

MONITORAMENTO/GESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM MICRO-ÁREAS ESTRATÉGICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA - RMF

Robério Bôto de Aguiar¹ & Walber Cordeiro¹

Resumo - Segundo o Censo (1991), o Ceará cresceu a uma taxa de 1,7% ao ano, cuja maior concentração populacional ocorreu na RMF (36%) com um crescimento a uma taxa anual de 3,5%, destacando-se em segundo lugar no Brasil. A RMF vem apresentando alguns problemas oriundos dessa expansão populacional, tais como, a ocupação desordenada do solo, a crescente favelização, a ausência de saneamento básico, a poluição dos recursos hídricos e uma oferta d'água tratada insuficiente para atender a demanda solicitada pela população. A ampliação da rede de distribuição de água de Fortaleza, embora contemplando 67% da população e estando limitado o atendimento em razão das variações nos níveis d'água dos reservatórios e da capacidade de transposição de água de outras bacias, gerou benefícios relevantes na qualidade de vida de seus habitantes. Porém, considerando o grande número de domicílios que utilizam água subterrânea como fonte complementar ou principal, pode-se admitir que de 40 a 60% da população consome água subterrânea e/ou a utiliza em suas atividades diárias. Com este projeto de implantação de um sistema de monitoramento/gestão, visa-se estruturar um sistema de abastecimento d'água estratégico para o caso de possíveis colapsos no sistema principal.

Abstract - According to the Census (1991), the population of the Ceará grew to a tax of 1,7% per year, whose bigger population concentration occurred in the RMF (36%) with a growth at an annual tax of 3,5%, being distinguished as the second larger of Brazil. The RMF has been presenting some deriving problems of this population expansion, such as, the disordered occupation of the ground, the proliferation, of slums the absence of basic sanitation, the pollution of the water resources and an insufficient offer of treated water to match the required demand for the population. The enlargement of the net of water distribution of Fortaleza, even though contemplating 67% of the population and being limited the attendance in reason of the variations in the levels of the water of the reservoirs and the capacity of water transposition from other basins, generated excellent benefits in the quality of life of its inhabitants. However, considering the great number of domiciles that use underground water as complementary or main source, it can be admitted that between 40 to 60% of

¹ Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos; Superintendência das Águas Subterrâneas; Av. Aguanambi, 1770, CEP 60.055-405, Fortaleza; Ceará; Telefone (085) 257.6538; Fax (085) 257.6537; E-mail boto@cogerh.com.br; walberc@cogerh.com.br.

the population consume underground water and/or uses it in its daily activities. With this project of implantation of a monitoring and management system, it is aimed to structuralize a system of strategical water supply for the case of possible collapses in the main system.

Palavras-chave - Monitoramento; Gestão; Água subterrânea; Fortaleza.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) foi criada pelo governo do Estado do Ceará, através do Decreto Lei nº 10.243 de 02 de março de 1993, para integrar os municípios que cresciam em torno de Fortaleza e que mantinham um expressivo fluxo populacional. Inicialmente foram agregados os municípios de Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Maranguape e Pacatuba, seguidos por Maracanaú, Eusébio, Guaiuba e Itaitinga. Mais recentemente, encontra-se em apreciação a inclusão dos municípios de São Gonçalo do Amarante, Pacajus, Chorozinho e Horizonte (Figura 01).

Segundo o Censo Demográfico de 1991, o Ceará cresceu a uma taxa de 1,7% ao ano, cuja maior concentração populacional ocorreu na RMF (36%) com um crescimento a uma taxa anual de 3,5%, destacando-se em segundo lugar no Brasil. Esse adensamento populacional decorre de um acentuado movimento migratório da população rural para os centros urbanos mais desenvolvidos, atraídos pela significativa expansão do setor secundário industrial e terciário de serviços.

A RMF vem apresentando alguns problemas oriundos dessa expansão populacional, tais como, a ocupação desordenada do solo, a crescente favelização, a ausência de saneamento básico, a poluição dos recursos hídricos e uma oferta d'água tratada insuficiente para atender totalmente a demanda solicitada pela população.

A ampliação da rede de distribuição de água de Fortaleza gerou benefícios relevantes na qualidade de vida de seus habitantes, embora contemplando 67% (1.746.453 habitantes) da população e estando limitado o atendimento em razão das variações nos níveis d'água dos reservatórios e na capacidade de transposição de água de outras bacias pelo Canal do Trabalhador, os outros 33% (860.193 habitantes) se auto-abastece com água subterrânea.

De acordo com CAVALCANTE (1998), considerando o grande número de domicílios que utilizam água subterrânea como fonte complementar ou principal, pode-se admitir que de 40 a 60% da população consome água subterrânea e/ou a utiliza em suas inúmeras atividades do dia-a-dia.

Sendo assim, este projeto tem o objetivo principal de implantar um sistema de monitoramento e gestão, através da identificação das potencialidades de água subterrânea da RMF, visando a estruturação de um sistema de abastecimento d'água estratégico para o caso de possíveis colapsos no sistema de abastecimento d'água principal.

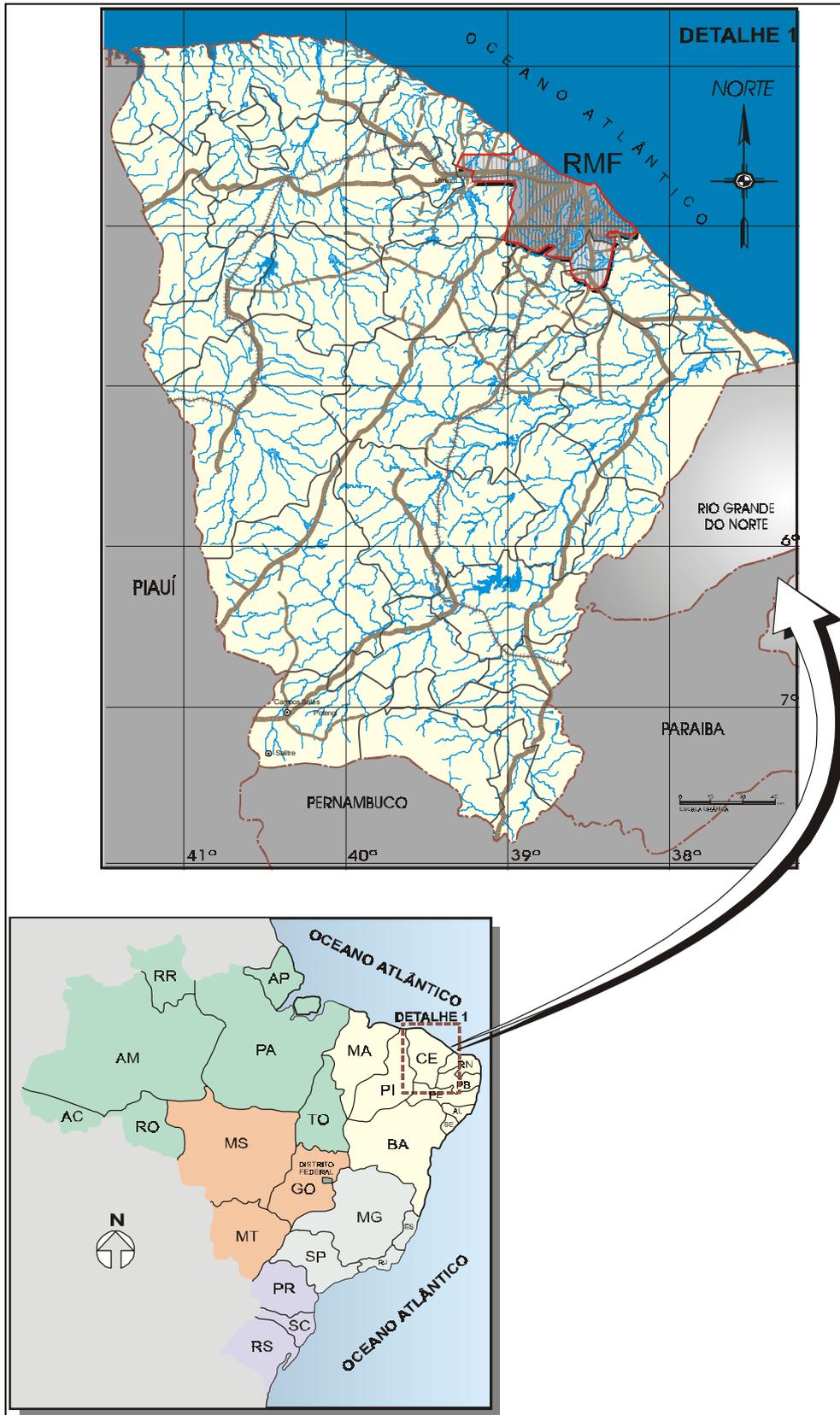


Figura 01 – Mapa de localização da RMF

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DA RMF

O principal sistema de abastecimento de água da RMF (Figura 02), responsável pelo suprimento de 65% da população, é composto pelos açudes Pacoti, Riachão, Gavião e Pacajus, que são interligados por canais, túneis e estações de bombeamento e que possuem a capacidade de acumulação de 696.480.999 m³. Tem-se ainda, como reforço à este sistema, os açudes Cauhipe com 11.000.000 m³ e Sítios Novos com 123.199.997 m³, localizados à oeste da RMF, com prioridade dos mesmos para abastecimento do Complexo Portuário do Pecém, através do Canal Sítios Novos-Pecém, em execução.

Diante dos constantes períodos de estiagem, o Governo do Estado construiu, em 1993, um canal com extensão de 110Km para captar as águas do rio Jaguaribe, em Itaiçaba, e transporta-las para o açude Pacajus, de onde segue, através de bombeamento, para o açude Pacoti. Atualmente, este canal contribui com uma vazão de 3,0 m³/s para a garantia do abastecimento da RMF.

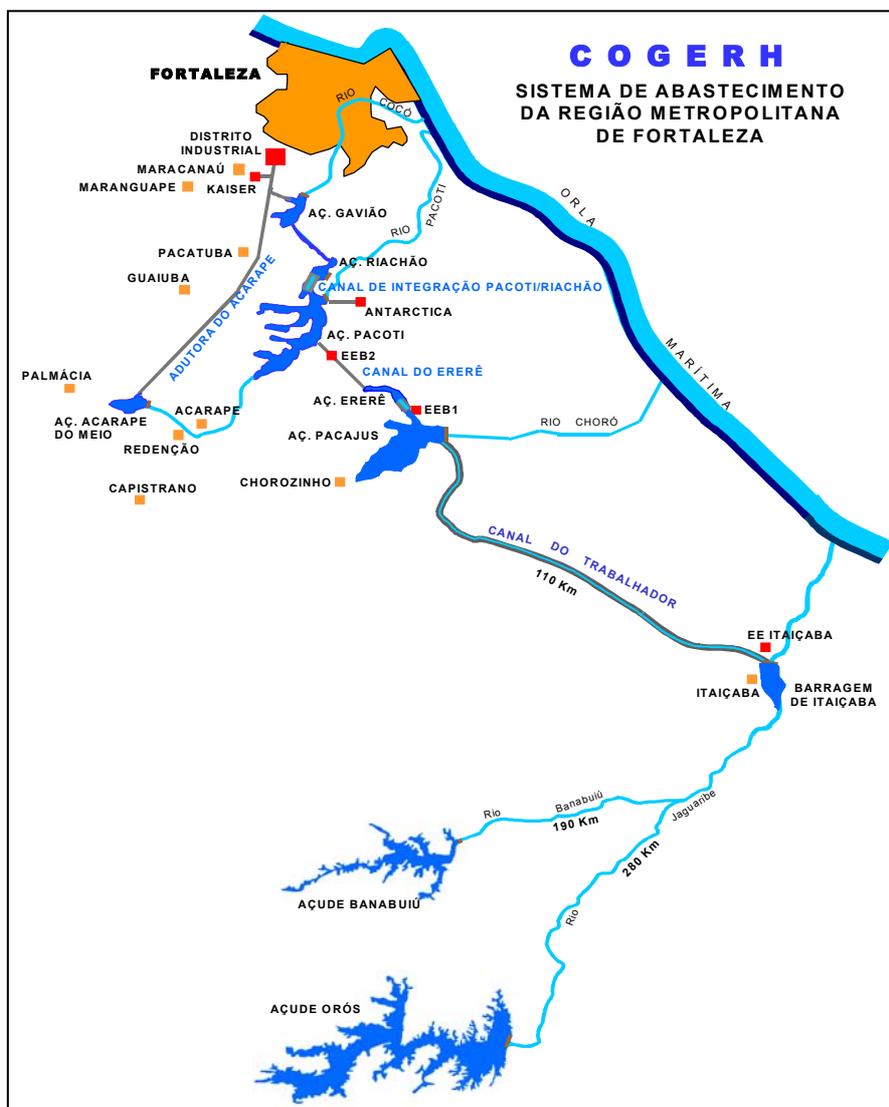


Figura 02 – Mapa do Sistema de Abastecimento da RMF

Na RMF, além da oferta insuficiente de água dos açudes públicos diante da crescente demanda, o abastecimento é agravado durante os períodos de longa estiagem, quando a falta de chuvas e a intensa evaporação, provoca uma drástica diminuição dos volumes armazenados, conforme mostra a tabela 01.

TABELA 01 – Situação dos açudes do Sistema de Abastecimento da RMF em 31/12/1999.

AÇUDE	MUNICÍPIO	CAPACIDADE (m³)	COTA (m)	VOLUME ATUAL (m³)	%
Gavião	Pacatuba	29.527.000	33,86	20.549.999	69,60
Pacajus	Pacajus	240.000.000	30,11	36.400.002	15,17
Pacoti	Horizonte	380.000.000	30,78	20.190.001	5,31
Riachão	Itaitinga	46.953.999	35,36	10.650.000	22,68
Cauhipe	Caucaia	11.000.000	34,51	5.000.000	46,50
Sítio Novos	Caucaia	123.199.997	34,15	6.590.000	5,50
SISTEMA		830.680.996		99.380.002	11,96

FONTE: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH

Segundo o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH/VBA, 1999), o atual sistema de suprimento da demanda da RMF, que é de 10,597 m³/s, é capaz de regularizar 6,546 m³/s com garantia de 99,9%, representando um déficit de 4,051 m³/s (38,23%). Conseqüentemente, o restante da demanda é suprida através de poços e cacimbas, demonstrando assim, a importância das águas subterrâneas para o abastecimento complementar da RMF.

CAVALCANTE et al. (1996) consideram que de 40 a 60% da população de Fortaleza utiliza água subterrânea, captada por poços tubulares rasos (profundidade inferior a 20 metros), profundos (entre 20 – 80 metros) e cacimbas. Ressaltam que, além do percentual populacional não atendido pela Cagece, quase toda fábrica, condomínio, hospital, residência e estabelecimento comercial utilizam água subterrânea para abastecimento principal ou complementar.

Na RMF, as águas subterrâneas ocorrem em duas províncias hidrogeológicas: nos terrenos cristalinos, associado aos fendilhamentos das rochas e; nos terrenos sedimentares, representados pelos sistemas aquíferos Dunas/Paleodunas, Aluviões e Barreiras.

No domínio das rochas cristalinas, o contexto hidrogeológico está intimamente associado as zonas fraturadas, com circulação restrita às fraturas abertas, o que confere as rochas do embasamento cristalino uma fraca vocação aquífera. As vazões predominantes são geralmente abaixo de 2,0 m³/h e a capacidade específica é normalmente inferior a 1,0 (m³/h)/m (CAVALCANTE, 1998).

Os aluviões são pouco utilizados na RMF e, provavelmente, um dos motivos é a proximidade do litoral e baixa declividade dos rios, que favorecem a penetração das marés ao longo dos cursos d'água, influenciando na qualidade das águas armazenadas na referida unidade. A poluição dos rios

por esgotos e dejetos, constitui-se em outro fator limitante na utilização das águas armazenadas neste aquífero.

A Formação Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, o que lhe confere parâmetros hidrogeológicos diferenciados, de acordo com o contexto local. BIANCHI et al. (1984) estimaram um valor de $1,8 \times 10^{-6}$ m/s para a condutividade hidráulica, refletindo mais as características de um aquífero.

Segundo CAVALCANTE (op. cit.), as vazões predominantes são inferiores a $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$, porém, em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máxima de $17,6 \text{ m}^3/\text{h}$). Localmente, constitui um aquífero livre, com características regionais de semi-confinamento em função dos níveis silto-argilosos e sua recarga é proveniente da pluviosidade, da contribuição dos rios influentes, das lagoas e do sistema dunas/paleodunas que funciona como aquífero e unidade de transferência de água.

Das formações geológicas distribuídas na RMF, as dunas/paleodunas se constituem os melhores reservatórios hídricos subterrâneos e podem contribuir substancialmente para o abastecimento de água dessa região. Representam o aquífero superior livre e desenvolvem-se ao longo do litoral, formando um cordão aproximadamente paralelo à costa, disposto discordantemente sobre os sedimentos da Formação Barreiras ou sobre manchas aluvionares, ocasionalmente recortadas pela rede de drenagem.

Suas águas são captadas por poços tubulares rasos, com profundidades inferiores a 20 metros, que produzem vazão média de $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ podendo alcançar, localmente, até $16 \text{ m}^3/\text{h}$. No entanto, testes de aquífero e produção nos campos de dunas do Pecém, constatarem vazão média de $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$ e valores médios de condutividade hidráulica e transmissividade de , respectivamente, $1,4 \times 10^{-4}$ m/s e $3,88 \text{ m}^2/\text{h}$ (CAVALCANTE op. cit.).

Segundo o banco de dados da Cogerh, a RMF possui cerca de 7.442 poços, distribuídos em três categorias: sedimentar, misto e fissural, conforme mostra a figura 03. Para os poços que captam água dos aquíferos sedimentares (Dunas/ Paleodunas e Barreiras) foi estabelecido o critério de localizarem-se nas áreas de ocorrência destes sedimentos e terem profundidades inferiores a 45 metros. Os poços que se localizam em áreas sedimentares e com profundidades superiores a 45 metros são os que captam água tanto dos sedimentos como de possíveis zonas fraturadas, denominados de poços mistos. No grupo dos fissurais estão todos os poços perfurados em áreas de rochas cristalinas aflorantes e sub-aflorantes. As principais características dos poços da RMF estão mostradas na tabela 02.

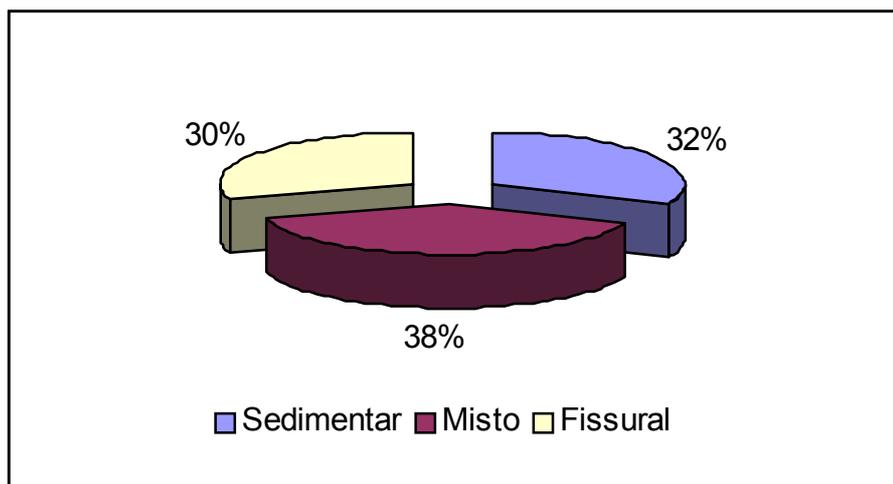


Figura 03 – Distribuição dos poços na RMF por tipo de aquífero captado

Tabela 02 – Características dos poços existentes na RMF por tipo de aquífero captado

CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	TIPO DE AQUÍFERO		
		SEDIMENTAR	MISTO	FISSURAL
PROFUNDIDADE (METROS)	MÁXIMO	44,80	150,00	171,00
	MÍNIMO	4,00	45,0	9,00
	MÉDIO	33,38	57,99	56,13
VAZÃO (m ³ /h)	MÁXIMO	68,00	52,80	24,00
	MÍNIMO	0,00	0,00	0,00
	MÉDIO	4,28	3,38	2,68
NÍVEL ESTÁTICO (metros)	MÁXIMO	29,00	55,00	40,00
	MÍNIMO	0,00	0,00	0,10
	MÉDIO	7,56	9,67	8,74
NÍVEL DINÂMICO (metros)	MÁXIMO	51,00	100,00	96,00
	MÍNIMO	1,80	3,70	4,00
	MÉDIO	18,89	33,71	35,77
SÓLIDO TOTAL DISSOLVIDO (mg/L)	MÁXIMO	20.930,00	5.571,00	30.095,00
	MÍNIMO	43,00	40,00	66,00
	MÉDIO	487,18	361,72	1.426,62
CAPACIDADE ESPECÍFICA (m ³ /h)/m	MÁXIMO	30,00	19,556	18,400
	MÍNIMO	0,003	0,002	0,002
	MÉDIO	1,255	0,336	0,260

FONTE: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH

JUSTIFICATIVA

Conforme comentado anteriormente, o sistema de abastecimento público da RMF utiliza-se, principalmente, dos recursos hídricos superficiais para suprir as necessidades de cerca de 65% da população, ficando o restante (35%) se auto-abastecendo pela captação de água subterrânea.

Além dos poços cadastrados pelos órgãos públicos, CAVALCANTE (1998) estima que existam em operação, somente na faixa costeira da RMF, de 2000 a 3000 poços rasos perfurados manualmente. Estima ainda, uma reserva hídrica subterrânea para a RMF de 695 milhões de m³, com reservas renováveis de 41,5 milhões de m³/ano e 15,3 milhões de m³/ano para os aquíferos dunas/paleodunas e Barreiras, respectivamente.

Adotando-se uma taxa de abastecimento por habitante de 200 L/dia, somente a reserva renovável daria para atender uma população de 778.032 habitantes, ou seja, 85% da população não atendida pelo sistema público de abastecimento.

Por outro lado, os 7.442 poços cadastrados na RMF, funcionando diariamente 8 horas, produzem uma vazão total de 158.785 m³/dia. Considerando um consumo *per capita* de 0,15 m³/dia/hab, é possível com este volume abastecer 1.058.567 habitantes, que representa 39% da população da RMF e equivale a percentagem de pessoas sem o abastecimento público.

Com isso, os sistemas aquíferos existentes na RMF, além da função clássica de unidade produtora de água subterrânea, assume a função de unidade estratégica, principalmente, nos períodos de longa estiagem, quando são utilizados para atender os picos de demanda por particulares ou pelo poder público.

Influenciando na qualidade dessas águas subterrâneas, tem-se algumas fontes potenciais de poluição representadas pela intrusão salina, ausência do sistema de esgotamento sanitário, águas superficiais poluídas, postos de combustíveis, lixões e/ou aterros sanitários, cemitérios e falta de critérios técnicos na construção de poço. Todas essas fontes são resultantes do uso e ocupação desordenada do meio e da ausência de planejamento e fiscalização.

Diante do extremo grau de vulnerabilidade natural para as principais formações aquíferas da RMF (Dunas/Paleodunas e Barreiras), bem como, da importância da água subterrânea para o abastecimento complementar e estratégico dessa região, torna-se necessário e urgente a adoção de medidas técnicas e político-administrativas que possibilitem o uso racional e preservado desse recurso vital à sobrevivência humana.

A obtenção de benefícios maiores da água subterrânea só será alcançada através da ordenação do conhecimento hidrogeológico, da construção da base física, da abordagem racional de cada contexto geológico, da avaliação quantitativa e qualitativa das reservas hídricas, da capacitação técnica usada na construção dos poços, do monitoramento sistemático, da captação

compatível à disponibilidade do aquífero e dos procedimentos para o aumento do tempo de permanência das águas sobre as zonas de recarga de cada reservatório subterrâneo.

METODOLOGIA

Visando o perfeito desenvolvimento do projeto e a garantia de obtenção dos resultados preteridos, o trabalho será executado seguindo as seguintes etapas:

Etapa I - Levantamento de Estudos Anteriores

A Região Metropolitana de Fortaleza conta com um acervo bibliográfico considerável referente aos estudos dos condicionantes geoambientais e dos componentes do sistema de recursos hídricos. Alguns desses trabalhos são relevantes para o conhecimento técnico-científico, como: BELTRÃO & MANOEL FILHO (1973), MORAIS et al. (1984), BIANCHI et al. (1984), AUMEF (1996), ARAUJO & LEAL (1990), CAVALCANTE et al. (1990), CAVALCANTE (1993), BRANDÃO (1995) e COGERH/VBA (1999), além do Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH, 1992).

Essa etapa do projeto tem o objetivo de coletar e avaliar a maior quantidade possível de trabalhos referentes aos recursos hídricos, geologia, uso e ocupação do meio, realizados no âmbito da RMF, bem como, outros trabalhos que permitam ampliar o conhecimento técnico sobre a região.

A coleta dos dados será realizada com base na consulta de trabalhos gerados ou publicados por diferentes órgãos ou entidades nacionais e internacionais, tais como: Universidades, Órgãos Públicos Federal, Estadual e Municipal (Sudene, Dnocs, DNPM, CPRM, IBGE, Petrobras, Funceme, Cagece, Sohidra, Cogerh, Aumef) e Sociedades Científicas (Abas, SBG, SBGf, ABGE, ALSHUD).

Após a análise e consistência das informações obtidas, os dados serão sistematizados na forma de perfis, tabelas e mapas, condensados em base georeferenciada e apresentados em relatórios com os respectivos resumos críticos.

Ao final desta etapa, será realizada uma reunião de apresentação do Relatório Preliminar para discussão e ajuste das tarefas executadas e elaboração do documento definitivo contendo as informações e dados trabalhados.

Etapa II - Cadastramento dos Poços Tubulares

Segundo o banco de dados da Cogerh que consolida os arquivos, até 1998, de poços da Funceme, Sohidra, Cagece, DNPM, CPRM, DNOCS, PhD Geotecnia e Construções Ltda. e Terra Perfurações Ltda., existem na RMF 7.442 poços tubulares, porém, acredita-se que este número seja

bem maior em virtude da grande quantidade de pessoas (cerca de 40% da população) que se auto-abastece com água subterrânea.

Esta etapa tem a finalidade de obter informações sobre os dados técnicos construtivos, litológicos e hidrogeológicos de cerca de 10.000 poços tubulares, bem como, gerar subsídios para o acompanhamento da evolução temporal e distribuição espacial das obras hídricas subterrâneas na RMF.

A partir do cadastro de poços da Cogerh, a empresa contratada deverá atualiza-lo, coletando os dados necessários nas empresas acima citadas e agregando informações de novos poços construídos por outras empresas. Essas novas informações serão consistidas para evitar a repetição de dados dos poços cadastrados.

Visando a perfeita execução das atividades de campo do projeto, a empresa contratada deverá adotar a estratégia de subdividir o cadastramento em duas fases; a primeira, cadastrando os poços de Fortaleza e, a segunda, os poços dos demais municípios que compõem a RMF. Inclusive, quando da contratação dos cadastradores para a execução da segunda fase do censo, serão priorizadas as pessoas do próprio município e que conheçam bem a região.

A empresa contratada, em conjunto com a Cogerh, realizará treinamentos com os cadastradores, que deverão ser técnicos em edificações ou estradas e/ou universitários das áreas de engenharia ou geociências, para orienta-los no preenchimento das fichas cadastrais, conforme o modelo anexo, bem como, a correta utilização do equipamento GPS (Global Positioning System).

Baseado nos dados coletados e consistidos anteriormente e utilizando-se do Guia de Endereços de Fortaleza (Lista Telefônica) para estruturar a estratégia de cadastramento, que deverá ser feito por zonas, serão visitados todos os pontos cadastrados que possuírem alguma referência da localização, exceto os poços cadastrados pela CPRM. Nestas visitas, os cadastradores deverão observar a existência de outros poços nas adjacências que não foram cadastrados e coletar seus dados.

Além dos dados técnicos dos poços, serão coletadas informações sobre os equipamentos de bombeamento instalados, o estado atual do poço, sua finalidade e, principalmente, suas coordenadas em UTM obtidas através de GPS modelo GARMIN III PLUS, que serão adquiridos, em quantidade igual ao número de cadastradores (cerca de 20 pessoas), pela empresa contratada e repassados para a Cogerh após a realização do projeto.

Serão também coletadas cerca de 250 amostras de água diretamente do poço, antes de passar por processo de tratamento ou armazenamento, para análise físico-química completa, além de condutividade elétrica e pH. Serão priorizados os poços públicos e de multiusuários, como hotéis, condomínios, barracas de praia, chafarizes, etc..

Diante dos resultados dessas análises físico-químicas, da crescente expansão demográfica da RMF e da ausência de saneamento básico em grande parte da área de estudo, deve-se utilizar os compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) como indicadores de poluição, pois, quando os resíduos orgânicos oriundos da morte de animais ou de vegetais, ou de excreção, sofrem sua decomposição, liberam amônia (NH_3^+) que pode ser oxidada biologicamente por bactérias para formar nitrito (NO_2^-) e posteriormente nitrato (NO_3^-), que chegam às águas subterrâneas.

Ao final desta etapa será realizada uma reunião para apresentação dos resultados censitários e qualitativos para, se necessário, fazer os ajustes.

Etapa III - Caracterização de Áreas Estratégicas

Considerando o déficit na capacidade de suprimento do atual sistema de abastecimento d'água da RMF, os constantes períodos de estiagem que provocam uma drástica diminuição dos volumes hídricos dos reservatórios, assim como, uma possível paralisação na ETA (Estação de Tratamento de Água) ocasionado por terremoto, sabotagem, interrupção da operação de tratamento para manutenção ou por greve, torna-se necessário a formulação de um plano alternativo de abastecimento d'água através da utilização das reservas subterrâneas.

Para isso, esta etapa tem a finalidade de estimar o potencial de água subterrânea explorado pelos poços tubulares existentes na RMF e individualizar áreas com diferentes aptidões hidrogeológicas, a partir das informações coletadas na etapa anterior de cadastramento.

Nas zonas mais favoráveis à produção de água subterrânea, serão selecionados alguns poços com base nos seus dados geológicos, construtivos e operacionais, para posterior monitoramento da vazão, dos níveis potenciométricos e dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, visando consistir os cálculos das reservas aquíferas dessas áreas e a possibilidade de utilização para o abastecimento estratégico da RMF.

Serão também selecionados, seguindo os mesmos critérios utilizados anteriormente, 50 poços para realização de ensaios de produção e 10 poços para teste de aquífero, sendo necessário a construção de 2 piezômetros de 2" para cada poço escolhido, perfazendo o total de 20 unidades.

Para a realização dos ensaios de bombeamento deverá ser utilizada bomba submersa com vazão e recalque compatíveis com a capacidade de produção estimada para os poços. O controle da vazão durante os ensaios será realizado através de equipamentos que garantam valores constantes durante o bombeamento.

Deve-se considerar a existência de três baterias de poços tubulares rasos (8-20 metros), embora algumas não estejam funcionando, localizadas sobre as unidades dunas/paleodunas, construídas à época para auxiliar no abastecimento de Fortaleza.

A primeira bateria foi construída nas dunas próximas ao rio Cocó, em 1965, pelo antigo Serviço Autônomo de Abastecimento de Água e Esgoto do Ceará – SAAGEC, atualmente Cagece, sendo constituída de 66 poços tubulares e amazonas que forneciam 5.500 m³/dia para Fortaleza.

A segunda bateria foi construída pela Cagece, em 1978, na praia da Abreulândia e constava de 25 poços tubulares rasos (10-12 metros) que cediam uma vazão de 160 m³/h para o abastecimento do Conjunto Residencial Prefeito José Walter.

A terceira bateria, também pertencente a Cagece, está localizada na praia do Futuro e era composta por 59 poços que forneciam uma vazão de 330 m³/h. Atualmente, boa parte dos poços estão soterrados em consequência do alargamento da avenida Zezé Diogo.

Etapa IV - Monitoramento dos Poços nas Áreas Estratégicas

Para se fazer o gerenciamento racional das águas subterrâneas de uma região, é necessário a quantificação do potencial hídrico disponível nas unidades aquíferas, bem como, certificar-se da qualidade desses recursos. Isto é possível através do monitoramento dos parâmetros hidrogeológicos, físico-químicos e bacteriológicos.

Visando facilitar a execução desta etapa de monitoramento, adotou-se a estratégia de subdividi-lo em duas fases; na primeira, irão ser monitorados os parâmetros quantitativos e, na segunda, os parâmetros qualitativos.

a) Monitoramento Quantitativo: Nesta fase serão monitorados os níveis potenciométricos e as vazões de exploração de cerca de 200 poços tubulares, sendo que em 10% destes, o monitoramento será feito através de rede telemétrica via celular, utilizando a transmissão de dados pela técnica SMS – Short Messages Service. Nos outros 180 poços serão utilizados hidrômetros convencionais para medir as vazões, e medidores eletrônicos para monitorar os níveis estáticos. Quanto a periodicidade das medidas, serão feitas leituras diárias da rede telemétrica e a cada 3 meses no monitoramento convencional.

b) Monitoramento Qualitativo: Esta fase corresponde a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas visando a caracterização hidrogeoquímica e de potabilidade das águas dos poços monitorados. Os parâmetros físico-químicos (temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, cloreto, etc) serão analisados trimestralmente através de sonda multisensores nos poços selecionados na fase anterior, enquanto que, os bacteriológicos (coliformes totais e fecais) serão realizados em laboratório durante o mesmo período, apenas nos poços que apresentarem valores elevados nas concentrações dos compostos nitrogenados (amônia e nitrito), evidenciando provável poluição antrópica.

Etapa V - Elaboração do Relatório Final

O relatório final será elaborado de forma a conter a descrição de todas as atividades desenvolvidas durante a execução do projeto, incluindo os dados levantados e as respectivas análises, condensando de forma sucinta todos os relatórios parciais. Deverá conter, também, um plano de aproveitamento racional dos recursos hídricos subterrâneos das áreas definidas como estratégicas.

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO

O referido projeto será executado em dezoito meses, de acordo com o quadro 01 abaixo.

Fase	Atividades (Trabalho)	Meses de Serviço													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Levantamentos dos Estudos Anteriores	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado									
2	Cadastramento de Poços Tubulares		Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado						
3	Caracterização de Áreas Estratégicas						A Realizar	A Realizar	A Realizar	A Realizar					
4	Monitoramento dos Poços nas Áreas Estratégicas						A Realizar								
5	Elaboração do Relatório Final												A Realizar	A Realizar	A Realizar

 Realizado

 A Realizar

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PROJETO

1. Levantamento Bibliográfico - Complementação da pesquisa bibliográfica para sintetizar o estado da arte na área de interesse no que tange aos estudos geológicos, geotectônicos, hidrológicos e climatológicos, além de mapas e produtos de sensoriamento remoto. Esta atividade continuará a ser realizada para que haja constante atualização dos dados e informações a respeito da área, resultando em um acervo o mais representativo possível..

2. Implantação do Banco de Dados - As informações obtidas durante o levantamento bibliográfico estão sendo continuamente registradas em um banco de dados no software ACCESS denominado Banco de Dados Bibliográficos Fortal. Este banco de dados tem o intuito de organizar e facilitar o acesso a informações diversas sobre a área de interesse. O Banco de Dados divide-se em três partes principais: 1) Formulário = portal de entrada de dados, onde se faz o cadastramento da bibliografia; 2) Consulta = permite vários tipos de consulta (e.g. por autor, ano, título, palavra-chave, classe, tema), o resultado desta consulta mostra a referência completa e um resumo do conteúdo e 3) Relatório = sub-menu para impressão das consultas que forem realizadas.

3. Consistência das Informações - Ajuste das bases cartográficas georeferenciadas, nas escalas 1:100.000 e 1:2.000 (especificamente para o Município de Fortaleza), compatíveis com os sistemas AutoCad, Modflow e Surfer.

4. Cadastro dos Poços - Até o presente momento o projeto cadastrou em campo um total de 10.293 poços, conforme pode ser visualizado na tabela 03. Sendo que, os municípios de Horizonte, Guaiuba, Pacatuba, Pacajus, Maranguape, Maracanaú e Itaitinga estão com trabalhos de campo concluídos, enquanto que para os municípios de São Gonçalo, Aquiraz, Fortaleza, Caucaia, Chorozinho e Eusébio, o cadastro está em andamento.

Tabela 03 - Número de poços cadastrados na Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará

MUNICÍPIOS	NÚMERO DE POÇOS CADASTRADOS
Fortaleza	7.279
Caucaia	1087
Horizonte	148
Pacatuba	170
Pacajus	209
Itaitinga	109
Maranguape	206
Maracanaú	206
Aquiraz	428
Eusébio	68
Chorozinho	38
São Gonçalo	272
Guaiuba	73
Total	10.293

5. Definição do Modelo Hidrogeológico Conceitual - O modelo hidrogeológico conceitual vem sendo implementado e discutido à medida que são incorporadas novas informações. Foram definidas as camadas hidroestratigráficas e realizada simulação preliminar do modelo

computacional para verificação e ajuste de informações. Contudo, é uma tarefa que demanda, ainda, de mais informações, antes que possa ser concluída.

6. Implementação do Modelo Hidrogeológico Computacional Através do Visual Modflow -

Devido ao processo em andamento de elaboração do modelo conceitual definitivo, o modelo computacional continua em sua fase preliminar. Nesta atividade, está sendo feita a análise e implementação de dados fundamentais, tais como: acomodação da litoestratigrafia, definição das camadas hidroestratigráficas, características físicas do meio, balanço hídrico, possíveis zonas de recarga do sistema, experimentação das condições de contorno, acomodação dos principais cursos d'água e etc.

7. Definição das Áreas Estratégicas - A análise conjunta das informações permitem definir as áreas estratégicas. O cadastro de poços representa uma fase importante para esta definição, pois dele deverá advir as informações sobre os poços a serem utilizados para a seleção das áreas.

Foram concebidos, primeiramente, os critérios que deverão nortear a seleção das micro-áreas estratégicas que deverão estar respaldados em dados de vazão de poços, qualidade das águas, nível de necessidade de uso da água, reservas estratégicas, escassez de água, conhecimento maior dos sistemas aquíferos baseados nas características físicas e hidrodinâmicas, índices de vulnerabilidade e risco à poluição antrópica dos sistemas aquíferos e uso e ocupação do meio físico. Tais critérios foram apresentados em reunião com a Comissão de Fiscalização do Projeto e aprovados em sua íntegra.

Atualmente, a equipe analisa os dados obtidos do cadastro de poços realizado pelo Concórcio Golder/Pivot, em consonância aos obtidos pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil/REFO, plotados sobre uma base geológica confeccionada para a RMF, para a definição preliminar das áreas estratégicas. Tal análise está sendo realizada a nível municipal, facilitando o manuseio dos dados e gerando uma visão de detalhe em nível de conhecimento.

8. Amostragem das Águas Subterrâneas e Análise Físico-Química - Atualmente, a equipe técnica responsável por esta etapa encontra-se em trabalho de análise das fichas dos poços cadastrados para a seleção dos pontos a serem amostrados, concomitantemente a análise e elaboração dos critérios de amostragem. Após a definição das áreas estratégicas, será dado início à coleta de amostras de água subterrânea e análises físico-química das mesmas.

BIBLIOGRAFIA

- BELTRÃO, A.E. & MANOEL FILHO, J. - 1973 - Abastecimento de água da área metropolitana da cidade de Fortaleza - CE. SUDENE. Série Hidrogeológica 44, Recife - PE. 294 p.
- BIANCHI, L.; PADILHA, M.W.M.; TEIXEIRA, J.E.M. - 1984 - Recursos de água subterrânea na R.M.F. Fatores Condicionantes. *In*: Plano de aproveitamento dos Recursos Hídricos na R.M.F. - Fase I. Fortaleza. SEPLAN - AUMEF, v. 1, 139 p.
- BRANDÃO, R.L. - 1995. Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. Texto explicativo. Escala 1:100.000. Projeto SINFOR. CPRM. Fortaleza, Ce. 32p.
- CAVALCANTE, I.N. - 1993 - Qualidade das águas do município de Fortaleza - Ceará. GEOPLAN - Geologia e Planejamento Ltda. Projeto SANEAR. Fortaleza - CE. 22p.
- CAVALCANTE, I.N.; ARAUJO, A. L.; LEAL, S.E.C.; VASCONCELOS, S.A.; BIANCHI, L. - 1990 - Qualidade das águas subterrâneas de Fortaleza - CE. Revista de Geologia da UFC, Fortaleza - CE. v. 3. p. 89-97.
- CAVALCANTE, I.N.; REBOUÇAS, A.C.; VERÍSSIMO, L.S. - 1996 - As águas subterrâneas do município de Fortaleza. IX Congresso Bras. de Águas Subterrâneas. ANAIS. ABAS. Salvador - BA. 15 p.
- CAVALCANTE, I. N.; - 1998. Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo
- COGERH/VBA - 1999. Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas. Fortaleza - Ce.
- MORAIS, J.B.A.; SAMPAIO, T. de Q.; SALES, J.W.M. - 1984 - Projeto Fortaleza. Hidrogeologia e Controle Tecnológico nas Perfurações de Poços Tubulares no Município de Fortaleza - CE. Relatório Final. Fortaleza CE. DNPM/CPRM, vol.1, 208 p.
- SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará- 1992 - Plano Estadual de Recursos Hídricos.. SRH. 4 vol. Fortaleza - CE.