada campanha informativa e educativa, tanto em nível estadual como municipal, sobre as novas determinações.

Art. 55. Esta Lei será regulamentada pelo Poder Executivo no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias contados da data de sua publicação, sobre águas subterrâneas de domínio do Estado, orientado segundo as legislações Federal e Estadual pertinentes e nos termos da presente Lei.

Art. 56. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 57. Revogam-se as disposições em contrário.

PALÁCIO REPÚBLICA DOS PALMARES, em Maceió, 2 de setembro de 2009, 193º da Emancipação Política e 121º da República.

TEOTONIO VILELA FILHO

Governador

Publicada no DOE de 03 / 09 / 2009.

18.2. Análise da Lei de Águas Subterrâneas

A análise crítica da Lei nº 7.094, de 02 de setembro de 2009 - Dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas de domínio no estado de Alagoas e dá outras providências – permitiu identificar vários aspectos que necessitam de adequação, seja por falta de clareza, transcrição de artigos equivocados e outros. A seguir são apresentadas as recomendações e sugestões dos aspectos relevantes identificados, bem como proposições de alguns aspectos não abordados pela referida Lei.

Para os aquíferos interestaduais, sugere-se que haja previsão legal de criação de Comissões Gestoras de Aquíferos, constituídas por representantes dos órgãos gestores dos Estados envolvidos, que terão atribuição de realizar a gestão compartilhada das águas subterrâneas. Podemos citar como exemplo, as Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos, previstas nas normas do Estado do Ceará, aonde os aquíferos são considerados como sistemas hídricos. Nesse sentido, sugere-se a adequação do art. 7º, que trata da articulação entre os Estados envolvidos na gestão de um aquífero subjacente a dois ou mais Estados.

No tocante a **proteção e conservação das águas subterrâneas**, seguem algumas recomendações.

Em relação ao monitoramento da quantidade e qualidade das águas subterrâneas, tratado no art. 14, constatou-se a necessidade de detalhamento/regulamentação do monitoramento a ser realizado. Embora o art. 6º, II estabeleça como atribuição do órgão gestor de recursos hídricos a implantação da rede de monitoramento de qualidade e quantidade dos aquíferos, também é importante incluir expressamente a responsabilidade pela operação e manutenção da rede.

Na ocasião de implantação ou ampliação de empreendimento, referidos no art. 15, é necessário identificar o responsável pela caracterização da hidrogeologia em cada caso. Sugere-se não restringir que as medidas de proteção devam ser adotadas apenas pelos órgãos de recursos hídricos e meio ambiente.

No art.16, § 2º, há uma incorreção na expressão "... às construções de poços realizadas para outros fins que não os outorgados...", uma vez que os poços devem sempre ser construídos para os fins que foram outorgados.

Quanto à conservação e proteção da quantidade das águas subterrâneas, recomenda-se:

- a) incluir o detalhamento do tipo de equipamento hidrométrico a ser instalado e identificar o responsável pela instalação do equipamento, prevista no art. 20;
- b) avaliar a exigência de estudos hidrogeológicos apenas para captações de volumes elevados, prevista no art. 21, embora não haja definição dos valores considerados elevados.

No capítulo relativo ao Licenciamento, Outorga e Cadastramento da Lei nº 7.094/09, apresenta-se as seguintes considerações:

A Licença de Execução, prevista no art. 24, não é um instrumento de gestão das águas subterrâneas prevista pela Política Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas. Em geral, as licenças são emitidas pelos órgãos ambientais. Como no Estado de Alagoas as obras de captação de águas subterrâneas não estão sujeitas ao licenciamento ambiental, sugere-se uma discussão mais ampla entre o órgão gestor de recursos hídricos e órgão ambiental, com vistas à inclusão dos poços nos empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. É desejável que haja integração entre os procedimentos do licenciamento ambiental e outorga, conforme previsto na Resolução nº 65/2006 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a exemplo do que é realizado atualmente nos Estados de Pernambuco e Minas Gerais. Caso o Estado decida pelos procedimentos integrados entre licenciamento ambiental e outorga, os mesmos devem estar devidamente previstos na Lei de águas subterrâneas.

Em relação ao credenciamento dos agentes para acompanhamento de obras, testes e análises, tratado no art. 25, falta clareza no texto da lei. Os agentes do órgão gestor devem possuir o credenciamento para essas atividades permanentemente, precisando reformular o referido artigo.

A Lei nº 7.094/09, no art. 28, § 1º, estabelece que os critérios para caracterização de profundidades e vazões insignificantes deverão ser determinados pela autoridade gestora. Entretanto, o Decreto nº 06/2001 (art. 8º, IV) define como valores dos usos isentos de outorga de águas subterrâneas captações inferiores a 1000 l/h, embora sem nenhum condicionante, tal como o tipo de aquífero (sedimentar ou cristalino) ou finalidade de uso da água. Na ocasião da revisão deste regulamento, recomenda-se que os valores de usos isentos de águas subterrâneas sejam mais detalhados ou remetidos para regulamentação em outra norma, tal como Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Ainda no art. 28, § 2º deve-se corrigir um equívoco na citação do "... na forma do art. 13 desta Lei...", cuja referência correta é o art. 35 da Lei nº 7.094/09, relativo ao cadastramento.

Recomenda-se, no art. 32, substituir o termo "outorga aditiva", uma vez que não há previsão legal desta forma de outorga, por alteração de outorga.

Quanto ao cadastramento, previsto no art. 35, citando que toda a captação de água subterrânea, sujeita ou não a outorga deve ser cadastrada, sugere-se esclarecer a exigência de cadastramento para os usos sujeito à outorga, uma vez que a outorga já contém os dados cadastrais. O órgão gestor deve decidir se irá optar pela exigência do cadastramento para solicitação da outorga, a exemplo da forma como a Agência Nacional de Água – ANA exige o cadastramento no CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Água) para requerentes de outorga, e estabelecer o procedimento na lei.

Sobre a fiscalização do uso das águas subterrâneas, infrações e sanções, têm-se as seguintes considerações:

É importante definir os agentes públicos credenciados para o exercício da ação fiscalizadora, referido no art. 38, assunto já abordado no art. 25.

Deve-se observar cuidadosamente os aspectos das águas subterrâneas a serem fiscalizados, evitando possíveis superposições de competências. O art. 39 trata da fiscalização da qualidade da água subterrânea em relação aos padrões de potabilidade, quando cabe à vigilância sanitária fiscalizar a qualidade da água para consumo humano.

No art. 41 deve-se corrigir um equívoco na citação inicial “As infrações previstas no art. 39 desta Lei...” cuja referência correta é o art. 40 da Lei nº 7.094/09. Ainda neste artigo, recomenda-se que a classificação das infrações seja objeto de regulamentação específica e não ficar a critério do órgão gestor como está estabelecido.

A forma de recolhimento da multa, tratada no art. 47, deve ser bastante clara sendo fundamental a elaboração da Instrução Normativa prevista. Para maior clareza, sugere-se adequar a redação do Parágrafo único para: “A receita advinda da cobrança das multas constituirão recursos do FERH”.

Ressalta-se a importância de prever mecanismos legais de cobrança de juros por atraso no pagamento das multas e inscrição na dívida ativa do Estado. Caso estas medidas não possam ser implementadas, há risco de que infratores multados que não efetuem o pagamento das multas, mantenham-se nesta condição por um longo tempo, tornando a fiscalização inócua, já que a penalidade aplicada não estará sendo efetiva.

18.3. Proposta de Regulamentação da Lei nº 7.094

DECRETO Nº _____, DE ____ DE _____ DE 2010.

Regulamenta a Lei nº 7.094, de 2 de setembro de 2009 e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DE ALAGOAS, usando das atribuições que lhes são conferidas pelo inciso ... do artigoda Constituição Estadual e tendo em vista a Lei nº 5.965, de 10 de novembro de 1997 e a Lei nº 7.094, de 02 de setembro de 2009

DECRETA:

CAPITULO I DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º. Este decreto regulamenta a Lei Estadual nº 7.094, de 02 de setembro de 2009, que "dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas de domínio no Estado de Alagoas e dá outras providências":

Art. 2º. Sem prejuízo do disposto na legislação específica vigente, a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de Alagoas reger-se-á pelas disposições deste Decreto e outros regulamentos.

Seção Única Das Definições

Art. 3º. Para efeitos deste Decreto, entende-se por:

I - Águas subterrâneas: águas que se localizam no subsolo preenchendo os poros das rochas granulares, cavernas de rochas solúveis ou fraturas das rochas cristalinas, ou emergem na superfície em forma de fontes, podendo ser suscetíveis de extração pelo homem;

II - Aquífero: meio sedimentar poroso ou rocha fraturada, dotado de permeabilidade, capaz de liberar água naturalmente ou por captação artificial; no meio sedimentar denomina-se de aquífero intersticial e no meio cristalino, aquífero fissural; quando o aquífero se acha submetido apenas à pressão atmosférica é designado de aquífero livre, enquanto na condição de estar submetido à pressão superior a uma atmosfera exercida por camadas impermeáveis é considerado como aquífero confinado;

III - Captação e exploração do aquífero: ato de retirar e usar, respectivamente, a água contida no aquífero através de poços tubulares ou amazonas ou outro tipo de obra, bem como de águas de origem subterrânea que ressurgam na superfície na forma de fontes, sendo extraída manualmente ou por bombeamento;

IV - Poço tubular: perfuração na rocha sedimentar ou cristalina, de diâmetro até 36 (trinta e seis) polegadas, a partir de equipamento motorizado ou manual, total ou parcialmente revestido com tubos de metal ou PVC, destinado a captar água subterrânea. Se a água se eleva espontaneamente acima da superfície do solo o poço é denominado de poço artesiano surgente ou poço jorrante;

V - Poço amazonas: escavação no solo ou rocha sedimentar, com grande diâmetro, na escala de metros, revestido com tijolos ou tubos de concreto, destinado a captar água subterrânea;

VI - Recarga: condição de alimentação do aquífero a partir da superfície, podendo se dar através da infiltração da água da chuva ou de rios e lagos - recarga natural; ou através da infiltração por barramento superficial ou introdução através de poços - recarga artificial;

VII - Usuário: o proprietário do poço para o qual é emitida uma outorga e licença para uso da água subterrânea;

VIII - Conservação: utilização racional de um recurso natural, de modo a otimizar o seu rendimento garantindo a sua renovação ou auto-sustentação;

IX - Proteção: ação destinada a resguardar o recurso natural;

X - Preservação: ação de prevenção contra destruição e qualquer forma de dano ou degradação de um recurso natural;

XI - Administração ou Gestão: conjunto de ações destinadas ao controle do uso das águas subterrâneas, relacionadas a:

a) a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos e o planejamento do seu aproveitamento racional;

b) a outorga, o licenciamento, o monitoramento e a fiscalização do uso dessas águas;

c) a aplicação de medidas relativas à conservação, proteção e a preservação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas;

XII – Ato de Outorga: documento emitido pelo órgão gestor concedendo direito ao usuário de captação e uso da água subterrânea; podendo ser através de cessão, autorização ou concessão;

XIII - Licença de Execução: portaria emitida pelo órgão gestor de recursos hídricos, pelo qual o requerente se habilita a executar a obra de captação; corresponde à Licença de Instalação - LI, regulamentada pelo CONAMA;

XIV - Potencialidade: volume de água subterrânea armazenada no aquífero, susceptível de ser utilizado anualmente, podendo incluir uma parcela das reservas permanentes;

XV - Disponibilidade: parcela da potencialidade de água subterrânea que pode ser explorada anualmente, sem prejuízos ao aquífero nem ao meio ambiente; o volume que pode ser extraído a partir de captações já existentes corresponde à disponibilidade instalada; e

XVI - Vazão explorável: é o volume de água extraída por tempo determinado, sendo expressa em m³/h (metros cúbicos por hora), em l/h (litros por hora) ou ainda em l/s (litros por segundo).

CAPITULO II DA GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Seção I Do Órgão Normalizador e Deliberativo

Art. 4º. Ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos de que trata a Lei 5.965/97 caberá as ações de normatização e deliberação relativas à formulação, implantação, execução, controle e avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Seção II Do Órgão Gestor

Art. 5º. Caberá ao órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de Alagoas, com atribuições de exercer as ações nos campos de pesquisas, estudos, avaliações, cadastramento das obras de captação, outorga do uso da água, controle da exploração, fiscalização e acompanhamento da sua interação com as águas superficiais e meteóricas.

Art. 6º. O órgão gestor deverá executar, complementar ou atualizar os estudos para avaliação das potencialidades e disponibilidades de águas subterrâneas nos aquíferos intersticial e fissural de todo o Estado de Alagoas, direta ou indiretamente.

Art. 7º. Os estudos a que se refere o artigo anterior deverão integrar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, assim como os Planos Diretores das Bacias Hidrográficas.

Parágrafo único. O Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos Diretores de Bacias Hidrográficas se configuram como documentos primordiais do planejamento, visando o aproveitamento racional dos recursos hídricos subterrâneos.

Seção III

Do Órgão Ambiental

Art. 8º. Caberá ao órgão ambiental estadual em articulação com o órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de Alagoas realizar o monitoramento qualitativo das águas subterrâneas.

Seção IV

Das Demais Entidades Estaduais relacionadas às Águas Subterrâneas

Art. 9º. Caberá à Secretaria de Estado da Saúde – SESAU a fiscalização das águas subterrâneas destinadas ao consumo humano, quanto ao atendimento dos padrões de potabilidade.

Art. 10. Deverá a Secretaria de Estado da Infra-Estrutura através da empresa concessionária dos serviços de abastecimento público de água a Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento de Alagoas – CASAL, articular-se com o órgão gestor de recursos hídricos, no planejamento da utilização das águas subterrâneas visando o abastecimento humano.

Art. 11. Deverá a Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário articular-se com o órgão gestor de recursos hídricos no planejamento da utilização da água subterrânea visando o abastecimento no meio rural e ao aproveitamento hidroagrícola.

Art. 12. Deverá a Secretaria de Estado do Planejamento e do Orçamento articular-se com o órgão gestor de recursos hídricos, para o planejamento do aproveitamento racional das águas subterrâneas, visando à compatibilização com o orçamento anual do Estado.

CAPITULO III

DO CONTROLE SOBRE A CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Seção I

Da Licença de Execução

Art. 13. A Licença de Execução - LE, emitida pelo órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de Alagoas, constitui instrumento indispensável para a execução da obra e posterior obtenção da Outorga de Uso da Água.

Parágrafo único. A aprovação do requerimento do interessado inclui a análise e aprovação dos estudos e projetos para a perfuração do(s) poço(s) ou outra obra de captação.

Art. 14. O requerimento de LE deve ser acompanhado da documentação prevista no art. 24 da Lei 7.094 de 2009.

Art. 15. Estão dispensados de LE os poços ou captações de águas subterrâneas enquadradas no Art.22 deste regulamento, porém deverão ser devidamente cadastrados no órgão gestor dos Recursos hídricos de Alagoas.

Art. 16. O órgão gestor de recursos hídricos deverá aprovar ou negar a solicitação de LE dentro do prazo de **15 (quinze) dias**, contados da data de protocolo da entrega do requerimento. **[Este prazo NÃO ESTA PREVISTO em nenhuma lei. Na regulamentação é possível defini-lo, mas a SEMARH é quem deve decidir.]**

Parágrafo único. A contagem do citado prazo será suspensa sempre que o processo seja revertido em diligência a cargo do interessado e retomado no primeiro dia útil após o cumprimento das mesmas.

Seção II

Da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos

Art. 17. A utilização das águas subterrâneas do Estado de Alagoas dependerá da cessão, concessão ou autorização de uso, outorgada pelo órgão gestor de recursos hídricos, nos casos seguintes:

I – Cessão de uso a título gratuito ou oneroso, sempre que o usuário seja órgão ou entidade pública;

II – Concessão de uso, consistindo na outorga de caráter contratual, permanente e privativa, de uma parcela de recursos hídricos para que o particular ou pessoa jurídica, dela faça uso ou explore, segundo sua destinação e condições especificadas; e

III – Autorização de uso, consistindo na outorga deferida em caráter unilateral e precário à pessoa física ou jurídica, dando-lhes consentimento para utilizar determinada quantidade de água, sob condições especificadas.

Art. 18. A outorga de direito de uso de recursos hídricos será requerida pelo interessado, pessoa física ou jurídica, ao órgão gestor de recursos hídricos de Alagoas, através de formulário padrão, devidamente assinado e acompanhado de toda documentação solicitada.

Art. 19. No ato de outorga, o órgão gestor de recursos hídricos definirá os volumes máximos diários a serem extraídos na captação ou sistema de captações a ser (em) implantado(s), com base nos estudos hidrogeológicos existentes.

Parágrafo único. Inexistindo estudos detalhados da localidade a abastecer, nos casos de extração de elevados volumes diários de água subterrânea na implantação ou ampliação de distritos industriais, projetos de irrigação, de colonização ou abastecimento de núcleos urbanos, deverão os mesmos ser executados, por conta do interessado, para subsidiar o processo de outorga, de modo a avaliar o potencial disponível e o correto dimensionamento do sistema de abastecimento.

Art. 20. As outorgas serão expedidas nas seguintes condições, além de outras que casos específicos venham a exigir:

I - que já tenha sido emitida a Licença de Execução, quando se tratar de obra a ser construída;

II - que exista disponibilidade hídrica subterrânea;

III - que o uso da água não venha causar contaminação nem mudanças físicas ou químicas que possam prejudicar as condições naturais do aquífero, assim como os direitos de terceiros;

IV - que o uso da água não acarrete desperdícios dos recursos hídricos;

V - que a captação não venha acarretar prejuízos a terceiros ou a obras já existentes;

VI - que a captação não venha causar processo de salinização ao aquífero.

Parágrafo único. A disponibilidade hídrica, referida no inciso II deste artigo será avaliada em função das características hidrológicas ou hidrogeológicas da bacia hidrográfica ou hidrogeológica onde incida a outorga, considerando a capacidade de recarga do aquífero e a interferência provocada pelo poço em poços circunvizinhos.

Art. 21. A outorga será sempre condicionada aos objetivos do Plano Estadual de Recursos Hídricos, levando-se em conta os aspectos hidrogeológicos e considerando-se os fatores econômicos e sociais.

Art. 22. Estão isentas de outorga as captações de águas subterrâneas destinadas exclusivamente ao usuário doméstico, que se enquadrem em um dos seguintes casos:

I – poço tubular ou amazonas com profundidade inferior a 20 metros;

II – poço tubular ou amazonas com vazão de até 5 m³/dia;

III – poços incluídos em pesquisa, com caráter exclusivo de estudo; e

IV – poços perfurados em rochas cristalinas.

Parágrafo único. Essas captações ficarão sujeitas, todavia, ao cadastramento no órgão gestor e a ação da fiscalização da administração pública, na defesa da saúde pública.

Art. 23. A outorga por qualquer de suas modalidades, extingue-se sem qualquer direito de indenização ao usuário, nos seguintes casos:

I - abandono e renúncia, de forma expressa ou tácita;

II – descumprimento das condições legais, regulamentares, contratuais ou estabelecidas na Outorga;

III - caducidade, declarada caso o outorgado não fizer uso das águas outorgadas por um período de três anos consecutivos;

IV - uso prejudicial da água inclusive por poluição e salinização;

V - dissolução, insolvência ou encampação do usuário, pessoa jurídica;

VI - falecimento do titular da outorga; e

VII - a critério do órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas, quando considerar o uso da água inadequado para atender aos compromissos com as finalidades sociais e econômicas.

Parágrafo único. Na hipótese do inciso VI, será concedido o prazo de seis meses para que o espólio ou seu legítimo sucessor se habilite à transferência de titularidade do direito da outorga.

Art. 24. O titular da Outorga poderá solicitar transferência da titularidade do respectivo ato de outorga atendendo as mesmas normas, critérios e prioridades vigentes à época da emissão do ato de outorga original.

Parágrafo único. A solicitação referida neste artigo deverá ser fundamentada por meio de comunicação devidamente acompanhada da documentação incidente e

encaminhada ao órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas que definirá sobre o deferimento ou não do pedido.

Art. 25. A implantação ou ampliação de distritos industriais, projetos de irrigação, de colonização, abastecimentos de núcleos residenciais e outros, que dependam total ou parcialmente de águas subterrâneas ou ponham em risco sua qualidade natural, ficará sujeita à aprovação quando couber dos órgãos e das entidades referidos nos artigos 8º, 9º, 10, 11 e 12 deste decreto.

Seção III

Do Cadastramento de Poços e outras Obras

Art. 26. Os poços ou outras obras para extração de água subterrânea, para os usos dispensados de outorga referidos no art. 22 deste Decreto devem ser cadastrados no órgão gestor e estão sujeitos a fiscalização.

Parágrafo único. No caso dos poços sujeitos à outorga, o cadastramento estará providenciado automaticamente pelo órgão gestor quando da regularização da obra através da emissão do ato de Outorga.

Art. 27. O cadastramento dar-se-á através de requerimento padrão devidamente assinado e acompanhado de documentos onde constem as seguintes informações:

I – características físicas e técnicas da obra, conforme ficha de cadastro padronizada e disponibilizada pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas;

II – localização da obra;

III - vazão diária a ser extraída;

IV – análises físico-química e bacteriológica da água; e

V – finalidade do uso da água.

Parágrafo único. A solicitação do Cadastramento ao órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas é gratuita, não incidindo qualquer taxa pela disponibilização das informações e consequente regularização perante os órgãos competentes.

Art. 28. O usuário deverá solicitar o cadastramento de obra nova em um prazo de 30 (trinta) dias antes da sua implantação para que órgão gestor verifique o enquadramento da referida obra se é caso de cadastramento ou uso sujeito a Outorga de uso da água.

Parágrafo único. Caso o cadastramento seja de obra já existente o interessado deverá efetuar o procedimento no prazo de até 90 (noventa) dias a partir da data de publicação deste decreto.

Seção IV

Do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

Art. 29. O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, constituído por um Banco de Dados de Águas Subterrâneas, comporá o Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas e terá como princípios básicos:

- I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- II - coordenação unificada do sistema; e
- III - acesso aos dados e informações garantido à toda sociedade.

Art. 30. O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas terá, no mínimo, os seguintes dados:

- I – obras para extração de águas subterrâneas, passíveis ou não de outorga, abrangendo os poços em operação, os desativados ou abandonados;
- II – estudos e projetos de água subterrânea existentes em todo o Estado de Alagoas;
- III – planos integrados de recursos hídricos em bacias hidrográficas, assim como o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- IV – banco de dados, cadastros de poços, fichas de análises de qualidade de água de poços executados por órgãos públicos ou entidades privadas;
- V – inventário da bibliografia existente;
- VI – estudos e dados sobre contaminação de aquíferos;
- VII – legislação específica; e
- VIII – fotos relacionadas à geologia, hidrogeologia, poços e demais atividades relacionadas às águas subterrâneas.

Seção V

Da Cobrança pelo Uso da Água Subterrânea

Art. 31. A cobrança pelo uso da água será regulamentada por legislação específica, conforme previsto na Lei nº 7.094/2009.

Art. 32. Os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água subterrânea serão destinados ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos, que dentre outras ações financiará o Programa Permanente de Conservação e Preservação das Águas Subterrâneas no Estado de Alagoas.

CAPITULO IV

DA DEFESA DA QUALIDADE E DA QUANTIDADE

Seção I

Do Programa Permanente de Conservação e Preservação das Águas Subterrâneas

Art. 33. O Programa Permanente de Conservação e Preservação das Águas Subterrâneas a ser executado pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas terá as seguintes finalidades:

- I - avaliar continuamente as disponibilidades hídricas subterrâneas, coibindo a superexploração localizada ou regional do aquífero que incorra em risco de exaustão ou comprometimento na continuidade de sua exploração;

II - analisar continuamente a qualidade química e bacteriológica das águas subterrâneas, identificando e procurando sanar ou minimizar os efeitos produzidos pelos focos de poluição, evitando que processos de degradação venham a se alastrar em todo o aquífero;

III - acompanhar continuamente, nos aquíferos intersticiais costeiros, a evolução da interface água doce/água salgada, face ao aumento da exploração por novos poços perfurados;

IV - realizar estudos e pesquisas, no aquífero fissural, visando melhor aproveitamento desse manancial; e

V - acompanhar a execução das ações programadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, no que se refere às águas subterrâneas.

Art. 34. O Programa referido nesta Seção englobará as seguintes ações:

I - estudos hidrogeológicos de caráter regional ou local, executados direta ou indiretamente pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas;

II - perfuração de poços e piezômetros para pesquisa hidrogeológica;

III - monitoramento dos níveis e das vazões, nos poços e piezômetros;

IV - monitoramento da qualidade das águas subterrâneas; e

V - avaliações anuais do desenvolvimento dos programas em execução na área de recursos hídricos subterrâneos.

Art. 35. O Programa deverá ser desenvolvido com a participação articulada de outros órgãos do Poder Executivo Estadual e Prefeituras envolvidos com o tema e contará para o seu desenvolvimento, com recursos financeiros do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e de outras origens.

Seção II

Da Proteção Sanitária

Art. 36. Os poços tubulares profundos - mais de 20 m de profundidade - no aquífero intersticial deverão ter o espaço anelar entre a parede do poço e o revestimento, cimentados até pelo menos os 20 m de profundidade e, na superfície, uma área circular em torno do poço com diâmetro de pelo menos um metro deve ser concretada, com selo de segurança contra a entrada no poço de águas superficiais ou subsuperficiais rasas poluídas.

Art. 37. Os poços tubulares rasos - até 20 m de profundidade - ou os poços amazonas, construídos em área urbana, ou em aluviões de rios, só poderão ser utilizados para consumo humano após tratamento simplificado a fim de evitar risco de contaminação orgânica.

Seção III

Das Áreas de Proteção, Restrição e Controle

Art. 38. Sempre que, no interesse da conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços de abastecimento público de águas, ou por motivos geotécnicos ou geológicos, se fizer necessário restringir a captação e uso das águas subterrâneas, o órgão gestor dos recursos hídricos de definirá a delimitação de áreas destinadas ao seu controle.

§ 1º. Nas áreas a que se refere este artigo, a extração de águas subterrâneas poderá ser condicionada à recarga natural ou artificial dos aquíferos.

§ 2º. As áreas de proteção serão estabelecidas com base em estudos hidrogeológicos, ouvidos os municípios e demais organismos interessados.

§ 3º. O estabelecimento de áreas de controle não implica desapropriação da terra, mas somente restrição ao uso da água a fim de evitar a redução ou exaustão da capacidade do aquífero.

§ 4º. O ato que estabelecer áreas de controle deverá conter os elementos necessários à sua perfeita delimitação e a discriminação das concessões e autorizações a serem abrangidas.

Art. 39. Para fins deste decreto, as áreas de proteção classificam-se em:

I - Área de Proteção Máxima: compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituam em depósitos de águas essenciais para o abastecimento público;

II - Área de Restrição e Controle: caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações no que se refere a volumes máximos diários extraídos, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras ou ao controle de vazões bombeadas;

III - Área de Proteção de Poços e outras Captações: incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

Sub Seção I Das Áreas de Proteção Máxima

Art. 40. Nas Áreas de Proteção Máxima não serão permitidos:

I - a implantação de indústrias de alto risco ambiental, pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e quaisquer outras de grande impacto ambiental ou extrema periculosidade;

II - o desenvolvimento de atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos de grande mobilidade e que possam colocar em risco as águas subterrâneas;

III - o parcelamento do solo urbano sem sistema adequado de tratamento de efluente ou de disposição de resíduos sólidos; e

IV - o desmatamento da cobertura vegetal.

Art. 41. Se houver escassez de água subterrânea ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes nas Áreas de Proteção Máxima, o órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e o órgão ambiental estadual, de acordo com as suas respectivas atribuições poderão:

I - proibir novas captações até que o aquífero se recupere, ou seja, superado o fato que determinou a carência de água;

II - restringir e regular a captação de água subterrânea, estabelecendo o volume máximo a ser extraído e o regime de operação;

III - controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de monitoramento; e

IV - restringir novas atividades potencialmente poluidoras.

Parágrafo único. Quando houver restrição à extração de águas subterrâneas, serão prioritariamente atendidas as captações destinadas ao abastecimento público de água, cabendo à concessionária do abastecimento d'água estabelecer a escala de prioridades, segundo as condições locais.

Sub Seção II Das Áreas de Restrição e Controle

Art. 42. Nas Áreas de Restrição e Controle, quando houver escassez de água subterrânea ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes, poderão ser adotadas as medidas previstas no artigo anterior deste decreto.

Sub Seção III Das Áreas de Proteção de Poços e outras Captações

Art. 43. Nas áreas de Proteção de Poços e Outras Captações, será instituído o Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, abrangendo raio de dez metros ou uma distância adequada às condições locais, a partir do ponto de captação, cercado e protegido, devendo o seu interior ficar resguardado da entrada ou penetração de poluentes.

§ 1º. Nas áreas a que se refere este artigo, os poços e as captações deverão ser dotados de laje de proteção sanitária, para evitar a penetração de poluentes.

§ 2º. As lajes de proteção, de concreto armado, preparadas no local, deverão envolver o tubo de revestimento, ter declividade do centro para as bordas, espessura mínima de dez centímetros e área não inferior a dois metros quadrados.

Art. 44. Serão estabelecidos, em cada caso, além do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, Perímetros de Alerta contra poluição, tomando-se por base uma distância coaxial ao sentido do fluxo, a partir do ponto de captação, equivalente ao tempo de trânsito de cinquenta dias de águas no aquífero, no caso de poluentes não conservativos.

Parágrafo único. No interior do Perímetro de Alerta, deverá haver disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrições a novas atividades potencialmente poluidoras.

CAPITULO V DO MONITORAMENTO DO AQUÍFERO

Seção I Da Operação e Manutenção de Poços

Art. 45. O órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas para salvaguardar as condições quantitativas e qualitativas da água do aquífero e proteger as demais captações da área em questão poderá exigir do usuário a reparação de obras e das instalações e a introdução de melhorias nas mesmas.

Art. 46. As obras de captação deverão receber uma manutenção preventiva periódica a fim de serem detectados problemas que venham a prejudicar o aquífero, ou o próprio poço tais como:

I - infiltração de substâncias contaminantes a partir da superfície;

II - salinização de aquíferos a partir da infiltração de águas salinizadas de outros horizontes ou camadas não explotáveis;

III - rompimento de filtros; e

IV - rebaixamentos excessivos do nível hidrostático local.

Parágrafo único. Uma vez detectada qualquer anormalidade, deverá o interessado comunicar ao órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e tomar imediatamente as medidas cabíveis na captação para sua correção, obedecendo a orientação dos técnicos.

Art. 47. Os usuários deverão efetuar anotações mensais de dados sobre o uso da água conforme instruções e formulários disponibilizados pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas, para apresentação quando da solicitação da renovação da Outorga.

Art. 48. Nas instalações de captação de água subterrânea destinadas ao consumo humano, deverão ser efetuadas análises físico-químicas e bacteriológicas da água, nos termos da legislação sanitária vigente.

Seção II

Dos Poços Abandonados e dos Poços Jorrantes

Art. 49. Os poços abandonados, temporária ou definitivamente, e as perfurações realizadas para outros fins que não a extração de água deverão ser adequadamente obstruídos para evitar a contaminação ou salinização dos aquíferos ou ainda, acidentes.

§ 1º. Os poços abandonados, perfurados em aquíferos intersticiais livres, deverão ser obstruídos com material impermeável e não poluente, como argila, argamassa ou pasta de cimento/argila, para evitar a contaminação superficial ou a salinização das águas.

§ 2º. Os poços abandonados, perfurados em aquíferos fissurais, deverão ser obstruídos com pasta ou argamassa de cimento/argila, colocada a partir da primeira entrada de água, até a superfície, com extensão nunca inferior a 20 (vinte) metros.

§ 3º. Os poços abandonados, que captem água de aquífero confinado, deverão ser obstruídos com selos de pasta de cimento/argila, injetado sob pressão, a partir do topo do aquífero.

§ 4º. As operações referidas neste artigo e respectivos parágrafos deverão ser padronizadas pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas.

Art. 50. As escavações, sondagens ou obras para pesquisa, lavra mineral ou outros fins, que atingirem águas subterrâneas, deverão ter tratamento idêntico ao concedido ao poço abandonado, de forma a preservar e conservar os aquíferos.

Art. 51. Os poços jorrantes ou artesianos surgentes devem ser dotados de fechamento hermético, para evitar o desperdício de água.

Seção III

Do Controle da Quantidade Explotável

Art. 52. Sendo consumo humano e a dessedentação de animais prioritários em situação de escassez, deverá o órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas tomar uma ou mais das seguintes providências, visando à preservação ou manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, ou dos serviços de abastecimento público:

I - determinar a suspensão temporária de outorgas de uso, até que o aquífero se recupere, ou seja, superada a situação que determinou a carência de água;

II - determinar a restrição ao regime de operação outorgado;

III - revogar a concessão ou a autorização para uso da água subterrânea;

IV - estabelecer distâncias mínimas entre as captações a serem executadas;

V - estabelecer áreas de proteção, restrição e controle; e

VI - estabelecer perímetro de proteção sanitária e perímetro de alerta.

§ 1º. Não assistirá ao outorgado qualquer direito à indenização, a nenhum título, quando se tornarem necessárias a adoção das medidas constantes deste artigo.

§ 2º. Em qualquer caso, caberá recurso administrativo ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas.

Art. 53. Caberá ao órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas o exercício de fiscalização sobre as vazões máximas permitidas ao usuário através da outorga concedida, podendo requisitar o auxílio de força policial em casos específicos.

Art. 54. Será estabelecido pelo órgão gestor um contínuo controle sobre a exploração da água dos aquíferos a fim de evitar problemas de superexploração, exaustão, salinização, subsidência e outros, decorrentes da retirada de volumes d'água superiores à potencialidade do aquífero.

§ 1º - Os poços sujeitos à outorga deverão ser dotados de:

a) equipamento de medição de vazão com capacidade de registro cumulativo dos volumes captados, compatível com a vazão a ser bombeada;

b) tubos de acesso para medição de níveis ou sensor de nível permanente com profundidade até as proximidades da bomba.

§ 2º - Os poços jorrantes deverão ainda ser dotados de dispositivos para evitar desperdícios.

Art. 55. Os relatórios dos procedimentos de manutenção periódica de captação de água subterrânea deverão, obrigatoriamente, ser remetidos ao órgão gestor pela empresa que os executou, devidamente assinado pelo técnico responsável, acompanhado da respectiva ART.

Seção IV

Do Controle da Qualidade

Art. 56. Os projetos de disposição de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos deverão conter descrição detalhada da caracterização hidrogeológica de sua área de localização, que permita a perfeita avaliação de vulnerabilidade das águas subterrâneas, assim como a descrição detalhada das medidas de proteção a serem adotadas.

Art. 57. As áreas onde existirem depósitos de resíduos no solo devem ser dotadas de monitoramento das águas subterrâneas, efetuado pelo responsável do empreendimento, a ser executado conforme plano aprovado pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e pelo órgão ambiental estadual e que deverá conter:

I - a localização e os detalhes construtivos do poço de monitoramento;

II - a forma de coleta das amostras, frequência, parâmetros a serem observados e métodos de interpretação adotados; e

III - a direção, espessura e o fluxo do aquífero freático e possíveis interconexões com outras unidades aquíferas.

§ 1º. O responsável pelo empreendimento deverá apresentar relatórios anuais ao órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas, até 31 de janeiro do ano subsequente, informando os dados obtidos no monitoramento.

§ 2º. Se houver alteração estatisticamente comprovada, em relação aos parâmetros naturais de qualidade da água nos poços a jusante, por ele causada, o responsável pelo empreendimento deverá executar as obras necessárias para recuperação das águas subterrâneas.

Art. 58. Deverá o órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e o órgão ambiental estadual, na esfera de suas competências mapear e monitorar continuamente os focos potenciais de contaminação de águas subterrâneas, promovendo contínuas campanhas de esclarecimento ao público.

Art. 59. Podem ser aplicadas como mecanismos de controle da qualidade, as mesmas ações descritas no Art. 52 deste Decreto.

Seção V

Da Recarga Artificial

Art. 60. A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização do órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e do órgão ambiental estadual, condicionada à realização de estudos que comprovem a sua conveniência técnica, econômica e sanitária, bem como a necessidade de preservação da qualidade das águas subterrâneas.

§ 1º. A recarga artificial torna a água infiltrada, subterrânea, sujeitando-a as disposições da Lei 7.094/2009 e deste Decreto.

§ 2º. A recarga artificial poderá ser exigida pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e pelo órgão ambiental estadual dos concessionários ou autorizados sempre que necessária.

Seção VI

Dos Convênios com Estados Vizinhos

Art. 61. As ações em aquíferos intersticiais de bacias sedimentares que se estendem para outros Estados, sobremaneira, deverão ser objeto de convênios bilaterais ou plurilaterais, entre os Estados vizinhos, nos quais sejam interessados, observando-se o seguinte:

- I - condições de outorgas de uso da água do aquífero;
- II - medidas acauteladoras para evitar a superexploração e exaustão das reservas hídricas;
- III - medidas preservadoras da qualidade da água;
- IV - eliminação ou minimização de efeitos poluidores das águas subterrâneas;
- V - interação entre os recursos hídricos subterrâneos e superficiais, tendo em vista sobretudo os problemas relativos à recarga do aquífero; e
- VI - planejamento adequado para gestão conjunta dos recursos hídricos subterrâneos.

CAPITULO VI

DA FISCALIZAÇÃO, DAS INFRAÇÕES E DAS SANÇÕES

Seção I

Da Fiscalização

Art. 62. O órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas e do órgão ambiental estadual e a Secretaria Estadual de Saúde, no âmbito das respectivas atribuições, fiscalizarão a utilização das águas subterrâneas, a fim de protegê-las contra a contaminação, uso indevido, superexploração e evitar efeitos indesejáveis aos aquíferos e à saúde pública.

Art. 63. Compete ao órgão gestor de recursos hídricos fiscalizar o cumprimento das disposições previstas neste decreto.

Art. 64. Aos agentes credenciados do órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas, além de outras funções, cabe:

- I - efetuar vistorias, levantamento, avaliações e verificar a documentação técnica pertinente;
- II - acompanhar a execução de obras de captação verificando o fiel cumprimento das normas técnicas;
- III - acompanhar os ensaios de bombeamento a fim de comprovar a real capacidade do poço;
- IV - colher amostras e efetuar medições, a fim de averiguar o cumprimento da legislação e das outorgas;
- V - verificar a ocorrência de infrações e expedir os respectivos autos;

VI - intimar, por escrito, os responsáveis pelas fontes poluidoras, ou potencialmente poluidoras, ou por ações indesejáveis sobre as águas a prestarem esclarecimentos em local oficial e data previamente estabelecidos; e

VII - aplicar as sanções previstas na Lei 7.094/2009 e neste Decreto.

Seção II Das Infrações

Art. 65. As infrações classificadas no Art. 40 da Lei 7.024/2009 serão classificadas em leves, graves e gravíssimas, para fins de definição de sanções em:

I - Infrações leves:

- a) implantar ou iniciar a implantação de empreendimento relacionado com a extração de águas subterrâneas sem obter a Licença de Execução;
- b) não cadastramento do poço ou outra obra de captação;
- c) não pagamento pelo consumo da água, quando devido;
- d) obstar ou dificultar a ação da fiscalização, no exercício de suas funções;
- e) deixar de vedar poço, ou outra obra de captação, abandonado ou inutilizado.

II - Infrações graves:

- a) utilizar águas subterrâneas, para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso, nos casos previstos nesta Lei;
- b) provocar salinização ou poluição dos aquíferos;
- c) fraudar as medições dos volumes de água utilizada ou declarar valores diferentes dos constantes dos medidores;
- d) deixar de colocar dispositivo de controle em poços jorrantes;
- e) descumprir as medidas preconizadas para as áreas de proteção ou de restrição e controle;
- f) remover cobertura vegetal em área de recarga de aquífero instituída pelo Poder Público;
- g) alterar o local da obra para o qual foi licenciada;
- h) infringir outras disposições da Lei nº 7.094/2009 e das normas dela decorrentes.

III - Infrações gravíssimas:

- a) venda de água sem a outorga respectiva;
- b) poluição do aquífero;
- c) salinização do aquífero;
- e) efetuar superexploração do aquífero pondo-o em risco de exaustão;

g) não cumprimento das medidas impostas às áreas de proteção máxima, às áreas de restrição e controle e às áreas de proteção do poço e outras captações;

h) beneficiar, favorecer, discriminar ou prejudicar pessoas ou comunidades urbanas ou rurais, na captação de água, em virtude de critérios de ordem social, político-partidária ou eleitoral.

§ 1º. Outras infrações poderão vir a ser caracterizadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, as quais passarão a integrar, na devida classificação, o elenco acima exposto.

§ 2º. Caracteriza-se como reincidência a prática repetida de infrações previstas nesta Lei.

Seção III Das Sanções

Art. 66. O descumprimento das disposições contidas na Lei 7.094/2009 e neste Decreto, assim como em normas e resoluções dela decorrentes sujeitará o infrator às seguintes penalidades, a serem aplicadas pelo órgão gestor dos recursos hídricos de Alagoas:

I – advertência por escrito, na qual constará prazo para correção das irregularidades;

II – multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração;

III – intervenção administrativa temporária;

IV – interdição/embargo provisório ou definitivo de acordo com legislação pertinente;

V – demolição;

VI – revogação da outorga; e

VII – obstrução do poço.

§ 1º. As sanções previstas nos incisos III a VII deste artigo poderão ser aplicadas sem prejuízo daquelas constantes nos incisos I e II deste artigo.

§ 2º. Serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas neste artigo, e ainda responder pela indenização dos danos a que der causa.

Art. 67. As multas terão os seus valores estabelecidos nas seguintes bases, e poderão ser aplicadas concomitantemente com outras penalidades:

I – de 25 a 2345 UPFALs, para as infrações leves;

II – de 2365 a 4690 UPFALs, para as infrações graves; e

III – de 4715 a 23445 UPFALs, para as infrações gravíssimas.

§ 1º. Sempre que da infração resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, destruição de bens, ou prejuízos a terceiros, a multa nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º. Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

§ 3º. A critério do outorgante, poderá haver cobrança de multa diária, nos limites estabelecidos neste artigo, até que o infrator faça cessar a irregularidade.

§ 4º. Os valores das multas deverão ser revistos sempre que houver desvalorização ou perda do custo/benefício da sanção.

Art. 68. A intervenção administrativa temporária ou a interdição poderá ser efetuada quando houver perigo iminente à saúde pública e, a critério da autoridade aplicadora, na ocorrência de infração continuada, devendo cessar quando removidas as causas que as determinaram.

Art. 69. O embargo e a demolição poderão ser efetuados no caso de obras e construções efetivadas sem a necessária Licença de Execução, ou em desacordo com a outorga expedida, quando sua permanência ou manutenção contrariar as disposições desta Lei ou normas dela decorrentes.

Art. 70. As sanções administrativas previstas nesta Lei não eximirão os infratores das penalidades estabelecidas na legislação comum ou especial aplicável.

Art. 71. As multas constantes nesta Lei deverão ser recolhidas através de instrumentos próprios, sujeitando-se o infrator às medidas judiciais cabíveis, em caso de descumprimento.

Parágrafo único. As multas constantes desta Lei constituem recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas, não podendo ter outra destinação.

Art. 72. Da imposição das penalidades caberá recurso ao órgão gestor, formulado por escrito, em modelo padronizado.

§ 1º. As multas a que se refere este artigo poderão ser aplicadas concomitantemente com as outras penalidades classificadas neste Decreto;

§ 2º. Incorrerá em autuação de multa em dobro os infratores reincidentes na mesma categoria de infração;

§ 3º. Enquanto não for sanada a irregularidade, após ultrapassado o prazo concedido para a sua correção pelo órgão autuante, poderá ser cobrada multa diária de 100 UPFALs.

CAPÍTULO VII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E GERAIS

Art. 73. As normas municipais, relativas ao uso e à ocupação do solo, deverão prever, medidas de proteção dos aquíferos, quanto à poluição e à recarga.

Art. 74. O órgão gestor de recursos hídricos deverá orientar e articular com os Municípios medidas para promoção da gestão integrada das águas subterrâneas em seus territórios, em consonância com os planos de recursos hídricos ou com as diretrizes estabelecidas pelo órgão gestor estadual.

Art.75. Este Decreto entra em vigor na data da sua publicação.

Art. 76. Revogam-se as disposições em contrário.

18.4. Proposta de Aperfeiçoamento Institucional

A gestão dos recursos hídricos passa não apenas pelo aspecto legal, mas, principalmente, pelo aspecto institucional que exerce as atividades diretivas com apoio legislativo. Assim, para que a gestão funcione a contento necessário se torna que a estrutura organizacional esteja bem definida para o exercício das suas funções e atribuições. A seguir, são apresentadas sugestões para o aperfeiçoamento institucional do órgão gestor.

18.4.1. Introdução

Para viabilizar a implementação eficaz da gestão dos recursos hídricos subterrâneos de Alagoas e o desempenho adequado de ações pertinentes, tais como realização de estudos, emissão de outorgas e fiscalização do uso das águas, é essencial que haja a estruturação institucional necessária, além de um conjunto de normas adequadas. Dessa forma, apresenta-se a seguir um breve diagnóstico da situação atual e uma proposta para estruturação futura, no tocante aos aspectos de equipe técnica e aspectos institucionais.

18.4.2. Caracterização do Sistema Atual

18.4.2.1. Arranjo Institucional Atual

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei Nº 9.433/1997, é composto por:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH;
- Agência Nacional de Águas - ANA;
- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- Agências de Água.

Entre as competências do CNRH (art. 35) está “*estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*”, o que o CNRH tem desempenhado através da aprovação de diversas Resoluções que funcionam como regulamentos da Política Nacional.

No Estado de Alagoas, a Lei nº 5.965, de 10 de novembro de 1997, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. De acordo com a referida lei, o Sistema Estadual Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem a seguinte composição:

- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH);
- Órgão Coordenador do Sistema (SEMARH);
- Unidade Executora do Sistema Estadual de Recursos Hídricos;
- Comitês de Bacias Hidrográficas;
- Agências de Águas.

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH é o órgão central, normativo e deliberativo, do Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas. Atualmente o CERH é presidido pela pelo Secretário de Meio

Ambiente e Recursos Hídricos. Embora ainda não tenha sido criada uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, no ano de 2009 foi instituída Câmara Técnica que discutiu a Lei estadual de águas subterrâneas, ora em vigência.

A Figura 18.1 apresenta a estrutura institucional atual relativa à gestão de recursos hídricos no Estado de Alagoas, de acordo com a Lei Delegada nº 043, de 28 de junho de 2007. Salienta-se que a Agência Alagoana de Águas, embora incluída no organograma, ainda não foi criada pelo Governo do Estado.

A Superintendência de Planejamento e Programas da SEMARH realiza as atividades de planejamento dos recursos hídricos, cabendo a ela a coordenação de estudos, planos e programas relativos aos recursos hídricos.

A estrutura operacional da SEMARH permite visualizar aonde se concentram as principais atividades de gestão de recursos hídricos subterrâneos, desenvolvidas pela Superintendência de Recursos Hídricos, na qual estão situadas as gerências de Outorga e Fiscalização. Atualmente não há cobrança pelo uso da água bruta no Estado de Alagoas. Também não foram iniciadas atividades para enquadramento dos corpos de águas subterrâneas em Alagoas. A SEMARH não dispõe atualmente de um sistema de informações específico para recursos hídricos.

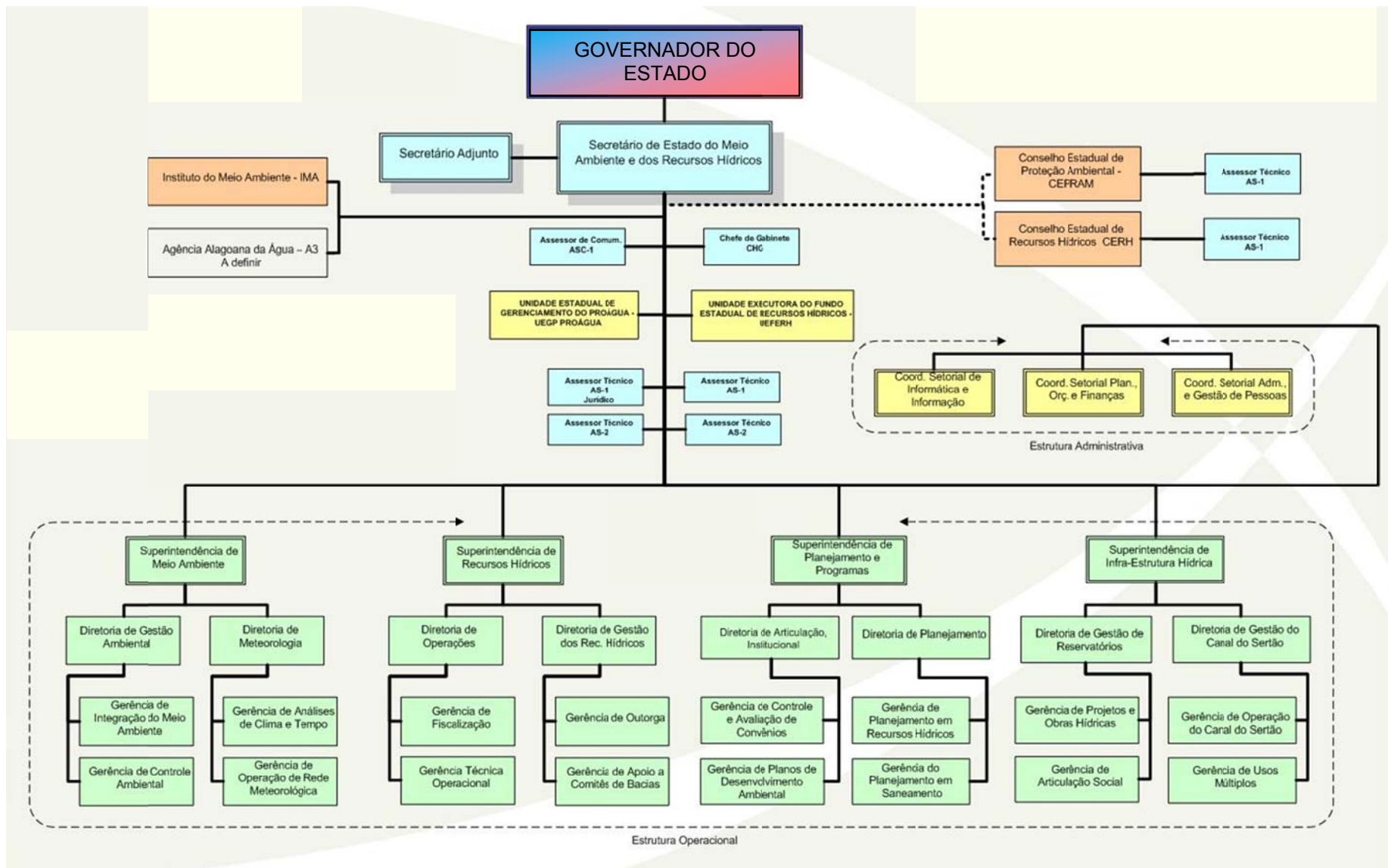


Figura 18.1 – Organograma da estrutura institucional atual relativa à gestão de recursos hídricos no Estado de Alagoas.

18.4.2.2. Outorga de Direito de Uso das Águas Subterrâneas no Estado de Alagoas.

O Estado de Alagoas instituiu a outorga em águas de seu domínio através da Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei Nº 5.965, de 10 de novembro de 1997, tendo sido regulamentada pelo Decreto Nº 06, de 23 de janeiro de 2001. Cabe ressaltar que, conforme informado por Diretores da SEMARH, a referida Lei e Decreto encontram-se atualmente em processo de revisão, mas ainda em vigência.

Além da outorga de direito de uso da água, existe outro instrumento, a Licença de Obra Hídrica, emitido pela SEMARH para os usuários de recursos hídricos, embora não previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos. A Licença é um instrumento de cadastramento e controle instituído pela Portaria Nº 037 SERHI, de 13 de agosto de 2001. Este licenciamento independe do licenciamento ambiental, ao qual estas obras também estão sujeitas. A licença é dada para a construção das obras e após a conclusão das mesmas será dada à outorga para o uso propriamente dito da água.

A emissão de outorgas no estado de Alagoas foi iniciada no ano de 2001. O ato de outorga é uma Portaria da SEMARH, cujo extrato é publicado no Diário Oficial do Estado, e o titular recebe um documento contendo as informações essenciais do ato de outorga.

Quanto à modalidade de outorga, a Lei Nº 5.965/97 estabelece a cessão de uso, autorização de uso e concessão de uso. A cessão é dada para órgão ou entidade pública, a autorização caracteriza-se pelo caráter unilateral e precário e a concessão pelo caráter contratual, permanente e privativo. Atualmente estão sendo emitidas em número muito maior de autorizações do que concessões de uso para águas subterrâneas, caracterizando a precariedade da situação.

A tabela 18.1, apresentada a seguir, relaciona o número total de outorgas solicitadas e emitidas na Região Metropolitana de Maceió, compreendendo os municípios de Maceió, Barra de Santo Antônio, Paripueira, Barra de São Miguel, Rio Largo, Satuba, Pilar, Marechal Deodoro, Coqueiro Seco, e Santa Luzia do Norte. Verifica-se que há forte predominância de processos de outorga de águas subterrâneas, uma vez que do total de 468 solicitações acatadas, 327 tratam-se de solicitações para poços. Observa-se, também, que há um passivo de processos a serem analisados, especialmente pelo grande número de solicitações de outorgas de águas subterrâneas no ano de 2009.

Registra-se também que existe um passivo considerável de pleitos de outorga ainda não analisados na SEMARH. Embora muitos processos de outorga tenham tido sua análise interrompida por pendências de documentação dos requerentes, identificou-se que a equipe atual é insuficiente para atender a demanda recebida pela SEMARH.

Quanto aos subsídios técnicos para emissão de outorga de águas subterrâneas, verifica-se que atualmente ainda não há estudos hidrogeológicos disponíveis para dar suporte técnico a emissão das outorgas. A análise técnica dos requerimentos de outorga é realizada com base em laudo hidrogeológico, incluindo resultados de testes de bombeamento, apresentado pelo respectivo requerente e, devidamente assinado por responsável técnico.

Em relação ao processo de licenciamento ambiental, embora a Lei nº 6.787/2006 – Dispõe sobre a consolidação dos procedimentos adotados quanto ao licenciamento ambiental, das infrações administrativas e dá outras providências – estabeleça que a exploração de águas subterrâneas esteja incluída entre as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental (art. 4º, § 1º, Anexo I) pelo Instituto do Meio Ambiente – IMA, constatou-se que esta na prática não esta exigência não tem sido cumprida. Portanto, na prática, os poços não estão sendo submetidos ao licenciamento ambiental e nem têm sofrido fiscalização pelo órgão ambiental do Estado.

Tabela 18.1 – Solicitações de outorga e atos de outorgas emitidos na Região Metropolitana de Maceió.

ANO	Solicitação/Outorga		Outorgas Emitidas		Saldo a Emitir (Acumulativo)		Outorgas Acumuladas		Total	% Subterrâneas (Outorgas Emitidas)
	Superficial	Subterrânea	Superficial	Subterrânea	Superficial	Subterrânea	Superficial	Subterrânea		
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	7	1	1	1	6	0	1	1	2	50,00
2002	14	17	1	3	19	14	2	4	6	66,67
2003	22	12	1	11	40	15	3	15	18	83,33
2004	6	14	8	22	38	7	11	37	48	77,08
2005	23	47	11	44	50	10	22	81	103	78,64
2006	15	40	12	35	53	15	34	116	150	77,33
2007	8	26	23	27	38	14	57	143	200	71,50
2008	20	49	10	26	48	37	67	169	236	71,61
2009	25	110	5	19	68	128	72	188	260	72,31
2010 (*)	1	11	4	79	65	60	76	267	343	77,84
	141	327	76	267	425	300	345	1.021	1.366	

(*) = Total acumulado até o início do mês de junho.

Fonte: Gerência de Outorga - GEROU/SRH/SEMARH-AL (junho, 2010).

Dessa forma, não há integração entre os processos de licenciamento ambiental e outorga, sendo exigido o protocolo do requerimento de outorga ou licença de obra hídrica, conforme o caso, para solicitar a licença ambiental do empreendimento. Conforme Resolução do Conselho Estadual de Proteção Ambiental - Resolução CEPRAM nº 98/2008 –, sem a respectiva licença de obra hídrica ou outorga não será aprovada a licença ambiental.

18.4.2.3. Fiscalização do Uso das Águas Subterrâneas no Estado de Alagoas

Constatou-se que as atividades de fiscalização do uso dos recursos hídricos concentram-se em vistoria aos processos de outorga e atendimento às denúncias de execução de poços irregulares. As vistorias para verificação da instalação do hidrômetro nos poços é realizada por técnicos da equipe de fiscalização.

Outra atividade também desenvolvida pela equipe de fiscalização é o cadastramento de poços no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS.

Não há realização de campanhas para cadastramento ou regularização de usuários, pois não há técnicos disponíveis para estas atividades. Também não há programação permanente de vistoria a usuários outorgados, para supervisão do cumprimento das condições estabelecidas nos atos de outorga. Registra-se, também, a deficiência de infra-estrutura para a fiscalização, pois não há veículo exclusivo para uso do setor.

18.4.2.4. Quadro de Pessoal Técnico Atual

Conforme o Relatório de Gestão da SEMARH (2007), o Quadro de funcionários é composto predominantemente por profissionais que ocupam cargos comissionados. No final do ano de 2007, dos 89 funcionários da SEMARH, apenas 19 eram efetivos e 62, cargos comissionados. Desde então não houve concurso público para admissão de funcionários para o Quadro da SEMARH, alterando pouco esta situação. Atualmente há cerca de 110 profissionais lotados na SEMARH, segundo informações do gabinete da SEMARH.

De acordo com levantamento de informações realizado entre os técnicos atuantes na área de gestão de águas subterrâneas, apresenta-se a seguir as equipes atuais das duas principais gerências que atuam com a gestão de águas subterrâneas, Gerência de Outorga e Gerência de Fiscalização. Salienta-se que, nem todos os profissionais relacionados na equipe técnica de fato compõem a equipe, tendo sido relacionados os profissionais que realizam as atividades técnicas, mesmo não sendo formalmente desta Gerência.

A equipe técnica atual da Gerência de Outorga é composta por:

- 01 diretor (Paulo Martins);
- 04 engenheiros civis (Damaris, Fábio, Hugo, Gino);
- 01 engenheiro químico (Jorge);
- 01 geólogo (Rochana);
- 01 assessor jurídico (Fernando Lucas);
- 01 secretária;
- 01 agente administrativo;
- 02 estagiários.

É importante registrar que, com exceção dos engenheiros civis, os demais técnicos não se dedicam exclusivamente à Gerência de Outorga, ocupando inclusive, cargos de direção. A maior carência percebida foi justamente na outorga de águas subterrâneas, pois os dois geólogos que emitem os pareceres técnicos ocupam os cargos de Superintendente de Recursos Hídricos e Coordenador do PROAGUA, disponibilizando de tempo exíguo para a análise dos processos de outorga. Observou-se também que não há engenheiro agrônomo na equipe técnica. Foi identificado um engenheiro agrônomo que dedica-se a área de comitês de bacia.

A equipe técnica atual da Gerência de Fiscalização é composta por:

- 01 engenheiro civil (Marcos);
- 01 graduando em engenharia civil (Ivson);
- 01 engenheiro químico (Jorge);
- 01 auxiliar administrativo (Eduardo Santa Rita).

O engenheiro químico não se dedica exclusivamente à Gerência de Fiscalização, participando também das atividades da Gerência de Outorga. Ressalta-se que não há geólogos participando das atividades de fiscalização das águas subterrâneas. Em maio de 2010, foi incluída na equipe uma arquiteta que está atuando na parte ligada a mapas e geoprocessamento.

18.4.3. Proposta de Futuro Arranjo Institucional

De acordo com informações obtidas em reunião realizada na SEMARH, em 24 de maio de 2010, com a presença do Secretário, Alex Gama, da Superintendente de Recursos Hídricos, Rochana Santos e do Diretor do IMA, Gustavo Carvalho, apresenta-se a seguir uma proposta com base nas discussões realizadas na reunião conjunta com as referidas instituições.

A intenção do Governo do Estado de Alagoas é integrar as atividades operacionais da gestão de recursos hídricos com as atividades relacionadas à gestão ambiental. Na prática pretende-se reestruturar o IMA para execução das Políticas Estaduais de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos. Assim, o IMA será fortalecido e passará a exercer algumas atribuições que, atualmente são da SEMARH. A futura estrutura do IMA compreenderá três diretorias técnicas, diretamente ligadas à presidência: Diretoria Técnica de Meio Ambiente, Diretoria Técnica de Recursos Hídricos e Diretoria Técnica de Florestas e Conservação.

A Diretoria Técnica de Recursos Hídricos do IMA será responsável pelas seguintes atividades: monitoramento dos recursos hídricos, outorga de direito de uso da água, fiscalização do uso dos recursos hídricos, enquadramento dos corpos hídricos e atualização do sistema de informações em recursos hídricos.

Nesta nova concepção de atribuições do IMA, a SEMARH permanecerá com as atividades de planejamento dos recursos hídricos, cabendo a ela a coordenação de estudos, planos e programas relativos aos recursos hídricos.

A partir do novo arcabouço institucional do Estado, integrando a gestão ambiental e de recursos hídricos, é importante cumprir a exigência legal do licenciamento ambiental para as atividades de exploração das águas subterrâneas. Nesse sentido, é importante adotar as recomendações da Resolução CNRH nº 65, de 07 de dezembro de 2006, - Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

Quando as atividades de meio ambiente e recursos hídricos são executadas em uma única instituição é necessário que os procedimentos estejam claramente definidos, especialmente para análise dos processos de outorga de direito de uso da água e licenciamento ambiental e que haja uma integração harmoniosa com a fiscalização do uso das águas subterrâneas. Recomenda-se, nesse caso, a elaboração de um manual de procedimentos detalhado, contendo claramente todas as etapas de tramitação do processo desde o seu protocolo até a sua conclusão, incluindo as responsabilidades de cada setor da instituição e, se possível, os prazos previstos para cada etapa.

O setor de recursos hídricos deve focar sua análise na compatibilidade da demanda requerida com a finalidade de uso da água e na disponibilidade hídrica para atendimento da demanda requerida, respeitando, naturalmente, as áreas de restrições de captação de águas subterrâneas. Já o setor de meio ambiente volta-se para os seguintes aspectos: a análise da localização do ponto de exploração, se está inserido em áreas de preservação ambiental; a análise dos parâmetros de qualidade da água em relação à finalidade de uso da água pretendida e a questão de possíveis focos de contaminação dos aquíferos, entre outros.

Dessa forma, será possível controlar a tramitação dos processos, detectando as etapas que demandam maior tempo e viabilizando imprimir maior agilidade à conclusão dos processos. Outro aspecto a ser observado é a possibilidade de otimização de recursos humanos para realização de vistorias, por exemplo, cujos objetivos muitas vezes podem ser atendidos por um único técnico, para obter as informações necessárias a mais de uma atividade (outorga, licenciamento ou fiscalização), desde que haja prévia e exata definição do papel que o técnico desempenhará para cada setor.

Em relação ao Sistema de Informações em Recursos Hídricos, a SEMARH tomou a decisão de não desenvolver um sistema particular e adotar o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, já utilizado pela Agência Nacional de Águas – ANA. Esta alternativa configura-se adequada, uma vez que haverá uma estreita sintonia com a ANA e demais órgãos gestores estaduais que adotarem o mesmo sistema. É importante observar que o sistema de informações em recursos hídricos contenha também as informações administrativas necessárias ao trâmite dos processos, além das informações técnicas possibilitando a visualização espacial dos dados técnicos.

No tocante aos aquíferos interestaduais, o Estado de Alagoas não apresenta interface conflituosa com outros Estados, pelo menos até o momento. Dessa forma, a gestão compartilhada de aquíferos deverá ser feita por Comissões Gestoras criadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos para atender a objetivos específicos e por prazo determinado, uma vez que não há registro de conflitos em aquíferos compartilhados.

É importante, ainda, que o Conselho Estadual de Recursos Hídricos tenha um fórum permanente para discussão dos assuntos pertinentes à gestão das águas subterrâneas, o que pode ser realizado através de uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. Esta Câmara deverá ser responsável por discutir e propor diretrizes para a gestão de águas subterrâneas, incluindo alterações na legislação e regulamentação, bem como proposição de novas normas, por meio de minutas de Resoluções a serem apresentadas à plenária do CERH. Especial atenção deve ser dada a discussão e formalização das áreas de restrição de captação de águas subterrâneas, que constituem instrumento importante de gestão das águas subterrâneas. Também deve estar no escopo dos trabalhos desta Câmara os temas ligados à cobrança pelo uso das águas subterrâneas, enquadramento das águas subterrâneas e medidas de proteção e conservação dos aquíferos.

18.4.3.1. Quadro de Pessoal Técnico Proposto para a Gestão de Águas Subterrâneas

O Quadro técnico previsto para a gestão de águas subterrâneas contempla um número mínimo de profissionais para desenvolvimento de atividades relativas à gestão das águas subterrâneas no Estado de Alagoas. É importante observar que a equipe sugerida é destinada a exercer as atividades previstas na Política de Recursos Hídricos, independente de que estas atividades sejam realizadas na mesma instituição responsável pela gestão ambiental ou não.

Foi prevista uma ampliação da equipe para as atividades já em desenvolvimento atualmente pela SEMARH, como a análise de processos de outorga de direito de uso da água, a fiscalização do uso das águas subterrâneas e acompanhamento de estudos hidrogeológicos. Para as atividades a serem implementadas futuramente, tais como a atualização do sistema de informações em águas subterrâneas, monitoramento quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas, cobrança pelo uso da água e enquadramento dos corpos hídricos subterrâneos foram incluídos profissionais com a formação adequada à realização dessas atividades.

A equipe a ser lotada no setor de outorga deverá ter condições de atualizar o passivo dos processos existentes, bem como otimizar a análise dos processos, buscando reduzir o tempo de conclusão dos mesmos.

Na área de fiscalização do uso das águas subterrâneas é fundamental que haja equipes permanentemente em campo, com programação de supervisão ao cumprimento dos atos de outorga e detecção de usuários irregulares. Nesse sentido, os técnicos também deverão realizar atividades de cadastramento de usuários de águas subterrâneas.

Verificou-se a necessidade de ampliar o número de profissionais com experiência na área de qualidade da água para atuarem nas atividades de outorga, monitoramento e enquadramento dos corpos hídricos.

Identificou-se a necessidade de profissionais da área jurídica, dedicados exclusivamente à área técnica, a fim de avaliar a documentação dos processos de outorga e fiscalização, bem como dar suporte jurídico a elaboração de novas normas.

Em relação ao Sistema de Informações em Recursos Hídricos, recomenda-se que haja um técnico da área de informática para dar suporte a alimentação, processamento de dados e emissão de relatórios.

O Quadro técnico recomendado é composto por 12 profissionais de nível superior e 09 profissionais de nível médio, sendo 04 na área administrativa, conforme apresentado no Quadro 18.1.

É recomendável uma equipe técnica permanente e estável, preferencialmente admitida por concurso público e razoavelmente remunerada. A realização de concurso público garante uma relativa estabilidade da equipe, uma vez que esta não estará sujeita a oscilações políticas. A remuneração mínima profissional também é outro aspecto importante para evitar alta rotatividade na equipe, que poderá ser atraída por novas oportunidades profissionais com melhores salários.

A equipe foi dimensionada para que as atividades relativas à gestão das águas subterrâneas sejam desenvolvidas minimamente, devendo ser ampliada a longo prazo, de acordo com as necessidades.

Quadro 18.1 – Proposta de composição do Quadro técnico.

Função	Descrição das Atividades	Nº
Geólogo	Análise de estudos hidrogeológicos; elaboração de pareceres e relatórios técnicos; realização de vistorias técnicas, elaboração de relatórios conclusivos.	05
Engenheiro Agrônomo	Realizar análises de projetos de irrigação, agropecuários e hidroagrícolas, procedendo a avaliação das demandas hídricas requeridas para outorga.	01
Engenheiro Químico ou Biólogo	Desenvolvimento de atividades relacionadas ao monitoramento qualitativo das águas subterrâneas, análise de processos de outorga em relação à qualidade da água, enquadramento dos corpos hídricos subterrâneos, análise de estudos hidrogeológicos e planos de recursos hídricos em relação à qualidade da água.	02
Economista	Estudos de cobrança pelo uso da água.	01
Advogado	Análise da documentação relativa aos processos de outorga, análise de recursos em processos de fiscalização, emissão de pareceres jurídicos e suporte jurídico à elaboração de normas técnicas.	02
Analista de Sistemas	Suporte ao Sistema de Informações em águas subterrâneas.	01
Assistente Técnico	Técnico de nível médio para suporte e apoio técnico especializado às atividades dos geólogos, realização de vistorias para outorga e fiscalização, elaboração de relatórios, levantamento de dados cadastrais de usuários de recursos hídricos.	05
Assistente Administrativo	Suporte e apoio administrativo às atividades dos técnicos de nível superior e médio, tais como: atendimento ao público, protocolo de processos, recebimento de documentação, organização de arquivos de processos, alimentação de banco de dados.	04

18.5. Plano de Monitoramento de Aquíferos

O monitoramento dos aquíferos deve ser considerado sob dois aspectos: quantitativo e qualitativo.

O monitoramento quantitativo diz respeito aos aspectos volumétricos do manancial hídrico subterrâneo tendo em vista os rebaixamentos acentuados da superfície potenciométrica, que venham a causar problemas de salinização, recalques diferenciais no terreno e até mesmo uma exaustão do depósito aquífero quando em casos extremos de superexploração.

O monitoramento quali-quantitativo deve ter como finalidade o acompanhamento da evolução da qualidade da água e da quantidade, ou seja, dos volumes disponibilizados. Dessa maneira dois parâmetros são essenciais ao monitoramento

para esse acompanhamento quali-quantitativo: o teor de sólidos totais que pode ser avaliado pela condutividade elétrica da água e a profundidade do nível da água que possibilita estabelecer correlação com o volume disponível para exploração.

Foram baseados nesses princípios que foram estabelecidos dois tipos principais de sensores a instalar nos poços, um para a condutividade elétrica e outro para a profundidade do nível da água. Outros tipos de sensores podem eventualmente vir a ser instalados para medir vazões, medir teor de cloretos, nitratos, ferro ou outros elementos químicos, entretanto não podem ser considerados mais importantes como os que foram definidos, no sentido de viabilizar um monitoramento adequado e com menores custos.

O estudo hidrogeológico ora realizado se constituiu num primeiro diagnóstico da hidrogeologia da Região Metropolitana de Maceió, devendo esse trabalho ser continuado com observações sistemáticas que irão, no futuro, oferecer subsídios para a atualização do presente diagnóstico.

O diagnóstico ora apresentado já revelou uma situação bastante diferenciada entre a região urbana da cidade de Maceió, submetida a uma intensa exploração para o abastecimento d'água do município e o restante da área, onde o uso da água subterrânea é ainda incipiente, resultando numa situação de equilíbrio e sustentabilidade entre as entradas e saídas de água no sistema hídrico subterrâneo.

Essa é uma grande diferença entre um manancial hídrico acumulado na superfície e um manancial hídrico subterrâneo. No primeiro, um bombeamento intensivo em qualquer parte do reservatório acarretará um rebaixamento generalizado de toda a superfície do corpo hídrico (ou espelho d'água), enquanto num aquífero o rebaixamento da superfície potenciométrica se fará de modo diferenciado, com depressões acentuadas nos locais de intensa exploração, rebaixamento pouco acentuado em locais pouco explorados e nenhum rebaixamento onde não ocorrer nenhuma captação. A Figura 18.2 ilustra essa diferenciação entre os dois tipos de mananciais.

A intensa exploração do sistema aquífero Barreiras/Marituba no âmbito da zona urbana da cidade de Maceió provocou rebaixamentos de dezenas de metros na superfície potenciométrica acarretando, em consequência, um processo de salinização que forçou a concessionária de abastecimento d'água a desativar uma centena de poços nas suas baterias exploratórias.

Ao serem desativados esses poços a partir dos últimos 15 anos, iniciou-se um processo de recuperação da superfície potenciométrica, como já analisado nos mapas potenciométricos das últimas décadas.

O monitoramento dos níveis d'água e qualidade da água pode ser procedido de duas maneiras, as quais podem funcionar simultaneamente, quais sejam:

- a) Medições sistemáticas dos níveis com sondas elétricas e coleta de amostras d'água para realização de análises específicas, a serem realizadas pelo menos uma vez a cada trimestre, possivelmente por técnicos da concessionária dos serviços de abastecimento d'água. Não é necessário que se monitore todos os poços, mas uma rede de poços pré-selecionada que poderia inclusive coincidir com aquela escolhida no âmbito do presente estudo.
- b) Instalação de sensores telemétricos que registrem pelo menos a profundidade do nível e a condutividade elétrica da água. Outros elementos podem vir a ser detectados como a vazão do poço e o teor de cloretos, dentre outros.

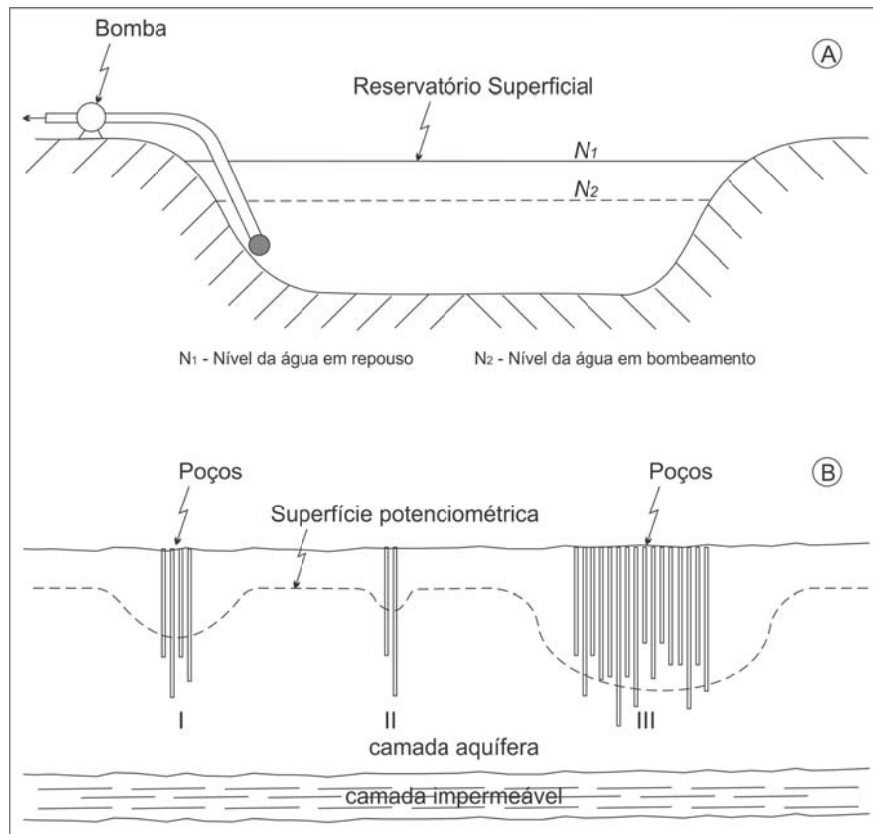


Figura 18.2 – Em (A) observa-se um bombeamento num reservatório d'água em superfície; em (B) mostra a captação de água subterrânea num mesmo aquífero, sendo que em (I) o cone de rebaixamento múltiplo foi mais acentuado do que em (II) que possui menos poços e em (III) com o maior número de poços ocorreu o maior rebaixamento da superfície potenciométrica do aquífero.

Um plano de monitoramento por amostragem, com coleta sistemática de água para análises de determinados elementos em intervalos de tempo programados, também deverá ser aplicado na região a fim de se poder acompanhar possíveis variações dos parâmetros que determinam a potabilidade da água.

A coleta da água poderá ser efetuada nos poços que serão selecionados para telemetria dos parâmetros de nível d'água e condutividade elétrica e, como esses poços não estão em operação, poderá ser instalado nos mesmos uma bomba a vácuo como mostrada na figura 18.3.

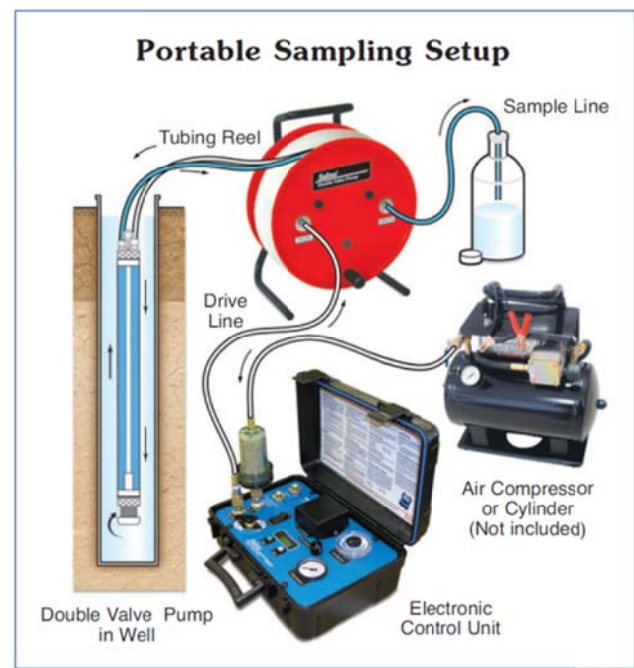


Figura 18.3. – Bomba a vácuo
Fonte: Solinst (2011).

Poderão ser coletadas amostras de água a cada três meses e efetuadas as análises dos seguintes parâmetros:

- STD – sólidos totais dissolvidos
- Cloretos
- Ferro
- Nitrato
- Bacteriológico – coliformes termotolerantes e totais.

Também poderão ser selecionados alguns postos de combustíveis (cerca de 10 postos) onde seriam perfurados poços rasos (até 20 m de profundidade) e se faria uma coleta anual para realização de análise de BETEX.

Esses parâmetros (STD, cloretos, nitratos, etc.) também podem ser medidos automaticamente por sensores telemétricos e a opção por um método ou outro deverá ser uma atribuição do órgão gestor.

Quanto ao monitoramento por sensores telemétricos instalados dentro dos poços pode variar quanto à forma de envio e recepção dos dados registrados.

De um modo geral, as seguintes formas de captação e envio dos dados podem ser adotadas, necessitando uma análise da direção do órgão gestor sobre a conveniência técnica, administrativa e financeira mais adequada a ser implantada:

- Os sensores telemétricos dentro do poço são acoplados a um aparelho receptor localizado fora do poço que acumulará os dados emitidos a cada intervalo de tempo que for dimensionado (por hora, por dia, por semana, etc). Ao final do mês, ou de dois em dois meses, ou ainda a cada semestre, o técnico irá ao poço e captará no computador as informações acumuladas no aparelho receptor, trazendo-as para o escritório para análise do período desejado.
- Os sensores telemétricos ficam dentro do poço e são ligados por fios a uma caixa receptora de sinais que fica fora do poço. Dessa caixa são enviadas automaticamente para um aparelho receptor localizado no órgão gestor, que acumulará os sinais emitidos pelos vários sensores localizados em poços de monitoramento distribuídos na área.

Quanto ao envio dos sinais da caixa de recepção localizada fora do poço para o equipamento de controle localizado no órgão gestor, pode ser efetuado de várias maneiras:

- Por telefone
- Por rádio
- Por satélite

As duas primeiras alternativas são mais dispendiosas e sujeitas a panes repentinas no sistema de telefonia ou de rádio. Quanto à transmissão via satélite há duas alternativas: por satélites estrangeiros, que têm uma frequência de emissão de dados mais contínua e com pequenos intervalos de tempo e o satélite brasileiro que passa em cada ponto de três em três dias. Consideramos que essa última alternativa é a mais viável, pois dez informações mensais são mais do que suficientes para o acompanhamento dos processos de variação de nível e de qualidade da água.

À título de exemplo pode ser citado o caso do Recife, que chegou a alcançar há mais de 10 anos o regime de superexploração na captação das águas subterrâneas, com rebaixamentos de 8 metros/ano em poços da região costeira.

Um procedimento de monitoramento foi instalado em 2002 a partir de 10 poços com sensores telemétricos instalados com sistema de transmissão por telefone para o órgão controlador, no caso a CPRH. Atualmente todos esses monitores estão desativados por problemas vários surgidos na transmissão.

O sistema instalado previa a emissão de dados a cada hora, pois era de interesse científico investigar a inter-relação entre a variação dos níveis da água e a variação da maré bem como com a variação pluviométrica diária e sazonal.

O gráfico da Figura 18.4 mostra o registro da variação do nível da água (na parte superior do gráfico) e da qualidade da água em condutividade (na base do gráfico).

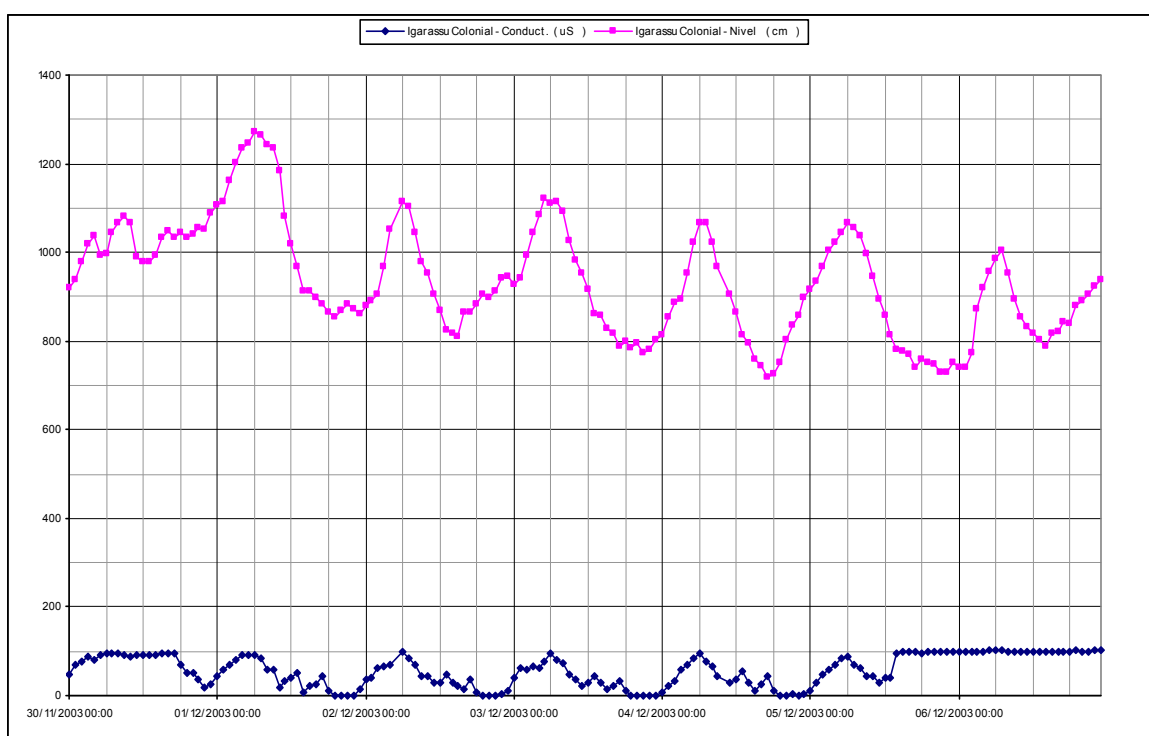


Figura 18.4 - Gráfico da variação dos níveis d'água e da condutividade elétrica em poço de monitoramento localizado no Recife.

Observa-se a linha vermelha que registra a variação da profundidade do poço, podendo-se notar que para cada conjunto de quatro colunas que representa a duração de um dia, nas primeiras seis horas, correspondentes ao horário das 0 h às 6 h da manhã o nível está sempre mais elevado mostrando uma recuperação dos níveis no período do dia onde a água é menos utilizada. Das 6 h da manhã às 18 h o nível fica mais ou menos estabilizado e das 18 h às 24 h o nível começa a recuperar por haver diminuído a exploração.

No capítulo 19 deste relatório serão apresentados os locais onde deverão ser implantados os sensores e as demais diretrizes para o monitoramento dos aquíferos da região de estudo.

18.6. Plano de Enquadramento das Águas Subterrâneas com Base na Resolução CONAMA 396/2008

O capítulo II da Resolução CONAMA 396/2008 estabelece o seguinte:

DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:

I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

O artigo 6º que estabelece as condições e padrões de qualidade, diz textualmente:

Art. 6º- Os padrões das Classes 1 a 4 deverão ser estabelecidos com base nos Valores de Referência de Qualidade-VRQ, determinados pelos órgãos competentes, e nos Valores Máximos permitidos para cada uso preponderante, observados os Limites de Quantificação Praticáveis-LQPs apresentados no Anexo I (da Resolução CONAMA 396/2008).

Ainda referente aos padrões de qualidade o art.12 estabelece que:

Art. 12. Os parâmetros a serem selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente.

Parágrafo único. Dentre os parâmetros selecionados, deverão ser considerados, no mínimo, Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes.

Os parâmetros selecionados para subsidiar o enquadramento das águas subterrâneas em classes foram escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas (aquífero, grau de confinamento, vulnerabilidade, profundidade do nível d'água) e hidrogeoquímicas (parâmetros físico-químico e bacteriológico), das fontes potenciais de poluição e do mapa de risco de contaminação. Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos selecionados para o enquadramento das águas subterrâneas na RMM, foram: pH, sólidos totais dissolvidos (STD), cloretos, turbidez, condutividade elétrica (CE), nitrato e coliformes termotolerantes.

18.6.1. Padrões para Cada Uso das Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas no momento do uso deverão atender os seguintes padrões:

- Consumo humano: os padrões de potabilidade da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde ou sua sucessora (Tabela 18.2).
- Recreação: os padrões da resolução CONAMA 274/2000 ou sua sucessora.
- Irrigação e dessedentação de animais: os padrões deverão atender a legislação específica brasileira ou na sua falta, os valores recomendados pela "Food and Agricultural Organization".
- Valores máximos permitidos e limites de quantificação praticáveis para os usos acima, conforme Resolução CONAMA nº 396/08 (Tabela 18.3).

Respeitada a legislação vigente, outros usos das águas subterrâneas poderão ter seus padrões ou valores estabelecidos pelos órgãos estaduais e/ou municipais.

Tabela 18.2 – Padrões de Potabilidade (Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde).

Parâmetro	Unid.	VMP	PARÂMETRO	Unid.	VMP	
Padrão de Aceitação para Consumo Humano						
I	Cor Aparente	uH	15	Turbidez	UT	5
	pH	-	6 - 5 ^{*1}			
II	Cloreto	mg/l	250	Sódio	mg/l	200
	Dureza Total	mg/l	500	STD	mg/l	1000
	Ferro Total	mg/l	0,3	Sulfato	mg/l SO ₄	250
III	Xileno	mg/l	0,3	Tolueno	mg/l	0,17
	Etilbenzeno	mg/l	0,2			
Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que Representam Risco à Saúde						
II	Nitrato	mg/l N	10	Nitrito	mg/l N	1
III	Benzeno	µg/l	5			
Padrão Microbiológico de Potabilidade da Água para Consumo Humano						
VII	Coliformes Totais	nº/100 ml	Ausência			
Notas :						
I	- Parâmetros físicos e organolépticos.		*1	- Recomendado		
II	- Parâmetros químicos inorgânicos.		UT	- Unidade de turbidez		
III	- Parâmetros químicos orgânicos.		µg/l	- Micrograma por litro		
VII	- Parâmetros microbiológicos		mg/l	- Miligrama por litro		
VMP - Valor Máximo Permitido						
uH - Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)						

18.6.2. Valor Máximo Permitido - VMP

Limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso da água subterrânea (Tabela 18.3).

Tabela 18.3 - Valores Máximos Permitidos (VMP) e os Limites de Quantificação Praticáveis (LQP) dos parâmetros químicos, Agrotóxicos e Microorganismos das águas subterrâneas de acordo com a Resolução CONAMA nº 396, para cada um dos usos considerados como preponderantes.

PARÂMETROS	Nº CAS	Usos Preponderantes da Água				Limite de Quantificação Praticável - (LQP)
		Consumo Humano	Dessedentar Animais	Irrigação	Recreação	
Parâmetros Inorgânicos das Águas Subterrâneas (µg.l⁻¹)						
Cloreto	16887-00-6	250.000 ⁽¹⁾	-	100.000 700.000	400.000	2.000
Ferro	7439-89-6	300 ⁽¹⁾	-	5.000	300	100
Nitrato NO ³	14797-55-8	10.000	90.000	-	10.000	300
Nitrito NO ²	14797-65-0	1.000	10.000	1.000	1.000	20
Sódio	7440-23-5	200.000 ⁽¹⁾	-	-	300.000	1.000
STD	-	1.000.000 ⁽¹⁾	-	-	-	2.000
Sulfatos	-	250.000 ⁽¹⁾	1.000.000	-	400.000	5.000
Parâmetros orgânicos das Águas Subterrâneas (µg.l⁻¹)						
Benzeno	71-43-2	5	-	-	10	2
Fenóis	-	3	2	-	2	10
Etilbenzeno	100-41-4	200 ⁽¹⁾	-	-	-	5
Tetracloroetano	127-18-4	40	-	-	10	5
Tolueno	108-88-3	170	24	-	--	5
Xileno Total (O+m+p)	0-95-47-6/m-108-383/106-42-3	300	-	-	-	5 para cada
Microorganismos das Águas Subterrâneas (nº/100ml)						
<i>E. coli</i>	-	Ausentes	200	-	800	-
Enterococos	-	-	-	-	100	-
Coliformes termotolerantes	-	Ausentes	200	-	1.000	-

Notas:

1. Efeito organoléptico

VMP+ valor máximo permitido mais restritivo entre todos os usos preponderantes.

VMP- valor máximo permitido menos restritivo entre todos os usos preponderantes.

Classe 1: o VRQ <ou = VMP+

Classe 2: o VRQ > VMP+ .

18.6.3. Valores de Referência de Qualidade – VRQ

Com base nos valores das tabelas acima, foram enquadradas as águas subterrâneas dos distintos aquíferos da RMM no Quadro 18.2, sendo na Figura 18.5 apresentado o mapa do enquadramento das Águas Subterrâneas com base na Resolução CONAMA 396/2008:

18.7. Indicação de Áreas de Proteção da Zona de Recarga dos Aquíferos

Em algumas bacias sedimentares ocorrem formações aquíferas que afloram em determinadas áreas da superfície do terreno e mergulham por sob outras formações tornando-se confinadas em profundidade.

Nesses casos a área de afloramento se constitui na área de recarga do aquífero e toda a contribuição de água que chega ao aquífero se procede nessa área de recarga, inclusive se constituindo em zona de risco de contaminação.

Na área ora estudada, as formações aquíferas principais se acham quase inteiramente recobertas pelos sedimentos da Formação Barreiras e, em alguns casos, como o aquífero Marituba, o mais importante por suas características hidrogeológicas, se encontra totalmente encoberto por aquela formação.

Não ocorrendo área de recarga própria, toda a alimentação do aquífero Marituba se processa por transmissão do aquífero Barreiras que lhe recobre, a ponto de constituir o conjunto das duas formações um único sistema aquífero denominado na região de Sistema Aquífero Barreiras-Marituba.

Nos casos em que a Formação Barreiras não recobre os sedimentos a ele sotopostos ocorrem reduzidas áreas de ocorrência da Formação Poção ao sul de Rio Largo e oeste de Satuba e uma reduzidíssima área de ocorrência da Formação Coqueiro Seco na borda da Lagoa de Manguaba, próximo a Pilar.

Essas duas formações – Poção e Coqueiro Seco – são, como já analisado no texto do relatório, de más condições hidrogeológicas e os poços perfurados na Formação Barreiras recobrindo aquelas formações se restringem praticamente ao aquífero Barreiras, não havendo, portanto, nenhum interesse em proteção da recarga desses aquíferos.

Como a Formação Barreiras recobre 95% da área sedimentar e totalmente o principal aquífero da região, a única maneira de proteger os aquíferos a ela sotopostos seria a proteção do próprio aquífero Barreiras. Acontece que estando esse aquífero disposto sob a forma de aquífero livre em toda a área, torna-se absolutamente impossível a proteção da sua área de recarga, pois essa área é todo o aquífero onde se situam as instalações residenciais, comerciais, industriais e inclusive, os focos potenciais de contaminação.

Dessa maneira, não será necessário, nem mesmo viável, a indicação de áreas de proteção de zona de recarga dos aquíferos da região estudada.

18.8. Indicação de Áreas de Restrição e Controle

Áreas de Restrição e Controle são aquelas que merecem um controle mais rígido em função de riscos de contaminação ou processos de degradação do aquífero por superexploração.

Quadro 18.2 – Enquadramento das águas subterrâneas da RMM.

Número do Laboratório	Dados de Localização				Determinações					Coliformes Totais	Classe
	Local	Município	Coordenadas UTM		Aquífero	S.T.D.	NO ₃ ⁻	Cl	Fe ₃		
			N	E							
106893	ETA Cardoso - PBEB-08	Maceió	8934981	198492	Barreiras/Marituba	269,00	3,67	106,51	0,200		1
106809	ACQUA/Santa Laura	Maceió	8936629	203701	Barreiras	120,00	2,10	30,43	0,114		1
106848	Aeroporto 01	Rio largo	8947360	192327	Barreiras/Poçoão	49,00	2,90	12,17	0,111		1
106847	Aeroporto Zumbi 02	Rio largo	8947100	193308	Barreiras/Poçoão	46,00	3,43	10,14	0,092		1
106818	Água da Vida Transportes	Maceió	8935348	201087	Barreiras	92,00	4,10	30,43	0,031		1
106795	Aldebaran Água Mineral	Maceió	8938498	199340	Barreiras/Marituba	66,00	3,75	20,29	0,063		1
106854	Alto da Boa Vista	Paripueira	8952758	219533	Barreiras	85,00	2,89	28,40	0,132		1
106852	Alto da Boa Vista	Paripueira	8952884	219129	Barreiras	90,00	2,48	30,43	0,124		1
106877	Bebedouro - PBEB-04	Maceió	8935523	198423	Barreiras/Marituba	164,00	1,67	60,86	0,104		1
106895	Benedito Bentes - PBBE-01	Maceió	8942740	199250	Barreiras/Marituba	96,00	2,45	30,43	0,145	Ausente	1
106896	Benedito Bentes - PBBE-10	Maceió	8942321	200360	Barreiras/Marituba	100,00	3,45	12,17	0,080		1
106796	Blumare Veículos	Maceió	8931838	201367	Barreiras	164,00	1,88	60,86	0,074		1
106834	Brasília Nova	Coqueiro seco	8933016	192096	Barreiras/Maceió	63,00	3,55	18,26	0,043		1
106805	Bunge Fertilizantes	Maceió	8942099	197286	Barreiras	238,00	16,40	91,30	5,000	Presença	3
106819	Canavialis	Paripueira	8949588	212783	Barreiras	96,00	4,12	32,46	0,109		1
106898	Carajás - PCC-02	Maceió	8937547	201249	Barreiras	98,00	1,63	18,26	0,100		1
106813	Casa de Saúde Ulisses Pernambucano	Maceió	8934386	196182	?	175,00	5,58	65,98	0,056	Presença	2
106897	Cely Loureiro - Cacheiro do Meirim	Maceió	8937180	198910	Barreiras/Marituba	59,00	2,44	32,46	0,049		1
106798	Chacara da Lagoa	Maceió	8939758	193912	Barreiras/Marituba	79,00	4,21	25,36	0,092	Ausente	1
106883	Cidade Universitária (PCU 01)	Maceió	8943256	196546	Barreiras/Marituba	64,00	0,84	15,22	0,130	Ausente	1
106801	Cj. Dom Adelmo Machado	Maceió	8933552	203252	Barreiras	240,00	2,45	81,15	0,191	Presença	2
106891	Clima Bom - PCB-06	Maceió	8940669	193690	Barreiras	76,00	2,45	20,29	0,237		1
106814	Colégio Batista	Maceió	8930804	200331	Barreiras	195,00	3,21	65,94	0,112	Ausente	1
106803	Colégio Santa Ursula	Maceió	8931967	203563	Marituba	1006,00	2,13	385,47	5,000		4
106900	Colina Dos Eucaliptos - PCE	Maceió	8938802	195456	Barreiras	72,00	6,02	20,26	0,092	Ausente	1
106828	Condomínio Bosque Rio Mar	Barra S. Antonio	8957658	224156	Barreiras	92,00	2,35	30,43	0,083		1
106855	Condomínio Sonho Verde	Paripueira	8954033	221505	Barreiras	197,00	1,00	71,01	0,236		1
106802	Conjunto Elias Pontes Bonfim	Maceió	8938185	206068	Barreiras	124,00	3,37	45,65	0,139		1
106838	Conjunto Zé Dias - PT-03	Mal. Deodoro	8924126	181174	Barreiras	104,00	2,20	36,20	0,052		1
106811	Cristalvidro	Maceió	8937068	100231	Barreiras	48,00	6,02	10,14	0,085	Ausente	3
106899	Distrito Industrial - PT-05	Maceió	8941190	196400	Barreiras/Marituba	72,00	1,70	16,52	0,069		1
106889	Dubeaux Leão - PJDJL-02	Maceió	8941208	198275	Barreiras	139,00	2,29	50,72	0,100	Ausente	1
106857	Escola Presidente Medici	Pilar	8940965	174200	Barreiras/Poçoão	54,00	1,54	15,22	0,111		1

Quadro 18.2 - Enquadramento das águas subterrâneas da RMM (continuação).

Dados de Localização					Determinações					Coliformes Totais	Classe
Número do Laboratório	Local	Município	Coordenadas UTM		Aquífero	S.T.D.	NO ₃ ⁻	Cl	Fe ₃		
			N	E						mg/l	
106881	Eustáquio Gomes - PEGM-01	Maceió	8944204	193569	Barreiras/Marituba	56,00	1,01	12,17	0,115		1
106844	Faz. Primavera	Satuba	8938857	184565	Barreiras	73,00	3,50	22,32	0,069		1
106804	G.Barbosa - Serraria	Maceió	8936175	201830	Barreiras	939,00	1,65	355,04	5,000		4
106810	GRANGELO	Maceió	8940050	208064	Barreiras	136,00	1,32	46,10	0,065		1
106861	Guardiano	Sta.Luzia do Norte	8938742	189918	Barreiras	139,00	3,89	40,58	0,097		1
106875	Henrique Equelman -PHE-01	Maceió	8940902	199203	Barreiras	106,00	5,04	30,43	0,057		1
106815	Hospital do Açúcar	Maceió	8935050	199390	Barreiras/Marituba	142,00	2,16	52,75	0,075		1
106808	IGAL	Maceió	8934078	202740	Barreiras	168,00	3,58	60,10	0,092		1
105807	Instituto Da Visão	Maceió	8931872	200397	Barreiras	180,00	5,50	71,01	5,000	Ausente	4
106894	Jardim Serraria	Maceió	8937440	201253	Barreiras/Marituba	93,00	2,71	30,43	0,109	Ausente	1
106880	João Sampaio - PCJS-02	Maceió	8937064	196888	Barreiras/Marituba	128,00	2,68	45,65	0,050		1
106888	José Tenório - PJTL-01	Maceió	8937479	201361	Barreiras	105,00	2,07	35,50	0,119		1
106876	José Tenório - PJTL-05	Maceió	8937419	201347	Barreiras	105,00	4,70	30,43	0,106		1
106856	Lot. Manguaba - Garagem Municipal	Pilar	8938433	175907	Barreiras/Poço	79,00	6,63	25,36	0,055		1
106832	Loteamento Rume Farias - PT-06	Barra S. Antonio	8959400	224344	Barreiras	90,00	2,63	30,43	0,100		1
106825	Loteamento Alta Vista	Barra S. Miguel	8911932	181048	Barreiras	63,00	3,40	15,22	0,104		1
106826	Loteamento Arquipelago do Sol	Barra S. Miguel	8911613	182781	Barreiras	97,00	3,16	30,43	0,155		1
106858	Loteamento Edite França	Pilar	8938067	174414	Barreiras	90,00	5,95	30,43	0,132		1
106859	Loteamento Frei Damiao	Pilar	8938697	174741	Barreiras/Poço	81,00	4,79	26,37	0,146	Ausente	1
106840	Loteamento Laguna	Mal. Deodoro	8927075	208626	Barreiras	96,00	1,10	28,56	0,052		1
106853	Loteamento Porto Belo	Paripueira	8952248	219008	Sedimentos Praia	104,00	2,10	28,56	0,110		1
106831	Loteamento Rume Farias - PT-05	Barra S. Antonio	8959494	224399	Barreiras	68,00	1,09	20,29	0,185		1
106850	Mafripes	Rio largo	8949563	188182	Barreiras	100,00	3,50	30,43	0,179		1
106790	Manguaba Petróleo	Maceió	8940848	193526	Barreiras/Marituba	56,00	1,50	12,17	0,030	Presença	3
106788	Mc DONALDS	Maceió	8932914	203621	Barreiras/Marituba	575,00	1,28	177,52	0,040		1
106884	Monte Alegre - Pma-03	Maceió	8936618	198483	Barreiras/Marituba	89,00	1,75	20,29	0,083		1
106887	Murilópolis - PMUR -01	Maceió	8936080	200440	Barreiras/Marituba	92,00	2,11	28,40	0,079		1
106862	Mutirão	Sta.Luzia do Norte	8937832	188952	Barreiras/Maceió	258,00	1,56	30,43	0,096		1
106846	OAS	Rio largo	8948613	191244	Barreiras	158,00	3,79	50,72	0,076		1
106892	Osman Loureiro - POL-02	Maceió	8940310	195110	Barreiras	123,00	5,13	40,58	0,119	Ausente	1
106882	Ouro Preto (POP 02)	Maceió	8936387	200315	Barreiras/Marituba	121,00	4,17	42,60	0,180		1
106791	Petrosynergy	Maceió	8935497	197735	Barreiras/Marituba	184,00	5,62	71,01	0,084	Ausente	1
106797	Polícia Rodoviária Federal	Maceió	8941364	195128	Barreiras	71,00	3,15	20,29	0,146		1

Quadro 18.2 - Enquadramento das águas subterrâneas da RMM (continuação)..

Dados de Localização					Determinações					Coliformes Totais	Classe
Número do Laboratório	Local	Município	Coordenadas UTM		Aquífero	S.T.D.	NO ₃ ⁻	Cl	Fe ₃		
			N	E							
106851	Porto di Mare	Paripueira	8954790	222067	Barreiras	279,00	2,33	103,47	0,135		1
106843	Posto Aliança	Mal. Deodoro	8925261	182314	Barreiras	320,00	0,56	110,56	0,802		3
106863	Posto Ecologico	Stá.Luzia do Norte	8938102	190241	Barreiras	300,00	3,26	62,89	0,120		1
106835	Posto Flecha	Messias	8958705	188171	Barreiras	110,00	2,10	35,5	0,090		1
106792	Posto Jacutinga	Maceió	8940550	199550	Barreiras/Marituba	64,00	4,04	18,26	0,050		1
106794	Posto Liderança	Maceió	8938317	195601	Barreiras/Marituba	116,00	6,27	40,58	0,041	Ausente	1
106837	Posto Pichilau	Messias	8958616	188124	Barreiras	63,00	2,49	20,29	0,106		1
106793	Posto Portugal	Maceió	8935497	197735	Barreiras/Marituba	92,00	8,12	30,43	0,048	Ausente	1
106827	Posto Rosa Maria-Tabuba	Barra S. Antonio	8955895	222721	Barreiras	140,00	2,10	42,63	0,090		1
106789	Posto Rotary	Maceió	8934890	200379	Barreiras	166,00	2,82	60,86	0,059	Ausente	1
106839	Povoado Malhado - PT-07	Mal. Deodoro	8918590	184260	Barreiras	112,00	1,36	31,20	0,041		1
106824	Povoado São Sebastião	Barra S. Miguel	8913289	179010	Barreiras	120,00	3,94	40,58	0,294		3
106878	Praça Antônio Carlos Magalhães - PAM 1	Maceió	8934601	201129	Barreiras/Marituba	120,00	4,00	35,50	0,079	Ausente	1
106860	Quilombo	Stá.Luzia do Norte	8936526	190505	?	231,00	5,09	50,72	0,083		1
106833	Reservatório CASAL - Centro	Coqueiro seco	8933026	192290	Barreiras	115,00	6,57	40,58	0,118		1
106845	Residencial Chacara São Bento	Rio largo	8946682	191962	Barreiras	65,00	4,66	17,24	0,125		1
106886	Rua Ceará - PBD-03	Maceió	8935462	201206	Barreiras/Marituba	95,00	4,10	30,43	0,065	Ausente	1
106890	Salvador Lira - PSL-03	Maceió	8941716	198419	Barreiras/Marituba	92,00	3,22	28,40	0,080		1
106874	Samamabia - PS-02	Maceió	8936316	201687	Barreiras/Marituba	92,00	5,04	28,40	0,067		1
106879	Santa Lúcia - PLSL 04	Maceió	8940477	197307	Barreiras/Marituba	76,00	6,37	20,29	0,620	Presença	3
106873	Santa Lúcia - PLSL 05	Maceió	8940898	197858	Barreiras	101,00	4,94	30,43	0,100		1
106829	Santa Luzia 03	Barra S. Antonio	8956084	222926	Barreiras	95,00	2,42	30,43	0,084		1
106830	Santa Luzia 04	Barra S. Antonio	8956104	223242	Barreiras	93,00	1,17	32,46	0,094	Ausente	1
106800	SEMARH	Maceió	8935249	204139	Barreiras	208,00	15,97	83,18	0,090	Presença	3
106816	Shopping Iguatemi	Maceió	8932172	201954	Marituba	520,00	2,02	140,21	0,118		1
106817	Shopping Pátio Maceió	Maceió	8939000	200234	Barreiras	58,00	2,10	15,22	0,095		1
106885	Sítio São Jorge - PBD-05	Maceió	8935575	201904	Barreiras/Marituba	116,00	2,86	40,58	0,109	Ausente	1
106842	Sítio Seribó	Mal. Deodoro	8925116	209709	Barreiras/C.Seco	92,00	0,74	31,10	0,258		1
106841	Sítio Volta D'água	Mal. Deodoro	8927423	189549	Barreiras	108,00	0,96	29,10	0,621		3
106836	Sub-estação da CHESF - BR 101	Messias	8959162	188047	Barreiras	62,00	2,56	15,22	0,072		1
106812	Transpotável	Maceió	8934362	202236	?	123,00	3,08	45,65	0,166		1
106806	Troia	Maceió	8941163	196573	Barreiras/Marituba	68,00	2,54	20,29	5,000		3
106849	UTE Rio Largo	Rio largo	8947794	188809	Barreiras	168,00	1,26	45,56	0,052		1
106799	Vila Emater	Maceió	8935484	204047	Barreiras/Marituba	149,00	9,66	55,79	0,100	Ausente	3

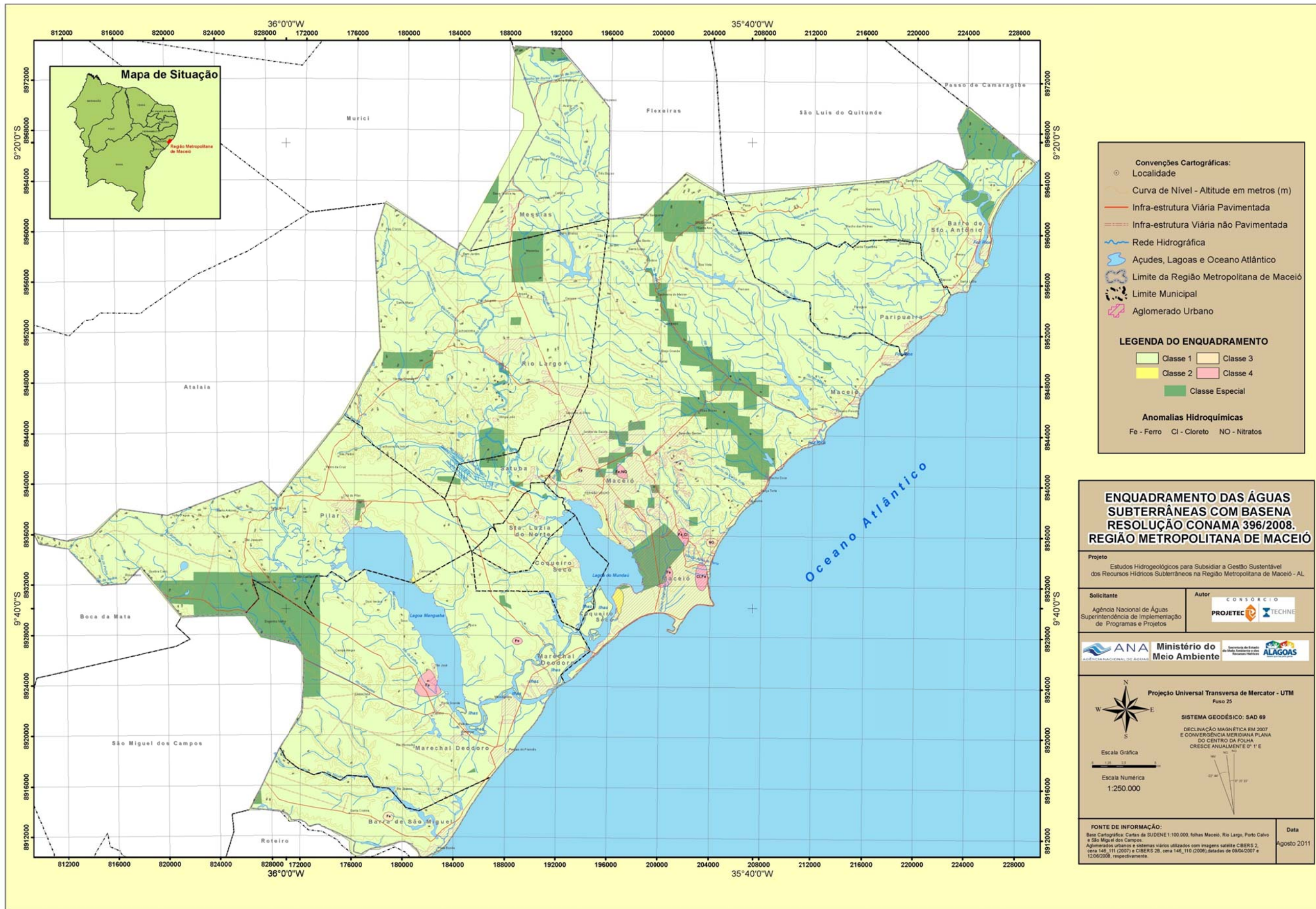


Figura 18.5 - Mapa do enquadramento das Águas Subterrâneas com base na Resolução CONAMA 396/2008.

No Mapa de Áreas de Restrições – Figura 18.5 - são indicadas as áreas definidas em razão da modelagem matemática dos aquíferos e estudo da interface água doce/água salgada, conforme se acha minuciosamente descrito no capítulo concernente a esse estudo.

As áreas de restrição e controle são descritas a seguir.

- **Área de restrição I**

Motivo: rebaixamento acentuado da superfície potenciométrica e salinização da água.

Localização: região urbana central do município de Maceió, englobando os bairros de Farol, Feitosa, Jacintinho, Pitanguinha, Capoeira e Cruz das Almas.

Condições hidrogeológicas: muito boas, com coeficientes de transmissividade variando entre 4.10^{-3} a 5.10^{-2} m²/s e vazões específicas médias da ordem de 10 m³/h/m.

Situação atual de uso: após três décadas de intensiva exploração através de mais de 250 poços públicos com elevadas vazões e centenas de poços particulares, ocorreu uma depleção da superfície potenciométrica superior aos 40 m o que provocou um incremento da salinização da água por desequilíbrio da interface água doce/água salgada. Na última década houve a paralisação de cerca de 100 poços da CASAL, em grande parte nessa área de restrição, o que resultou numa recuperação de nível potenciométrico da ordem de 30 m e as águas voltaram a apresentar boa qualidade, salvo exceções pontuais (apenas uma amostras dentre as 100 analisadas apresentou um valor de STD superior ao limite de potabilidade). A superexploração que vem ocorrendo nessa área provocou um desequilíbrio no balanço hidrogeológico, que revelou estar sendo explotado um volume duas vezes maior do que o permitido pela recarga natural do sistema aquífero, pelo que se faz necessário uma redução nos volumes atualmente captados desse sistema aquífero na área em questão. Essa área corresponde a cerca de 60% do total da zona urbana de Maceió, onde o balanço hidrogeológico acusou uma exploração atual da ordem de 150 milhões de metros cúbicos anuais, quando o balanço hidrogeológico revelou não ser possível a exploração de mais de 50 milhões de metros cúbicos por ano (ver item 16.2 deste relatório). Os poços de profundidade inferior a 80 m e reduzida vazão, que se encontram captando exclusivamente o aquífero Barreiras livre, não provocam nenhum desequilíbrio no sistema, pois as recargas anuais das precipitações são muito superiores às retiradas, daí porque a continuidade da sua exploração pode ser considerada como irrelevante.

Restrição: não devem ser outorgadas vazões superiores a 30 m³/dia, os poços não poderão ter profundidade superior a 80 m e todos os poços existentes que não atendam a essas especificações devem reduzir a vazão a 1/3 da atualmente bombeada.

- **Área de restrição II**

Motivo: risco de salinização.

Localização: faixa de 2.000 m de largura ao longo de toda a faixa costeira.

Condições hidrogeológicas: muito variáveis, com coeficientes de transmissividade variando entre 2.10^{-3} a 5.10^{-2} m²/s e vazões específicas médias entre 3 e 10 m³/h/m.

Situação atual de uso: o modelo hidrogeológico da interface água doce/água salgada revelou os riscos de uma salinização generalizada de toda a área urbana caso seja continuada a exploração na faixa costeira. Algumas baterias de poços da CASAL já foram desativadas nessa zona o que acarretou uma melhoria na qualidade das águas subterrâneas ali captadas, mas, se retornar o uso descontrolado que vinha sendo exercido na área, a intrusão da cunha salina poderá ocorrer dentro das próximas

décadas, tornando imprestável a água para o consumo humano. Nas zonas de exploração onde ocorrer a superposição dessa zona de restrição as vazões de exploração dos poços atuais deverão ser reduzidas a fim de evitar a continuidade do processo de salinização.

Restrição: *nenhum novo poço deve ser perfurado nessa zona e os atuais devem reduzir a vazão a 1/3 da atualmente bombeada.*

- **Área de restrição III**

Motivo: risco de salinização.

Localização: faixa de 500 m de largura em torno da Lagoa do Mundaú.

Condições hidrogeológicas: muito boas, com coeficientes de transmissividade variando entre $4 \cdot 10^{-3}$ a $5 \cdot 10^{-2}$ m²/s e vazões específicas médias da ordem de 10 m³/h/m.

Situação atual de uso: o modelo matemático que interpretou as condições hidrogeológicas locais e a relação entre as águas doces continentais e a água salgada oceânica revelou que não apenas na faixa costeira estava ocorrendo um desequilíbrio dessa interface com intrusão salina, mas também no entorno da Lagoa do Mundaú onde ocorriam algumas baterias de poços de uso público ou industrial. A Lagoa do Mundaú que possui comunicação direta com o mar tem as suas águas também salinizadas apesar de ser alimentada por exutórios dos aquíferos com água doce. Pelo mesmo mecanismo que ocorre na região costeira, a lagoa também vem interferindo na salinização do sistema aquífero Barreiras/Marituba na área circunvizinha. Nas zonas de exploração onde ocorrer a superposição dessa zona de restrição as vazões de exploração dos poços atuais deverão ser reduzidas a fim de evitar a continuidade do processo de salinização.

Restrição: *nenhum novo poço deve ser perfurado nessa zona e os atuais devem reduzir a vazão a 1/3 da atualmente bombeada.*

- **Área de restrição IV**

Motivo: preservação da qualidade da água de classe especial.

Localização: Áreas de Proteção Ambiental - APA's.

Condições hidrogeológicas: extremamente variáveis, uma vez que ocorrem nos mais diversos aquíferos da área.

Situação atual de uso: Nas áreas de proteção ambiental correspondentes à vegetação de mata preservada, as águas subterrâneas são enquadradas na classe especial, devendo ser preservada a sua qualidade dos riscos de contaminação antrópica que podem ocorrer quando da captação das águas desses aquíferos. Assim, não deve ser outorgado nenhum poço nessas áreas.

Restrição: *nenhum novo poço deve ser perfurado nessa zona e os atualmente existentes não devem ter a outorga renovada.*

Essas restrições deverão ser impostas em caráter preliminar e por tempo limitado, durante um espaço de tempo de 5 anos até que novos dados possibilitem uma reavaliação para definir a necessidade de continuidade da restrição, sua intensificação ou sua extinção, ou ainda da necessidade de se adotar novas zonas de restrição.

As novas informações advirão de um sistema de monitoramento de aquíferos que deverá ser implantado pelo órgão gestor dos recursos hídricos na região.

A seguir é apresentado o Mapa de Áreas de Restrição da RMM, na Figura 18.6 (no Anexo I, se apresenta em tamanho A0).

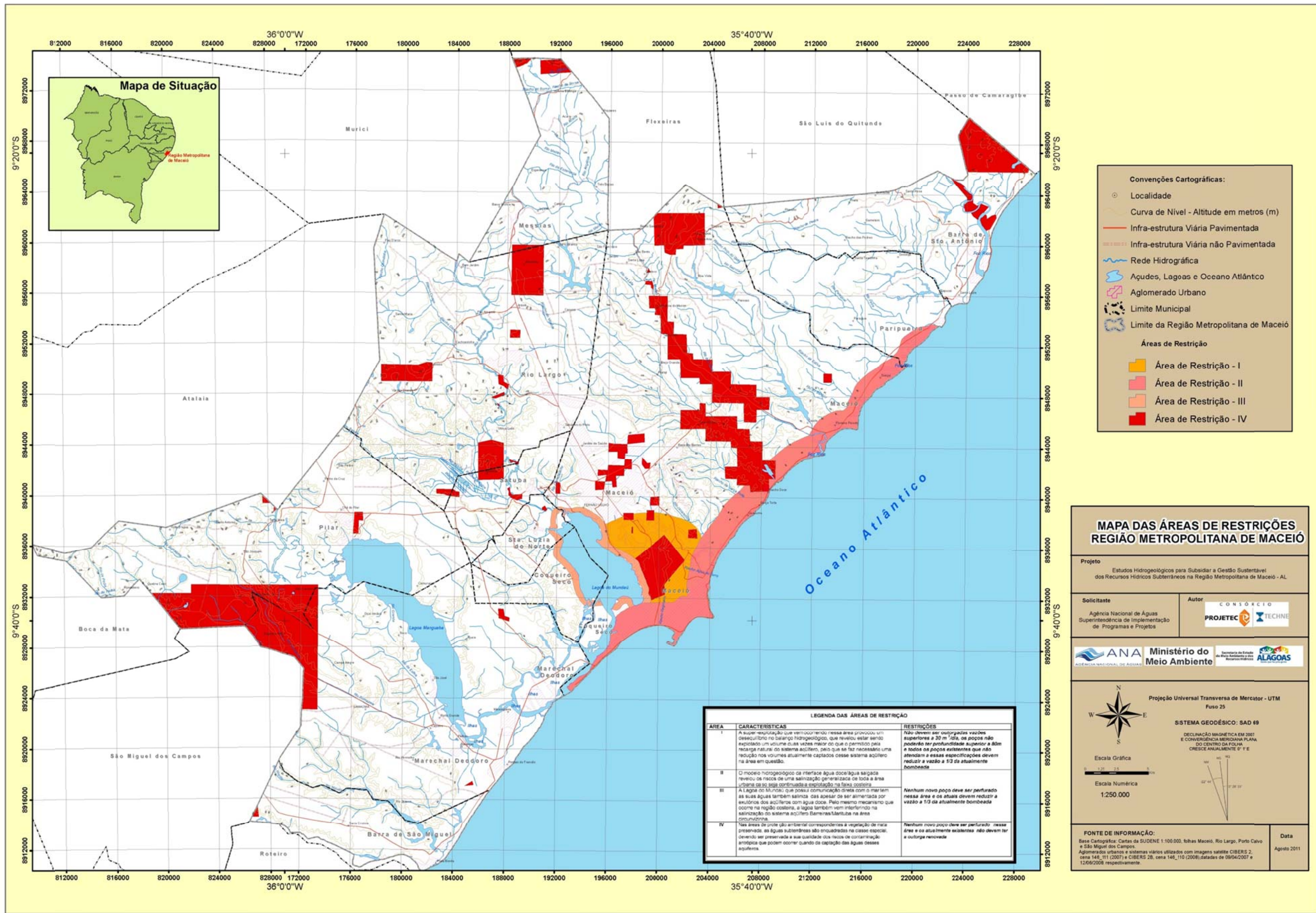


Figura 18.6 – Mapa das Áreas de Restrição.

Para oficializar as restrições, necessário se torna, em primeiro lugar, que o presente estudo seja aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos o qual poderá proceder a sua análise por um grupo técnico ou uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, que se propõe seja instalada. Numa segunda etapa, o órgão gestor emite uma Resolução estabelecendo as zonas de restrição conforme acima descritas.

18.9. Poços Abandonados

Conforme apresentado no presente estudo do total de poços cadastrados a situação era a seguinte:

- Poços em operação – 1.914
- Poços desativados – 290

Dos poços desativados, quase 40% corresponde a poços da CASAL, que os desativou por vários motivos, principalmente devido à salinização das suas águas. A relação entre poços desativados por particulares e pela CASAL é a seguinte:

- Poços de particulares desativados – 178
- Poços da CASAL desativados – 112

No Quadro 18.3 são apresentados os poços desativados da CASAL e que correspondiam a baterias de captação, constando o(s) motivo(s) de desativação desses poços. Além dos 91 poços assinalados na relação abaixo, outros localizados em comunidades sem constituir baterias foram também desativados.

Quadro 18.3 – Poços da CASAL desativados em baterias de captação para abastecimento público.

BATERIA	BAIRRO	NÚMERO DE POÇOS			% DE POÇOS DESATIVADOS	CAUSA(S) da DESATIVAÇÃO	VOLUME DESATIVADO (m ³ /h)
		TOTAL	ATIVOS	INATIVOS			
Bebedouro	Bebedouro	25	5	20	80,00	Salinização	2.700
Alfredo G.Mendonça	Jacarecica	4	1	3	75,00	Salinização, Ferro e Gestão	30
Ladeira do Bolão	Bom Parto	9	6	3	33,33	Gestão	400
Baixo Reginaldo	Poço	13	0	13	100,00	Salinização e fero	2.200
Reginaldo	Reginaldo	21	6	15	71,43	Gestão e Prtagi	1.590
Clima Bom	Clima Bom	6	4	2	33,33	Gestão	20
Dom Adelmo Machado	Cruz das Almas	4	2	2	50,00	Gestão	60
Pça.Gonçalves Ledo	Farol	6	0	6	100,00	Salinização	170
Farol	Farol	8	4	4	50,00	Gestão	440
José Tenório	Serraria	10	5	5	50,00	Gestão	100
Mangabeiras	Mangabeiras	9	1	8	88,89	Gestão e ferro	650
Osman Loureiro	Clima Bom	6	2	4	66,67	Gestão	80
Benedito Bentes	Benedito Bentes	11	5	6	54,55	Gestão e Prtagi	350
		132	41	91	68,94		8.790

ou: 77x10⁶ m³/ano

Nos poços cujo motivo da desativação consta a gestão, vários fatores influenciaram a decisão do gestor, no caso a CASAL de desativar o poço, inclusive o desenvolvimento de processo de salinização.

Esses poços desativados estão todos lacrados e alguns já cimentados inteiramente, não se podendo ter acesso ao interior dos mesmos. O problema que pode estar ocorrendo é que não se conhece os procedimentos adotados na cimentação a ponto de evitar que o poço se constitua num foco potencial de contaminação de poços vizinhos.

A situação de poços particulares é ainda mais precária, pois, muitas vezes o proprietário nem sabe exatamente onde se situava o poço, pois uma edificação (calçada, muro, jardim, ou mesmo um cômodo da casa) foi construída sobre o mesmo.

Não se conhece nenhum caso de poço que tenha sido desativado e devidamente cimentado segundo critérios técnicos da ABNT.

Dessa maneira, a localização desses poços pode ser vista no cadastro com as respectivas coordenadas, porém não se cogita de realizar nenhum procedimento individual ou coletivo para procedimentos de isolamento desses poços.

18.10. Indicação dos Usos Adequados das Águas Subterrâneas às Peculiaridades Hidrogeológicas Locais

Nos capítulos anteriores ficou bem clara a situação de exploração das águas subterrâneas nos diversos aquíferos da Região Metropolitana de Maceió.

O uso das águas subterrâneas tem sido mais intenso na área urbana da cidade de Maceió por duas razões: a maior demanda e as melhores condições hidrogeológicas. Com efeito, a maior concentração populacional da RMM situa-se na zona urbana da capital alagoana e até os dias atuais o manancial hídrico subterrâneo vem sendo utilizado com exclusividade, salvo reduzidas parcelas de águas superficiais que também são originadas de restituição dos aquíferos locais.

Na região urbana de Maceió predomina em 90% da área o sistema aquífero Barreiras/Marituba que oferece as melhores condições hidrogeológicas para fornecimento de água para atendimento das demandas hídricas de usos diversos.

Além das captações através de poços mais profundos e de maior diâmetro, poços mais bem construídos tecnicamente, para abastecimento público pela empresa concessionária do abastecimento d'água da cidade, outros poços vêm sendo perfurados para atendimento privado de condomínios residenciais, indústria e comércio dos diversos municípios que compõem a RMM.

O cadastro levantado no âmbito do presente trabalho alcançou o número de 2.200 poços, na quase totalidade poços profundos, não tendo sido alvo do cadastramento os poços amazonas, os poços tubulares com menos de 20 m de profundidade ou ainda os poços ponteira, que vêm captando os depósitos aluviais, sedimentos de praia e outros depósitos recentes.

Na região urbana de Maceió o sistema aquífero Barreiras/Marituba vem sendo explorado sem nenhum controle, tanto de qualidade da água como de volumes extraídos, sem falar ainda na qualidade técnica dos poços construídos. Essa situação de ausência de gestão dos recursos hídricos subterrâneos acarretou uma interferência múltipla dos cones de rebaixamento dos poços em operação resultando num acentuado rebaixamento da superfície potenciométrica do sistema aquífero, com consequências desastrosas pela salinização da água do aquífero explorado.

O presente estudo constatou que o volume que está sendo retirado do aquífero na região urbana de Maceió é três vezes superior àquele que deveria estar sendo extraído em função dos volumes infiltrados (recarga natural do aquífero). Dos cerca de 150 milhões de metros cúbicos que vêm sendo extraídos na região urbana de Maceió 72% corresponde a poços da CASAL, apesar de os poços de particulares representarem 83% do total de poços na mesma região.

O sistema aquífero Barreiras/Marituba não comporta a continuidade da exploração nos níveis atuais, devendo, portanto, ser deslocada a área de captação das baterias de poços para abastecimento público para uma área mais ao norte onde o sistema aquífero não esteja sendo explotado.

Os poços que vêm captando exclusivamente o aquífero Barreiras, isto é, com profundidades menores que 80 m e vazões reduzidas ($< 5 \text{ m}^3/\text{h}$) poderão continuar a exploração sem maiores problemas.

Quanto ao aquífero Barreiras, nas áreas em que se acha sobreposto às demais formações da bacia sedimentar – Coqueiro Seco, Maceió, Poção e Ponta Verde, que possuem baixa permeabilidade, continuarão a ser utilizados para abastecimento humano, de forma pontual ou coletiva, através de poços com profundidades de até 100 m.

Na extensa região onde o aquífero Barreiras se acha sobreposto ao embasamento cristalino ou em áreas onde o próprio embasamento rochoso se acha aflorante, as captações vêm sendo realizadas por poços de profundidade em torno dos 40 m, para obtenção de baixas vazões, em geral inferiores a $5 \text{ m}^3/\text{h}$.

No capítulo seguinte serão classificadas as zonas de exploração que levarão em conta os aspectos hidrogeológicos e a demanda por poços de abastecimento público e uso particular para os diversos fins.

18.11. Zoneamento de Exploração

O Mapa de Zoneamento Explotável apresentado em anexo mostra 7 (sete) zonas distribuídas ao longo da área, tendo sido baseado nas características hidrogeológicas de cada formação aquífera.

Por se constituir no principal sistema aquífero da região, o maior número de zonas de exploração coube ao sistema aquífero Barreiras-Marituba, com cinco zonas como pode ser visto no mapa e no Quadro 18.4.

O que distingue fundamentalmente as cinco zonas do sistema aquífero Barreiras/Marituba das demais zonas onde o aquífero Barreiras se sobrepõe às demais formações da bacia sedimentar é que na primeira a Formação Marituba se constitui num excelente aquífero e o conjunto com o aquífero Barreiras forma um sistema aquífero semi-homogêneo, enquanto nas demais localidades as formações geológicas sotopostas ao Barreiras possui péssimas condições hidrogeológicas e os poços ali existentes estão praticamente restritos ao aquífero Barreiras.

Quadro 18.4 – Classificação das zonas de exploração.

ZONA	ÁREA (km ²)	AQUÍFEROS	VARIAÇÃO DE ESPESSURA (m)
A	35	Sistema aquífero Barreiras/Marituba	150 - 400
B	72		100 – 300
C	48		70 – 200
D	95		150 – 400
E	60		80 - 150
F	1.124	Barreiras sobreposto às demais formações da bacia sedimentar	60 – 120
G	510	Barreiras sobreposto ao embasamento cristalino ou apenas rochas cristalinas (aquífero fissural)	30 - 60

Embora o sistema aquífero Barreiras/Marituba possua características aproximadamente uniformes ao longo de toda a área, as condições de exploração e as espessuras do sistema aquífero variam de um local para outro o que ensejou a subdivisão nas cinco zonas acima apresentadas.

Com base nos mapas de isópacas das formações aquíferas Barreiras e Marituba foi possível estabelecer os parâmetros médios para cada uma das zonas que são representadas por essas formações, como é mostrado no Quadro 18.5.

Quadro 18.5 - Espessuras médias das formações aquíferas nas zonas A a E.

Zona	Faixa de Variação do aquífero Barreiras	Espessura média do aquífero Barreiras	Faixa de Variação do aquífero Marituba	Espessura média do aquífero Marituba	Espessura média do sistema aquífero Barreiras/Marituba
A	20 m - 80 m	50 m	120 m - 380 m	200 m	240 m
B	20 m - 110 m	70 m	20 m - 120 m	80 m	150 m
C	20 m - 60 m	50 m	20 m - 140 m	70 m	120 m
D	20 m - 50 m	40 m	140 m - 250 m	200 m	240 m
E	10 m - 70 m	40 m	20 m - 60 m	40 m	80 m

O conjunto das formações Barreiras e Marituba apresenta as maiores espessuras nas zonas A e D, diminuindo um pouco na zona B onde ocorre uma espécie de depressão morfológica e aparecendo com reduzidas espessuras nas zonas C e E que se situam na borda da formação Marituba.

A distinção entre as zonas A e D de similares condições geométricas foi estabelecida em função do nível atual de exploração do sistema aquífero: com efeito, na zona A se localiza uma grande quantidade de poços públicos e privados, estando a mesma integralmente inserida na Área de Restrição I, proposta no capítulo anterior deste relatório; enquanto isso, a zona D está praticamente virgem na exploração do sistema aquífero.

Enquanto a zona A deverá ser praticamente abandonada, com relação a futuros investimentos em poços, a zona D poderá se constituir numa futura área prioritária para captação de novos poços de abastecimento público. Um cuidado especial que se deverá dispensar para essa zona, no caso de vir a ser escolhida para futuras baterias de poços é a proibição na utilização de fertirrigação da cana de açúcar e uso de defensivos agrícolas que se constituem em focos de contaminação para os aquíferos.

As zonas B e C possuem idênticas condições hidrogeológicas, sendo que na zona B as espessuras do conjunto Barreiras/Marituba é maior do que na zona C que se situa nas proximidades do limite da ocorrência da Formação Marituba. Dessa maneira, aparentemente deveria ser mais intensa a exploração na zona B do que na C, todavia será recomendado exatamente o contrário. A razão dessa inversão é que na zona B uma parte dela já se encontra dentro da Área de Restrição I e o restante se acha circunvizinho a essa zona, merecendo, portanto uma exploração mais contida a fim de não ensejar os mesmos problemas que ocorre atualmente na Área de Restrição I.

Por fim a zona E, localizada nas proximidades de Paripueira, embora ainda seja uma região considerada virgem na exploração dos seus aquíferos possui a menor possança em função das reduzidas espessuras representadas pela terminação lenticular da Formação Marituba.

Com relação às demais áreas onde não ocorre a Formação Marituba, a situação é representada por duas situações distintas: a) o aquífero Barreiras sobre sedimentos pouco permeáveis da bacia sedimentar, e b) o aquífero Barreiras sobre o embasamento cristalino, fora da bacia sedimentar.

A zona F representa a primeira situação, onde a Formação Barreiras recobre ora a Formação Poção, ora a Formação Maceió, ora a Formação Coqueiro Seco, perfazendo uma extensa área de 1.124 km². Ao longo de toda essa zona a situação é praticamente a mesma, ou seja, os poços estão captando quase exclusivamente o aquífero Barreiras, daí a sua reduzida profundidade, em geral, inferior aos 80 m.

A zona G representa a segunda situação de ocorrência da Formação Barreiras, sobreposto a rochas cristalinas ou cristalofílicas do embasamento rochoso, delimitado da bacia sedimentar por uma extensa falha geológica de direção aproximadamente NE-SW.

O aquífero Barreiras sobre o embasamento cristalino ocupa uma área de 350 km² e o próprio embasamento cristalino sem coberturas, uma área total de 160 km².

Para cada zona podem ser apresentadas as características hidrogeológicas em termos de parâmetros médios ou de variação entre limites inferior e superior, assim como as condições de exploração do aquífero por poços tubulares, como mostrado no quadro 18.6.

As faixas de variação da transmissividade foram obtidas pelos diversos estudos realizados cujos resultados foram analisados no capítulo referente aos testes de aquífero.

As vazões específicas médias foram avaliadas a partir dos poços da CASAL que possuem dados mais confiáveis de testes de vazão, com anotação de níveis estático e dinâmico.

A profundidade máxima dos poços levou em conta além das espessuras dos aquíferos, as condições ideais de sua exploração em cada zona.

A vazão considerada como possível foi obtida a partir de uma previsão de rebaixamento médio da ordem de 20 m, conforme reconhecido na análise dos poços cadastrados.

Quadro 18.6 – Características hidrogeológicas nas diversas zonas e características técnicas dos poços a construir.

Zona	Variação da Transmissividade (m ² /s)	Vazão Específica Média (em poços da CASAL) (m ³ /h/m)	Profundidade de Máxima dos Poços (m)	Vazão		
				Possível (m ³ /h)	Recomendada (m ³ /dia)	
					Privado	Público
A *	4.10 ⁻³ – 5.10 ⁻²	10,00	80	150	30**	0
B	4.10 ⁻³ – 2,8.10 ⁻²	3,00	150	60	50	1.200
C	4.10 ⁻³ – 4.10 ⁻²	10,00	150	100	60	2.400
D	2.10 ⁻³ – 4,7.10 ⁻²	10,00	300	200	60	4.800
E	2.10 ⁻³ – 6.10 ⁻³	3,00	130	60	50	1.200
F	6,7.10 ⁻⁵ – 4,7.10 ⁻²	3,00	100	20	80	480
G	1.10 ⁻⁴ – 4,7.10 ⁻²	3,00	100	10	60	480

(*) Essa zona se acha totalmente inserida na Área de Restrição I;

(**) Os poços privados a serem perfurados nessa zona além de apresentarem a restrição de vazão de 30 m³/dia (cerca de 1,25 m³/hora) devem ficar restritos ao aquífero Barreiras, com profundidade máxima de 80 m.

Um determinado aquífero pode oferecer vazões muito elevadas em alguns pontos porém não se pode garantir que essa vazão possa ser alcançada em todos os locais do mesmo aquífero, devido a limitações hidrogeológicas (variações de fácies) e situações restritivas locais.

Assim, para cada zona foi apresentada uma recomendação de vazão, diferenciada entre poços privados que operam com vazões mais reduzidas devido a demandas insignificantes, e poços públicos que efetuam bombeamentos mais intensos para atendimento de elevadas demandas no abastecimento público.

A zona mais favorável à exploração de água subterrânea em baterias de poços para o abastecimento público é a zona D localizada na zona costeira norte, no limite entre os municípios de Maceió e Paripueira (Figura 18.7). O mapa da figura 18.8 mostra a superposição do Zoneamento de Exploração com as Áreas de Restrição.

Enquanto isso, as zonas A, B e C localizadas na região urbana mais densamente habitada da cidade de Maceió estarão sujeitas a restrições no sentido de preservar a qualidade da água subterrânea.

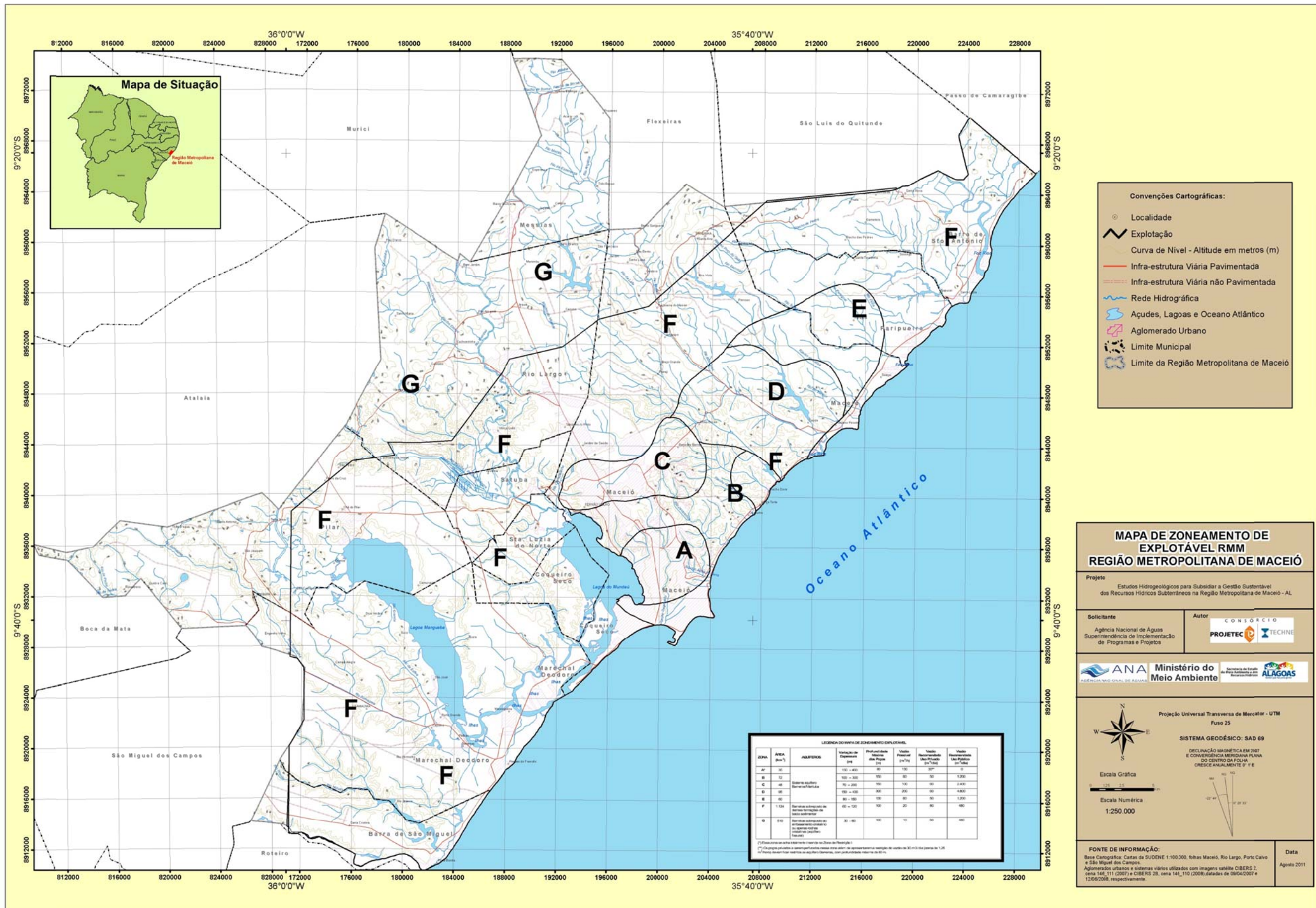


Figura 18.7 – Mapa de Zoneamento Explotável da Região Metropolitana de Maceió.

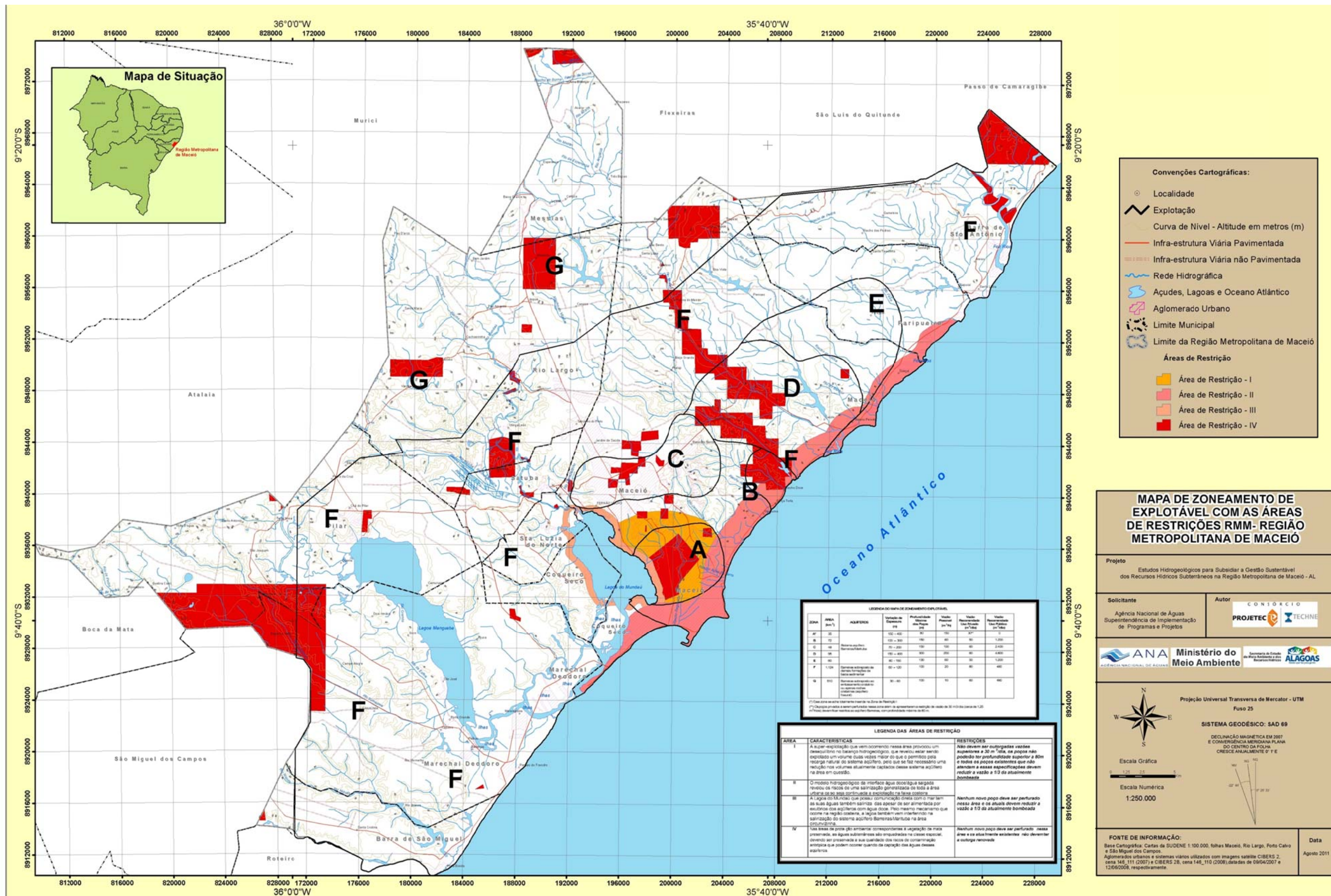


Figura 18.8 – Mapa integrado de “zoneamento explotável” com “áreas de restrição”.

18.12. Proposta de Normatização da Gestão das Águas Subterrâneas na RMM

Com base nos estudos realizados, sobretudo no zoneamento de exploração e nas áreas de restrição definidas para o uso das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Maceió, sugere-se que a gestão desse manancial hídrico obedeça aos seguintes critérios fundamentais:

1º) Os poços para abastecimento público perfurados e controlados pela concessionária dos serviços de abastecimento d'água, a CASAL, devem ser desativados na área urbana central da cidade de Maceió, onde foram mapeadas as áreas de restrição I, II, III e IV;

2º) Para abastecimento público deverão ser perfurados poços em áreas mais distantes da zona urbana da cidade, preferencialmente na Zona de Exploração D, entre o Riacho Doce e o Riacho da Estiva;

3º) Nessa nova área de exploração onde ocorre atualmente uma cultura extensiva de cana-de-açúcar, deverá haver uma proibição terminante de uso da fertirrigação e defensivos agrícolas ou qualquer outro agente que possa causar contaminação dos aquíferos;

4º) Nenhum novo poço público ou particular, deverá ser perfurado nas áreas de restrição II e III, respectivamente na faixa costeira com 2 km de largura desde o Pontal da Barra até a cidade de Paripueira e na faixa de 500 m de largura no entorno da Lagoa do Mundaú;

5º) Os poços atualmente existentes nessas áreas de restrição II e III deverão reduzir a vazão de captação a 1/3 da atualmente bombeada, sobretudo os poços públicos que bombeiam com vazões mais elevadas e regime de bombeamento de 24 horas/dia;

6º) Na área de restrição I não devem ser outorgadas vazões superiores a 30 m³/dia; os poços não poderão ter profundidade superior a 80 m e todos os poços existentes que não atendam a essas especificações devem reduzir a vazão a 1/3 da atualmente bombeada;

7º) Nas áreas de restrição I, correspondentes a Áreas de Proteção Ambiental, nenhum novo poço deve ser perfurado e os atualmente existentes não devem ter a outorga renovada;

8º) Os poços situados nas zonas F e G não possuem restrições de profundidade e vazão, salvo quando coincidirem com as áreas de restrição I onde não deve ser perfurado nenhum poço;

9º) Na zona F os poços tendem a ser perfurados apenas no aquífero Barreiras, tendo em vista a baixa produtividade dos aquíferos porosos de baixa permeabilidade a ele sotopostos;

10º) Na zona G os poços poderão atravessar o aquífero Barreiras e penetrar no embasamento rochoso que frequentemente possui água embora de baixa disponibilidade; são poços de reduzida vazão;

11º) Os poços a serem perfurados nas distintas zonas de exploração constantes do mapa específico deverão seguir as recomendações constantes do Quadro 18.7 a seguir:

Quadro 18.7 – Profundidades e vazões de poços recomendadas nas distintas zonas de exploração.

Zona	Área (km ²)	Aquíferos	Variação de Espessura (m)	Profundidade Máxima dos Poços (m)	Vazão Possível (m ³ /h)	Vazão Recomendada Uso Privado (m ³ /dia)	Vazão Recomendada Uso Público (m ³ /dia)
A*	35	Sistema aquífero Barreiras/Marituba	150 - 400	80	150	30**	0
B	72		100 – 300	150	60	50	1.200
C	48		70 – 200	150	100	60	2.400
D	95		150 – 400	300	200	60	4.800
E	60		80 - 150	130	60	50	1.200
F	1.124	Barreiras sobreposto às demais formações da bacia sedimentar	60 – 120	100	20	80	480
G	510	Barreiras sobreposto ao embasamento cristalino ou apenas rochas cristalinas (aquífero fissural)	30 - 60	100	10	60	480

Observações: (*) Essa zona se acha totalmente inserida na Área de Restrição I;

(**) Os poços privados a serem perfurados nessa zona além de apresentarem a restrição de vazão de 30 m³/dia (cerca de 1,25 m³/hora) devem ficar restritos ao aquífero Barreiras, com profundidade máxima de 80 m.

12º) Devem ser observados cuidados especiais no entorno dos poços que acusaram contaminação por salinização ou por contaminantes orgânicos e que tiveram as suas águas enquadradas como classes 2, 3 e 4 no mapa de enquadramento apresentado;

13º) Todos os poços abandonados devem ser objeto de estudos específicos visando detectar possíveis contaminações; aqueles que já acusarem sinais de contaminação deverão ser totalmente cimentados segundo tecnologia apropriada; os que não acusarem nenhuma contaminação deverão ser adequadamente vedados para se constituírem em poços de monitoramento;

14º) O órgão gestor dos recursos hídricos no estado de Alagoas deverá baixar resoluções conferindo caráter legal ao Zoneamento de Exploração e às Áreas de Restrição estabelecidas no presente estudo;

15º) O órgão gestor dos recursos hídricos deverá implementar um plano de monitoramento dos aquíferos através de uma rede de poços dotados de sensores telemétricos que emitirão continuamente dados sobre a qualidade da água e da profundidade dos níveis do aquífero;

16º) Deverá ainda o órgão gestor atuar decisivamente na fiscalização e controle da exploração dos aquíferos no sentido de fazer cumprir todas as recomendações técnicas emanadas do presente estudo e legalizadas por meio de resoluções;

17º) Estudos posteriores deverão ser realizados no sentido de atualizar os conhecimentos a partir das observações oriundas do monitoramento dos poços e da experiência resultante das restrições ora apresentadas.

19. SELEÇÃO DE PONTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SENSORES TELEMÉTRICOS PARA MONITORAMENTO DOS AQUÍFEROS

19.1. Condições Gerais do Monitoramento

Considerando a melhor condição de controle do monitoramento em localidades de domínio da CASAL que é uma empresa que integra o sistema administrativo de controle do uso da água subterrânea, os poços a monitorar serão escolhidos dentre aqueles que foram desativados e pertencentes àquela empresa.

Para o controle quali-quantitativo dos aquíferos da região, com sensores telemétricos dois parâmetros são essenciais para o monitoramento: a variação do nível (superfície potenciométrica) e a qualidade da água (através da condutividade elétrica da água).

A escolha dos poços para monitoramento quali-quantitativo foi baseada nos seguintes critérios básicos:

1. Que o poço fosse de domínio público, pertencente à concessionária dos serviços de abastecimento d'água a fim de facilitar os entendimentos com o órgão gestor;
2. Que o poço estivesse desativado a fim de não comprometer o abastecimento d'água sempre que se necessitasse efetuar operações para colocação e mudanças de sensores dentro do poço;
3. Que os aquíferos monitorados fossem o Barreiras que se estende em toda a Região Metropolitana de Maceió ou o Sistema aquífero Barreiras/Marituba que se constitui no principal manancial hídrico em exploração na região estudada;
4. Que fossem contempladas as principais zonas de exploração caracterizadas no zoneamento efetuado na região;
5. Que houvesse uma distribuição geográfica contemplando áreas de distintas situações;
6. Que incluísse também poços em áreas de restrição, sobretudo nas zonas salinizadas a fim de se detectar variações na qualidade da água;
7. Que fossem pesquisadas distintas profundidades do aquífero, como mostrado no quadro 19.1, em que as profundidades dos poços selecionados variaram desde o mínimo de 42 m até o máximo de 238 m.

Essa escolha atende a maior parte dos critérios adotados na Resolução CNRH 107/2010, quando no seu artigo 3º estabeleceu o que se deve considerar para a definição dos pontos a monitorar, como será analisado a seguir:

I – O uso e a ocupação do solo

Considerando a priorização concedida a poços da CASAL, esse critério torna-se irrelevante uma vez que a concessionária do serviço de abastecimento d'água efetua a perfuração dos poços sempre em local que facilite a distribuição da água em determinada comunidade, bairro ou conjunto residencial, não sendo considerado o uso e a ocupação do solo.

II – A demanda pela água subterrânea

a) Densidade de poços;

Os poços foram sempre escolhidos dentre aqueles existentes em baterias de poços que serviam ao abastecimento da população, portanto, ocorriam sempre com uma densidade relativamente elevada em relação ao total de poços distribuídos na região.

b) Volume de exploração;

Os volumes explorados variaram muito de um local para outro em função das demandas no sistema de abastecimento público, mas, de um modo geral, todos os poços escolhidos possuíam, quando em operação, um volume de exploração muito superior aos demais poços da região utilizados por particulares.

c) Densidade e crescimento populacional;

Considerando que todos os poços escolhidos situam-se na área urbana da capital do Estado, onde ocorrem as maiores densidades e crescimento populacional, evidentemente que esse critério foi levado em consideração.

d) Uso da água para abastecimento público;

Conforme foi citado no item 1 dos critérios adotados para escolha dos poços, todos os poços eram destinados ao abastecimento público, antes de serem desativados por motivos os mais diversos.

e) Tipo de atividade econômica;

Considerando que um dos critérios básicos estabelecidos na escolha dos poços foi que os mesmos pertencessem à CASAL o fator “atividade econômica” não poderia ser levado em consideração.

f) Áreas de conflito.

Não foi detectada nenhuma área de conflito na região estudada, mas apenas áreas de restrição, que foram levadas em consideração conforme consta no quadro 19.1.

III – Caracterização geológica

Conforme já mencionado, a caracterização geológica foi levada em consideração quando se procurou atender a distribuição dos poços nas duas formações geológicas mais importantes no contexto das águas subterrâneas.

IV – Caracterização hidrogeológica

Os dois aquíferos que são representados em toda a área e exercem importância na captação das águas subterrâneas são o Barrreiras e o Marituba. Dessa maneira, a escolha de poços que estão captando os dois aquíferos contemplou o critério acima especificado.

V – Hidrogeoquímica

O estudo hidroquímico efetuado constatou serem as águas subterrâneas de um modo geral de boa qualidade, com apenas uma das cem amostras analisadas ultrapassando o limite de potabilidade de 1.000 mg/l de STD. Dessa maneira não havia diferenciação

considerável entre os aquíferos que implicasse na necessidade de considerar esse critério como base na escolha dos pontos a monitorar. Apesar disso, a escolha de 50% dos poços localizados nas zonas de restrição I e II que correspondem às áreas susceptíveis à salinização, pode ser considerado como um atendimento a esse critério.

VI – Vulnerabilidade natural dos aquíferos, risco de poluição das águas subterrâneas e áreas contaminadas.

Conforme pode ser visto nos mapas das figuras 12.3 e 12.4 a vulnerabilidade dos aquíferos é insignificante a baixa em cerca de 99% da área estudada sendo de moderada a extrema nas cercanias da Lagoa do Mundau. A escolha dos pontos contemplou 5 poços nessas áreas de maior vulnerabilidade, onde o risco de poluição por águas salinizadas também é elevado.

VII – Clima

Não ocorrem diferenças de tipos climáticos na área estudada, embora a precipitação pluviométrica não seja a mesma, conforme já analisado. Também não ocorrem eventos hidroclimatológicos críticos nessa região que pudessem ser levados em consideração na escolha dos poços a monitorar.

VIII – Aquíferos de importância estratégica

O aquífero considerado como de importância estratégica é o aquífero Marituba que ocupa as zonas de exploração A, B, C e D. Dos quatorze poços escolhidos, doze se situam nas zonas A, B e C, não tendo sido contemplada a zona D por inexistir poços nessa zona.

IX – A proximidade e possibilidade de integração com estações de monitoramento hidrometeorológicas

Esse critério não foi levado em consideração, tendo em vista a preocupação em escolher poços desativados, pertencentes à CASAL e inseridos em baterias de poços de abastecimento público.

O tipo de equipamento a ser instalado irá depender da definição (escolha) por parte do órgão gestor, encarregado do monitoramento dos aquíferos, do meio de transporte dos dados desde o poço até o centro de controle.

Em princípio, podem ser adotados os seguintes modos de monitoramento por sensores telemétricos em função da captação dos dados:

- a) Transporte automático dos dados dos sensores para um centro de controle
Esse transporte automático pode ser efetuado de várias maneiras:
 - Por telefone (o intervalo de tempo pode ser desde uma hora, até um dia ou vários dias, porém uma informação por dia é mais que suficiente para o objetivo a que se destina o monitoramento);
 - Por rádio (valem as mesmas observações da via telefone);
 - Por satélite (o satélite brasileiro que permite uma operação bem mais econômica, passa em cada local a cada três dias, o que pode ser considerado um intervalo de tempo aceitável para obtenção dos dados de cada poço).

- b) Captação dos dados dos sensores em cada poço por um técnico, munido de um *lap-top* que retira de um receptor localizado junto ao poço, todos os dados acumulados durante certo período, com intervalo de tempo pré-determinado.

O intervalo das medições deverá ficar na dependência do tipo de emissão de dados a ser escolhido pelo órgão gestor.

Recomenda-se que seja efetuado o monitoramento com transporte automático através de satélite por ser o processo mais eficaz e econômico.

19.2. Apoio Legal para Instalação dos Sensores

O Consórcio Techne/Projetec propõe à Assessoria Jurídica da SEMARH/AL um texto legal denominado de TERMO DE COMPROMISSO a ser assinado pelo Secretário de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e o presidente da CASAL para permitir a instalação dos sensores telemétricos, no qual são fixadas as responsabilidades e obrigações do cedente e as vantagens oferecidas pela SEMARH em contrapartida ao uso do poço.

TERMO DE COMPROMISSO

A Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH, doravante designada simplesmente de SEMARH, localizada na....., cidade do Maceió, com CNPJ nº, neste ato representada por seu Secretário, [nacionalidade, estado civil, profissão], com CPF nº e RG nº, e a Companhia de Águas e Saneamento do Estado de Alagoas – CASAL, doravante designado simplesmente de CASAL, localizado na, com registro no CNPJ nº , neste ato representado pelo Sr(a), [nacionalidade, estado civil, profissão] , com CPF nº e RG nº....., assumem o presente Termo de Compromisso, baseado nas condições abaixo descritas:

PRIMEIRA: A CASAL declara que permite o uso do seu poço tubular, para instalação de sensores telemétricos para medição contínua dos rebaixamentos dos níveis d'água do aquífero e da condutividade elétrica da água.

SEGUNDA: A finalidade da instalação desses sensores será exclusivamente de monitorar os rebaixamentos dos níveis de água nos aquíferos que vêm ocorrendo nos últimos anos, bem como a diminuição da qualidade, pela salinização dessas águas, não possuindo assim, qualquer ação de fiscalização sobre o consumo de água.

TERCEIRA: A SEMARH oferece total garantia de que os referidos sensores não provocarão nenhuma alteração na qualidade da água.

QUARTA: A SEMARH se responsabiliza pelo fornecimento de água através de “carro-pipa” durante o tempo em que for paralisado o sistema de bombeamento (um ou dois dias), para instalação dos sensores, no caso do poço desativado vir a ser reativado.

QUINTA: Também será de exclusiva responsabilidade da SEMARH a integridade do sistema poço-bomba, durante a operação de instalação desses sensores em poço que

venha a ser operado, devendo o sistema ser testado perante o representante da CASAL, no término da referida operação.

SEXTA: Todas as despesas para instalação desses sensores serão de total responsabilidade da SEMARH, inclusive, das futuras operações que visem a sua substituição ou calibração.

SÉTIMA: A CASAL se compromete a manter sob sua guarda, o equipamento que será instalado fora do poço, representado por uma caixa fechada onde se instalarão os instrumentos de recepção e envio telemétrico das informações emitidas pelos sensores, para a central instalada na SEMARH.

OITAVA: A CASAL se compromete a comunicar a SEMARH toda operação que venha a efetuar no poço, em particular a relativa à retirada da tubulação do sistema de bombeamento para manutenção do sistema bomba/poço, a fim de que os técnicos da SEMARH possam desativar os sensores e reinstalá-los após o término da referida operação. No caso em que o bombeamento do poço venha a ser temporariamente suspenso, também deverá ser comunicada a SEMARH a data de início e término da paralisação.

NONA: A SEMARH se compromete a fornecer anualmente à CASAL, os dados sobre as medições de níveis efetuadas, bem como da qualidade da água, expressas em condutividade elétrica.

DÉCIMA: Também em contrapartida do uso desse poço para a gestão dos aquíferos da RMM, a SEMARH efetuará gratuitamente as análises físico-químicas e bacteriológicas à CASAL.

DÉCIMA PRIMEIRA: Este Termo de Compromisso terá prazo indeterminado.

Maceió, de de

SEMARH

CASAL

Testemunhas:

19.3. Condições de Instalação dos Sensores

No quadro 19.1 a seguir são apresentadas as informações básicas que permitem identificar os elementos necessários para definir a instalação dos sensores em Estações Telemétricas e a discriminação dessas condições.

Estas informações serão fundamentais para permitir a definição das especificações para a licitação dos sensores de nível (intervalos de variação) e de extensão dos cabos correspondentes (somatório dos comprimentos dentro e fora do poço, neste caso, com estimativa de reserva para eventual aprofundamento do sensor no poço e para atender a distância poço – gabinete dos equipamentos eletrônicos).

Para a definição da profundidade do sensor de nível levou-se em conta além do seu intervalo de variação (no caso adotou-se de 30 m), o nível máximo e mínimo de profundidade da água no poço, considerando dados recentes e históricos, além da tendência de rebaixamento do nível potenciométrico no local.

Para os sensores de condutividade foram definidos dois intervalos de variação: 0 – 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para os poços de baixa salinidade perfurados somente no aquífero Barreiras e 0 – 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para os poços que estão captando o sistema aquífero Barreiras/Marituba. O motivo foi a preocupação com os valores elevados de salinidade das águas que já ocorreram no passado e poderão voltar a ocorrer no caso de uma intensificação da exploração. Vale lembrar que uma condutividade elétrica de 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ corresponde aproximadamente a 3.000 mg/l de sólidos totais dissolvidos valor esse já alcançado em vários poços há cerca de 10 anos atrás.

19.4. Sistemática de Instalação das Estações Telemétricas

A instalação dos sensores nas Estações Telemétricas deverá obedecer a uma sistemática de trabalho que incluiu as seguintes ações:

- a) **Construção de obra de proteção dos equipamentos** constando de uma casinha quando ainda não exista, ou identificação de parede em local seguro para fixação do gabinete, além de viabilização do acesso ao local para visitas de acompanhamento.
- b) **Preparação do poço** para realização, não só de perfilagem óptica, como da posterior instalação dos equipamentos de telemetria (exemplos de ações que podem ser desenvolvidas: retirada de tubulações, cabos e cordas, bombeamento para identificar as condições do poço, limpeza da área vizinha e viabilização geral da operação, etc, além de registro de vazão e de níveis estático (mínimos) e dinâmico (máximo) dos poços em operação).
- c) **Coleta de água para análise bacteriológica** a fim de verificar as condições sanitárias da água antes de ser iniciada qualquer operação no poço, ou seja, como o poço foi recebido.
- d) **Perfilagem óptica do poço**, a cores, para identificação/confirmação: dos trechos com eventuais furos/rupturas ou infiltração de água através das roscas/lucas no revestimento cego, do intervalo de profundidade da seção filtrante e seu estado de conservação, e outros fatos que possam influir na decisão de instalação do sistema de aferimento no poço programado.
- e) **Perfilagem de variação de salinidade**, procedida com um dos sensores de condutividade elétrica (C.E.) a fim de identificar o perfil de variação da salinidade ao longo do revestimento cego e, principalmente, na seção filtrante, e para comparar a salinidade do sensor com a C.E. conhecida da água do poço.

- f) **Tratamento químico** para limpeza do poço, tanto dos materiais sólidos em suspensão ou impregnados, como de eventual contaminação bacteriológica. Após a inclusão dos produtos químicos, o poço deverá ser bombeado com compressor durante três horas consecutivas, com alternância de injeção de ar para promover uma perfeita mistura da solução.
- g) **Limpeza do poço após o tratamento químico:** o poço deve ser bombeado por algumas horas com o compressor, para retirada do material introduzido e dos componentes em suspensão, em geral complementada com o bombeamento com a própria bomba do poço após reinstalada.
- h) **Análise dos componentes do sistema de bombeamento** para detectar possíveis falhas/danos na bomba ou no sistema elétrico. Nos casos em que for constatada a existência de tais problemas, o proprietário do poço será notificado e tomará as devidas providências, assumindo o ônus da melhoria necessária.
- i) **Perfilagem óptica** numa segunda etapa, para constatar se o poço foi realmente limpo e verificar com maior clareza as anomalias identificadas na etapa anterior com o poço ainda sujo.
- j) **Instalação do sistema de bombeamento e dos sensores** uma vez concluída a operação preparatória, e, simplesmente, dos sensores nos casos dos poços piezômetros ou desativados. As figuras 19.1 e 19.2 mostram a instalação do sensor de profundidade de nível e do quadro receptor/transmissor dos sinais.
- k) **Coleta de águas** para novas análises bacteriológica e físico-química executadas no laboratório para garantia da devolução do sistema de bombeamento sem contaminação e para dispor, no início do monitoramento, de um referencial sobre os parâmetros físico-químicos da água.
- l) **Teste de funcionamento pleno** realizado em cada posto telemétrico juntamente com a Estação Central localizada no órgão gestor.



Figura 19.1 – Sensor de profundidade de nível sendo impermeabilizado por fita isolante para evitar vazamento de corrente no contato com o fio.



Figura 19.2 – Caixa de recepção dos sinais emitidos pelos sensores e de transmissão dos sinais para o centro de controle.

A escolha final dos pontos de monitoramento assim como uma definição sobre o tipo de equipamento e modo de transmissão a ser escolhido pelo órgão gestor, deverão sair após reunião conjunta dos dirigentes e técnicos da SEMARH (órgão gestor) e dirigentes e técnicos da CASAL (empresa proprietária dos poços a serem escolhidos).

As áreas mais importantes para monitoramento são aquelas no município de Maceió onde se situam as zonas de restrição definidas neste relatório.

À título de sugestão vão ser indicados 14 (catorze) poços desativados dos quais poderão ser escolhidos 10 (dez) pela CASAL juntamente com a SEMARH que deverá exercer o controle do monitoramento.

No quadro 19.1 são apresentados os dados desses poços, incluindo a profundidade a que deverão ser colocados os sensores e a extensão de cabo necessária a fim de orientar a compra do material a ser instalado.

Convêm salientar que esses dados deverão ser re-medidos antes da realização dessa licitação para aquisição dos materiais, pois com o tempo esses valores podem vir a ser alterados. Igualmente a situação do poço que hoje pode estar desativado e amanhã vir a ser reativado, e vice-versa.

Um exemplo que pode ser mostrado no monitoramento de poço com sensores telemétricos consta da figura 18.4, onde pode ser visto o registro de dados de uma semana, num poço com sensores instalados na cidade do Recife-PE.

A figura 19.3 mostra a localização desses poços a serem monitorados.

Quadro 19.1 – Dados básicos das estações telemétricas.

Nº do Poço	Local	Bairro	Coordenadas UTM		Aquífero ou Sistema aquífero	Zona de Exploração	Área de restrição	Profundidade (m)	Nível		Profundidade dos sensores (m)	Extensão dos cabos (m)
			E	N					Estático (m)	Dinâmico (m)		
147	Bebedouro - BEB 05	Bebedouro	198.299	8.935.137	Barreiras/Marituba	A	IV	157,00	1,52	23,70	30,00	100,00
330	CASAL/Conj. Benedito Bentes	Tabuleiro dos Martins	199.495	8.942.405	Barreiras/Marituba	C		110,00	48,00	54,25	90,00	220,00
155	CASAL - BOL 02A	Pinheiro - Farol	199.360	8.931.738	Barreiras/Marituba	A	IV	140,00	44,72	47,53	80,00	200,00
205	Loteamento Clima Bom - CBO-04	Clima Bom	193.676	8.940.738	Barreiras/Marituba	C		106,00	7,85	89,95	100,00	240,00
673	Conjunto João Sampaio	Tabuleiro dos Martins	856.155	8.936.793	Barreiras/Marituba	A	IV	96,00	51,78	52,80	80,00	200,00
659	Conjunto INOCOP	Tabuleiro dos Martins	852.928	8.943.791	Barreiras	F		86,00	39,75	42,84	70,00	180,00
693	Conj. Residencial Jardim Vaticano I	Mangabeiras	202.944	8.933.212	Barreiras	A	II	42,00	6,30	9,89	40,00	120,00
374	CASAL/Conj. Osman Loureiro	Tabuleiro dos Martins	853.284	8.939.742	Barreiras/Marituba	C		153,00	41,72	46,74	80,00	200,00
440	Parque Caramuru	Feitosa	200.783	8.934.198	Barreiras/Marituba	A	I	99,00	5,15	53,85	70,00	180,00
405	CASAL/Lar São Domingos	Mangabeiras	202.964	8.933.373	Barreiras	B	II	56,00	16,19	25,95	50,00	140,00
241	CASAL	Pescaria	211.982	8.945.193	Barreiras/Marituba	F	II	166,00	35,12	?	80,00	200,00
221	CASAL	Mangabeiras	201.455	8.934.924	Barreiras/Marituba	B	II	238,00	17,90	?	70,00	180,00
343	CASAL/Conj. Dom Adelmo Machado	Cruz das Almas	861.562	8.933.258	Barreiras	B	II	49,00	2,77	?	40,00	120,00
359	CASAL/Conj. José Dubeux Leão	Tabuleiro dos Martins	198.045	8.941.243	Barreiras/Marituba	B	I	100,00	18,18	29,68	60,00	160,00

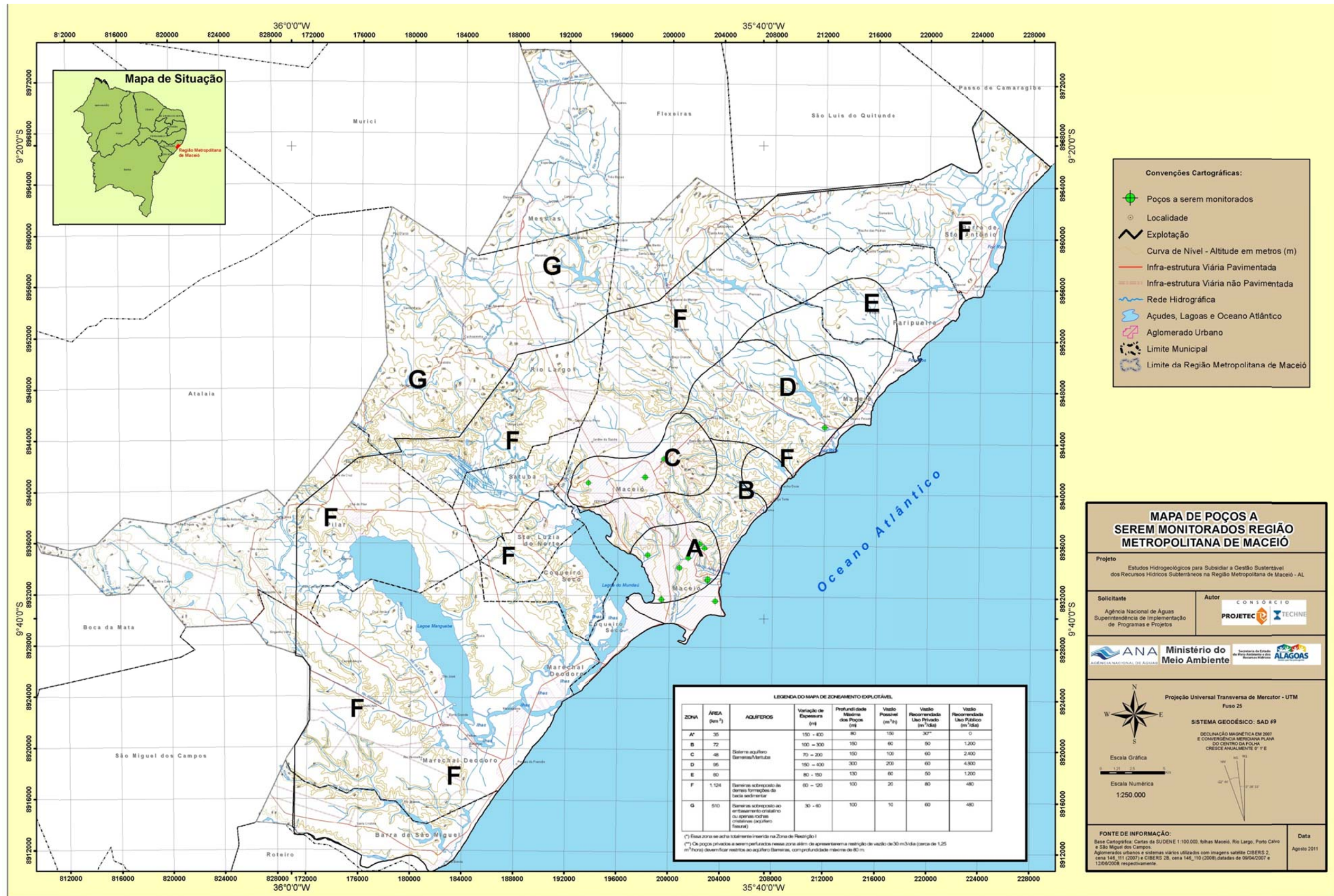


Figura 19.3 – Localização dos poços a serem monitorados na Região Metropolitana de Maceió/AL.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT, **NBR 12212: Projeto de poço para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 10 p., 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT, **NBR 12244: Construção de poço para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 10 p., 2006.

BELTRÃO, A.E., **Abastecimento de água da área metropolitana da cidade de Fortaleza – CE**. SUDENE. Série Hidrogeologia 44, Recife – PE. 294 p., 1970.

COSTA, A.J.M., **Riscos de Poluição em Sistemas de Captação de Água Subterrânea** -ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 6p., 1998.

COSTA,W.D., **Estudo Hidrogeológico da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte**. SECTMA-PE, 249 p., 2005.

COSTA,W.D., **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe – SEMARH/SE**, Capítulo de Águas Subterrâneas, 198 p., 2010.

ROCHA, W.J.S da , **Estudo da salinização das águas subterrâneas na região de Maceió a partir da integração de dados Hidrogeológicos, Hidrogeoquímicos e Geométricos**, Brasília, Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, 193 p. 2005.

SEMARH, **Relatório de Gestão do Ano de 2007**. Documento Interno da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas. 120 p., 2007.

SOLINST CANADA LTD., **Double Valve Pump**. Model 408 Data Sheet, 2 p., 2011.

