

A CRIAÇÃO DE UMA REDE NACIONAL DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL PELA CPRM– O EXEMPLO DA SUPERINTENDENCIA REGIONAL DO RECIFE

João Alberto Oliveira Diniz; Alexandre Luiz Souza Borba; Guilherme Casarotto Troian¹

RESUMO

O presente trabalho destina-se a divulgar os estudos e pesquisas desenvolvidos na Superintendência Regional do Recife da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, dentro do projeto de implantação de uma Rede Nacional de Monitoramento de Águas Subterrâneas. Trata dos aspectos relacionados à seleção dos aquíferos a serem monitorados dentro da área de atuação desta Superintendência (Estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte), dos trabalhos até então desenvolvidos, no tocante a perfuração de poços dedicados exclusivamente a este monitoramento, bem como das gestões efetuadas junto aos organismos estaduais para o estabelecimento de parcerias na elaboração dos serviços previstos.

Divulga ainda os primeiros resultados obtidos e finaliza por ressaltar a importância do estabelecimento de um sistema nacional integrado de recursos hídricos.

ABSTRACT

This paper is intended to promote studies and research developed in the Regional Superintendent of Recife of the CPRM - Geological Survey of Brazil, within the project to establish a National Groundwater Monitoring. These aspects related to selection of the aquifer to be monitored within the field of Superintendence (States of Alagoas, Pernambuco, Paraíba and Rio Grande do Norte), the work developed so far, concerning the drilling of wells exclusively dedicated to this monitoring as well as with the efforts made to state agencies to establish partnerships in the development of services provided.

Also released the first results obtained and concludes by emphasizing the importance of establishing an integrated national water resources.

¹ Pesquisadores em Geociências, Mestres em Hidrogeologia, CPRM – Serviço Geológico do Brasil

1. INTRODUÇÃO - MOTIVAÇÕES E CRONOLOGIA

Considerando a crescente demanda nacional para ampliação do conhecimento a respeito dos principais aquíferos brasileiros e o conseqüente fortalecimento dos instrumentos de gestão das águas, bem como sua missão institucional de *“Gerar e disponibilizar, permanentemente, conhecimento geológico e hidrológico para o desenvolvimento sustentável do Brasil”*, a CPRM apresentou ao Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, em maio de 2008, projeto de monitoramento das águas subterrâneas dos principais aquíferos do Brasil. Este programa contemplava os seguintes itens:

- I. Implantação da Rede de Monitoramento;
- II. Instrumentação da mesma;
- III. Operação da Rede;
- IV. Difusão dos dados obtidos, dentro do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, banco de dados implantado e operado pela CPRM, com amplo aceite em todo o território nacional.

Esta proposta foi aprovada no segundo semestre de 2008, seguindo-se a isto várias reuniões visando à elaboração técnica do projeto, realizadas em âmbito interno da CPRM e em seminários externos, conforme abaixo:

- I. Setembro de 2008, reunião técnica realizada na Superintendência Regional de São Paulo, visando estabelecimento de diretrizes, elementos básicos e configuração geral da rede;
- II. Novembro de 2008, reunião realizada na Superintendência Regional de Belo Horizonte, visando à definição dos aquíferos a serem prioritariamente contemplados na implantação do Programa em 2009;
- III. Em dezembro de 2008, foi apresentada a proposta de *Implantação da Rede Nacional Integrada de Monitoramento de Água Subterrânea*, no Seminário de Monitoramento de Águas Subterrâneas promovido pela ANA.

A partir deste seminário foram feitos ajustes na proposta técnica em função dos resultados das discussões realizadas e dado início as atividades para implantação do programa.

2. CONCEPÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO

Por se tratar de uma Rede de Monitoramento Básico, as medições dos parâmetros elegidos devem ser realizadas em pontos estratégicos para acompanhamento de sua evolução, identificação de tendências e apoio a elaboração de diagnósticos. Além disso, os resultados obtidos devem permitir a identificação dos locais onde será necessário maior detalhamento. A frequência deste tipo de

monitoramento deverá acompanhar os ciclos hidrológicos, ou seja, geralmente varia de uma frequência mínima trimestral até uma frequência mensal. Os parâmetros monitorados nesta modalidade devem estar relacionados com o tipo de uso do aquífero, sua potencialidade, vulnerabilidade, distribuição espacial e com os objetivos da rede. Sendo assim, tanto a localização das estações quanto os parâmetros monitorados devem ser reavaliados periodicamente (figura 01).

A rede proposta e operada pela CPRM tem caráter principalmente quantitativo, enfatizando os seguintes aspectos básicos:

- I. Coleta de dados nos estados natural e afetado por atividades antrópicas, em quantidade e qualidade dos principais sistemas aquíferos, considerados estratégicos em âmbito nacional;
- II. Controle de níveis de água, vazões de pontos de descarga, fluxo de base em cursos d'água, parâmetros físico-químicos incluindo indicadores de poluição;
- III. Periodicidade diária dos aspectos quantitativos – níveis de água nos aquíferos selecionados e trimestral – medições de condutividades elétricas, sob o ponto de vista qualitativo.

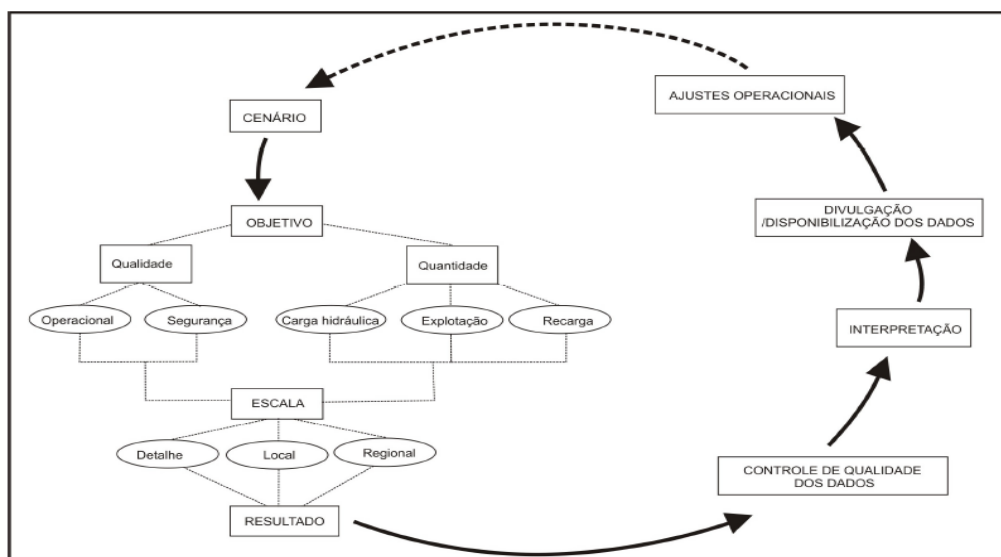


Figura 01 – A Rede de Monitoramento de Poços

2.1. Seleção dos aquíferos a serem monitorados

Na escolha dos aquíferos a serem monitorados foram levados em conta os seguintes aspectos:

- I. Inicialmente somente serão monitorados aquíferos sedimentares;
- II. Importância sócio-econômica da água;
- III. Uso da água para abastecimento público;
- IV. Aspectos de vulnerabilidade natural e riscos (existência de conflitos e/ou indícios de superexploração);

- Ser representativo das condições aquíferas específicas a serem monitoradas, com filtros localizados em uma única unidade hidrogeológica;
- Possuir perfis técnico, construtivo e litológico;
- Ter sido construído de acordo com as normas ABNT;
- Ser localizado, preferencialmente, próximo a ponto da rede de monitoramento hidrometeorológico.
- Possuir, se possível, condições locais de segurança.

B – Poços de monitoramento dedicados, construídos especificamente para a rede básica nacional. Neste caso, foram estabelecidos os seguintes pré-requisitos básicos:

- i. As locações devem ser efetuadas preferencialmente, próximas a uma unidade da rede de monitoramento hidrometeorológico;
- ii. Os poços devem ser projetados e construídos de acordo com as normas ABNT (NBR15495 – 1 - Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares - Parte 1: Projeto e construção).
- iii. As profundidades das captações devem ser estimadas através da relação $P = NE + 40$ m, onde NE representa o valor do nível estático.

A figura 03 ilustra os procedimentos construtivos destas captações.

3. TRABALHOS JÁ REALIZADOS

3.1. Perfuração de poços

Até agora já foram perfurados 10 (dez) poços dedicados exclusivamente a rede de monitoramento, localizados sempre que possível próximos a estações da rede de monitoramento hidrometeorológico e distribuídos nos aquíferos Beberibe – 03 poços, Tacaratu – 02 poços e Açu – 04 poços. Outros dois poços, um no aquífero Beberibe e outro no Açu se encontram atualmente em execução, devendo ser concluídos nos próximos dias. Outras 06 locações (03 no Beberibe, 02 no Açu e 01 no Tacaratu) já foram ou estão sendo efetuadas, devendo os trabalhos de perfuração ter início com a máxima brevidade.

Como pode ser visto nas figuras 04, 05 e 06, para cada aquífero foi construído mapa georreferenciado utilizando o programa ArcGis, o que permitirá a contínua alimentação de novos dados e informações obtidas.

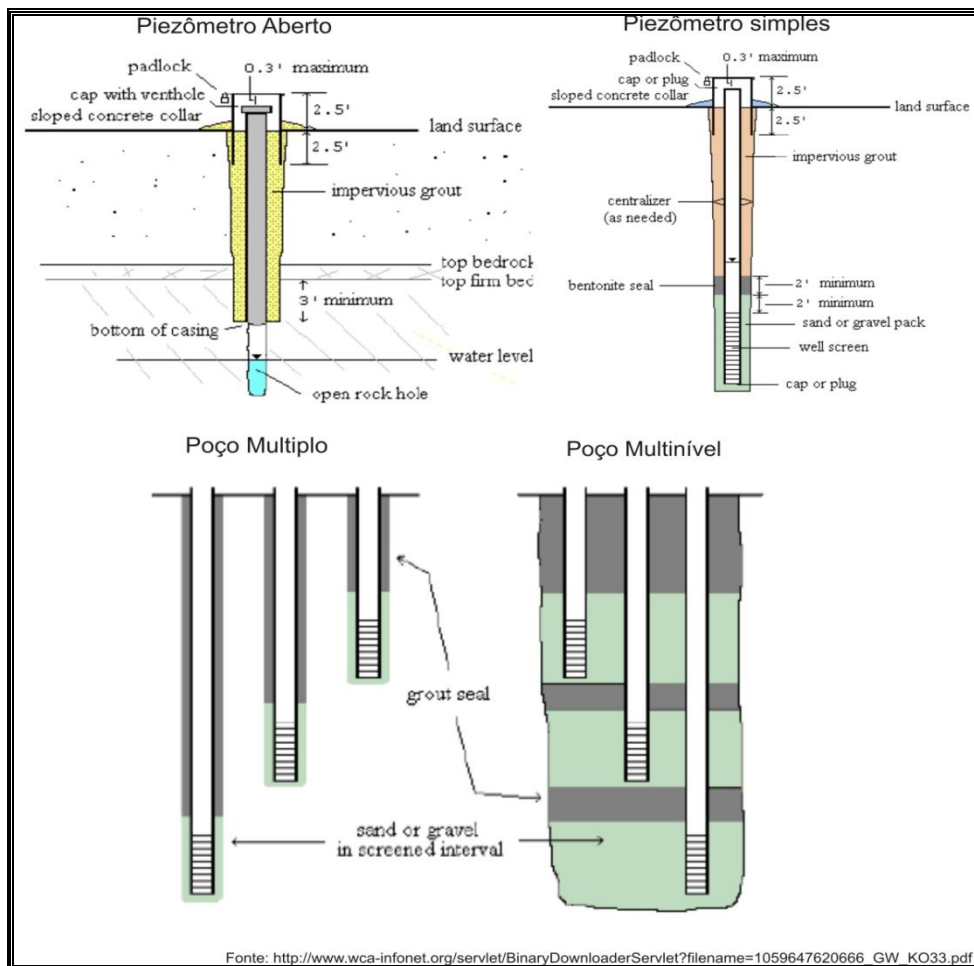


Figura 03 – Tipos de captações destinadas ao monitoramento de águas subterrâneas.

3.1.1. Bacia do Jatobá (Aqüífero Tacaratu)

Já foram perfurados 02 poços nesta formação, situados nos municípios de Manarí, na localidade de Sítio Queimada Grande (SRI-04-PE - numeração SIAGAS 2600039605) e Buíque, na Vila Agrícola Amigos do Bem (SRI-05-PE - numeração SIAGAS 2600039622), ambos no sertão do Estado de Pernambuco.

No primeiro foi instalado um sensor de pressão absoluta, tipo bóia-e-contrapeso, modelo Thalimedes, de fabricação da OTT, enquanto que no segundo poço foi instalado um equipamento, também de fabricação da OTT, modelo Orphimedes. Nos dois casos foi realizada análise físico-química completa, de acordo com a resolução 396/2008 do CONAMA.

	Zona Aflorante (ZA)	Zona Confinada (ZC) ou Semi-Confinada (ZSC)	Zona Fortemente Confinada (ZFC)
Situação Geográfica	Áreas de afloramento, incluindo as áreas sob discontinuidades dos aquíferos.	Áreas confinadas próximas às zonas de afloramento, com pequenas espessuras dos aquíferos <50m.	Área fortemente confinada (aquífero confinante >50m).
Características Hidráulicas	Água originada da drenagem do aquífero. O armazenamento é do tipo livre (S_y). Velocidade da água rápida, com águas jovens.	Aquífero confinado, com possível drenagem vertical descendente através do aquífero pós-aquífero. A exploração pode induzir fluxos laterais importantes de água da zona de recarga, quando estas se encontram a poucos quilômetros, aumentando a disponibilidade. A velocidade da água é moderadamente lenta. Águas não tão jovens.	Água originada do ré-arranjo das rochas e da descompressão e, portanto, do seu armazenamento (S). A velocidade de circulação é lenta, com águas muito antigas.
Forma da Exploração Ideal	A vazão total explorável definida por bacias hidrográficas, sendo função da recarga, das funções hidráulicas, ecológicas e do fluxo de base dos rios e outros corpos de água superficial.	A exploração deve ser planejada, pois o comportamento do aquífero se aproxima do sistema confinado. Devido à proximidade da área de recarga, a exploração intensa (aumento dos gradientes hidráulicos) pode induzir maior disponibilidade de água para essas porções do aquífero, trazendo águas de áreas aflorantes.	Como não há reposição da água extraída (zona de recarga distante), a exploração deve ser planejada, controlando-se o seu rebaixamento contínuo. Deve ser considerada a interferência entre poços, e a preservação da reserva permanente.
Qualidade das Águas	Normalmente sem grandes problemas detectados.	Áreas com graves problemas de salinidade por drenagens verticais e/ou outros	Problemas de salinização de águas e/ou intrusões marinhas
Vulnerabilidade à Contaminação Antrópica	Alta vulnerabilidade.	Baixa vulnerabilidade. Problemas de contaminação através dos aquíferos (normalmente calcários) fraturados e/ou pouco espessos, e/ou contaminações advindas da área de afloramento, induzida pelo bombeamento, criando fluxos laterais.	Vulnerabilidades muito baixas, praticamente nulas.

Tabela 01 – Características a serem observadas visando a execução de diagnósticos de aquíferos (Adaptado do II Congresso do Aquífero Guarani – Conclusões e Recomendações – Ribeirão Preto, 4 – 7/11/2008).

Além disto, outros dois poços já se encontram locados, aguardando início da perfuração. A figura 04 mostra a distribuição destes pontos dentro da Bacia Sedimentar do Jatobá e na Bacia de Betânia, enquanto que a tabela 02 mostra suas principais características.

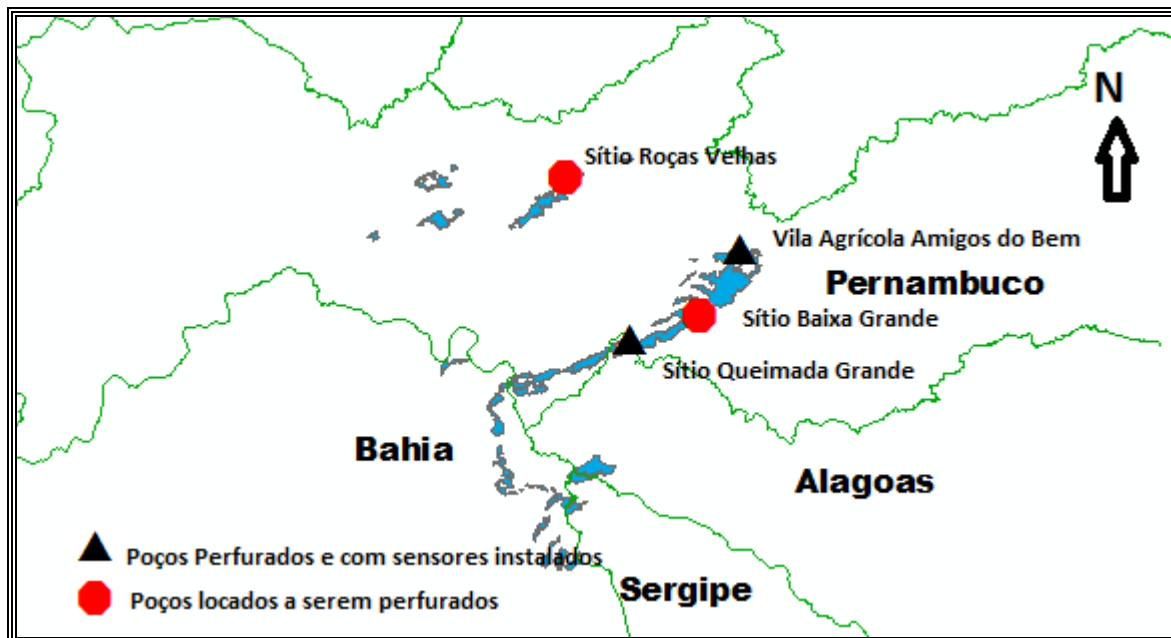


Figura 04 – Distribuição dos poços da rede de monitoramento na Bacia do Jatobá

Nº	Município	UF	LOCAL	Prof. (m)	LATITUDE	LONGITUDE	N.E (m)	N.D (m)	Sensor Instalado
SRI-04-PE	Manari	PE	Sítio Queimada Grande	120,00	-8,8814	-37,7252	50,86	63,10	Thalimedes
SRI-05-PE	Buíque	PE	Vila agrícola Amigos do Bem	100,00	-8,4408	-37,1864	3,48	16,193	Orphimedes
SRI-09-PE	Tupanatinga	PE	Sítio Baixa Grande		-8,7613	-37,3814			
SRI-13-PE	Betânia	PE	Sítio Roças Velhas		-8,0886	-38,0353			

Tabela 02 – Características dos poços e sensores instalados.

3.1.2. Bacia Potiguar (Aqüífero Açú)

Já foram perfurados 05 poços nesta formação, sendo que em três deles, situados nos municípios de Afonso Bezerra, na localidade Fazenda São Sebastião dos Torquatos (SRI-01-RN - numeração SIAGAS 2600039599), Upanema, no Assentamento Esperança (SRI-02-RN - numeração SIAGAS 2600039600), Açú, na Fazenda Olho D'água do Mato (SRI-03-RB - numeração SIAGAS 2600039601), já foram instalados sensores modelo Dipper log. Outros dois poços, localizados nos

municípios de Apodi – RN e Tabuleiro do Norte – CE já estão perfurados, restando a instalação dos sensores. Ainda no Estado do Ceará foi locado um outro ponto de observação, situado no município de Quixeré – CE. O poço deve ser iniciado ainda no mês de junho.

A figura 05 mostra a distribuição destes poços na Bacia Potiguar, enquanto que na tabela 03 encontram-se resumidas suas principais características.

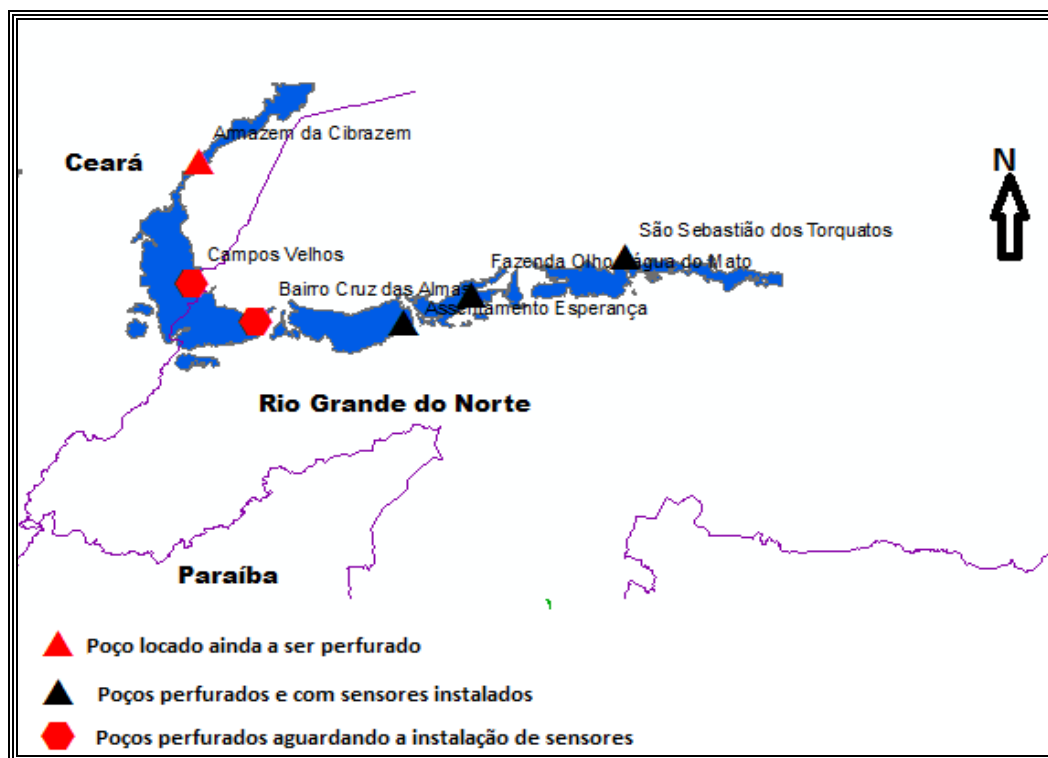


Figura 05 – Distribuição dos poços da rede de monitoramento na Bacia Potiguar

Nº	Município	UF	Prof. (m)	Local	Latitude	Longitude	N.E (m)	N.D (m)	Sensor Instalado
1	Afonso Bezerra	RN	93	São Sebastião dos Torquatos	-5,425	-36,531	11,32	17,03	Dipper log
2	Upanema	RN	40	Assentamento Esperança	-5,661	-37,285	12,87	34,43	Dipper log
3	Assú	RN	100	Fazenda Olho d'água do Mato	-5,56	-37,055	40,72	43,78	Dipper log
4	Tabuleiro do Norte	CE	100	Campos Velhos	-5,522	-38,0089			
5	Apodi	RN	100	Bairro Cruz das Almas	-5,661	-37,787			
6	Quixeré	CE		Armazem da Cibrazem	-5,0803	-37,9812			

Tabela 03 – Características dos poços e sensores instalados.

3.1.3 Bacia Pernambuco – Paraíba (Aqüífero Beberibe)

Já foram perfurados 03 poços nesta formação, todos situados no município de Recife, na sede da associação dos funcionários do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, no bairro de Casa Amarela (SRI-01-PE e SIAGAS N^o 2600039602), no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, no bairro de Dois Irmãos (SRI-02-PE e SIAGAS N^o 2600039603) e no Centro de Treinamentos do Clube Náutico Capibaribe, em Paratibe (SRI-03-PE e SIAGAS N^o 2600039604). Outras duas locações já foram efetuadas, no Engenho Ubú e na sede da Secretaria Municipal de Obras, ambas no município de Itapissuma – PE.

Três outras locações estão sendo efetuadas, devendo se localizar no Estado da Paraíba.

A figura 06 mostra a distribuição destes poços na Pernambuco - Paraíba, enquanto que na tabela 04 encontram-se resumidas suas principais características.

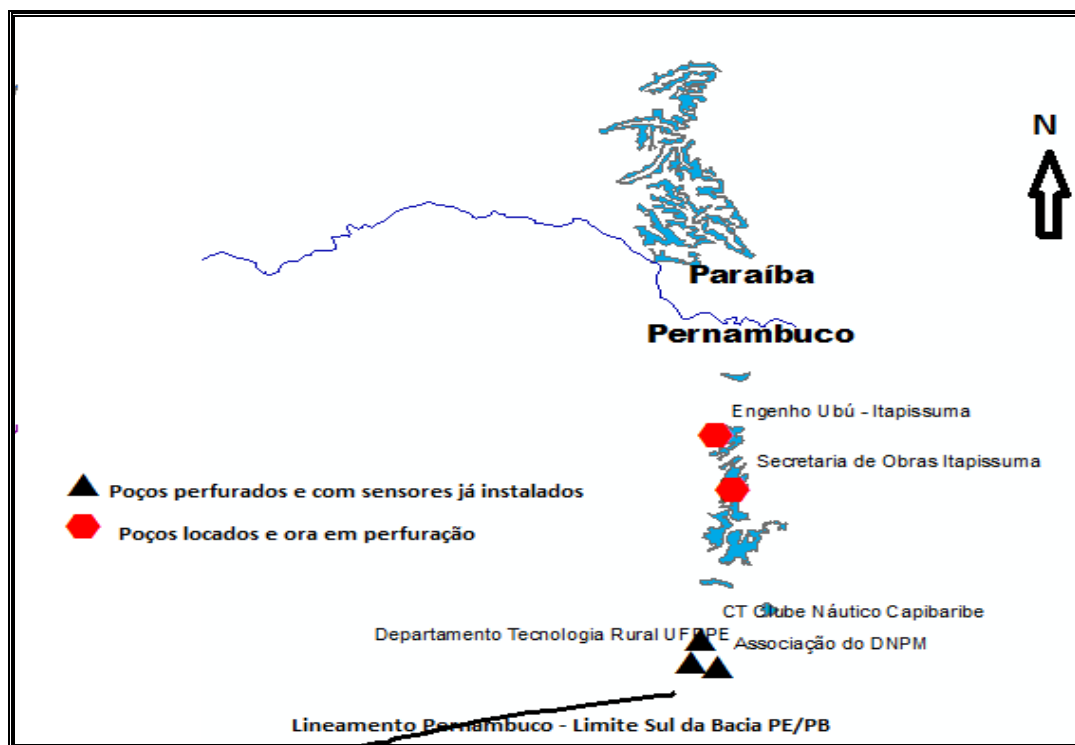


Figura 06 – Distribuição dos poços de monitoramento na Bacia Pernambuco - Paraíba

N ^o	Município	UF	Prof.(m)	Local	Latitude	Longitude	N.E (m)	N.D (m)	Sensor Instalado
1	Recife	PE	100	Associação do DNPM	-8,0247	-34,9167	43,94	58,61	Orphimedes
2	Recife	PE	68	Departamento Tecnologia Rural UFRPE	-8,0175	-34,9467	4,30	13,61	Dipper log
3	Recife	PE	100	CT Clube Náutico Capibaribe	-7,9861	-34,9365	15,47	51,03	Thalimedes
4	Itapissuma	PE		Engenho Ubú - Itapissuma	-7,7011	-34,92			
5	Itapissuma	PE		Secretaria de Obras Itapissuma	-7,7772	-34,9011			

Tabela 04 – Principais características dos poços perfurados na Bacia Pernambuco – Paraíba

3.2. Sensores instalados

Considerando a falta de um bom conhecimento técnico sobre os sensores (durabilidade, acurácia, faixa de medições, garantias, etc.), foram utilizados sensores Thalimedes e Orphimedes, de fabricação da OTT Hydromet e o Dipper Log, de fabricação da Heron Instruments (figura 07).



Figura 07 – Tipos de sensores utilizados na implantação da rede

O primeiro deles (Thalimedes), pode ser utilizado em poços com diâmetros a partir de 4 polegadas, permitindo a gravação contínua de água dos níveis de água por longos períodos.

Os valores medidos são armazenados como arquivos ASCII, podendo ser salvos como planilhas ou gráficos, em arquivos de texto, Excel, etc. Baseia no princípio de bóia-e-contrapeso.

O sensor Orphimedes, por sua vez, sensor com coletor de dados integrado, sendo projetado para o monitoramento contínuo do nível de águas subterrâneas., trabalhando com o princípio de borbulhamento. O aparelho contém uma bomba de pistão com válvula integrada para criar medições de pressão.

O Dipper Log baseia-se no princípio da pressão absoluta, tendo como principal vantagem o pequeno diâmetro, que lhe permite ser utilizado em praticamente qualquer poço de quaisquer diâmetros.

Todos estes aparelhos possuem data logger integrado que permite o armazenamento contínuo dos dados medidos com a frequência especificada. No caso da rede da CPRM, programou-se uma frequência de medições horária, com o fornecimento de uma média diária.

3.3. Primeiros resultados obtidos

A título de ilustração, apresentamos na figura 08 os resultados gráficos do sensor Orphimedes instalado na Associação dos Funcionários do DNPM no trimestre outubro/novembro/dezembro de 2010, ressaltando-se a grande variação dos níveis de água subterrânea verificada no mês de outubro, sem nenhuma explicação plausível, visto nada ocorrer de excepcional durante este mês.

Informações como esta, somente poderão ser claramente analisadas após a implantação de uma rede mais consistente, não só temporal como espacialmente.

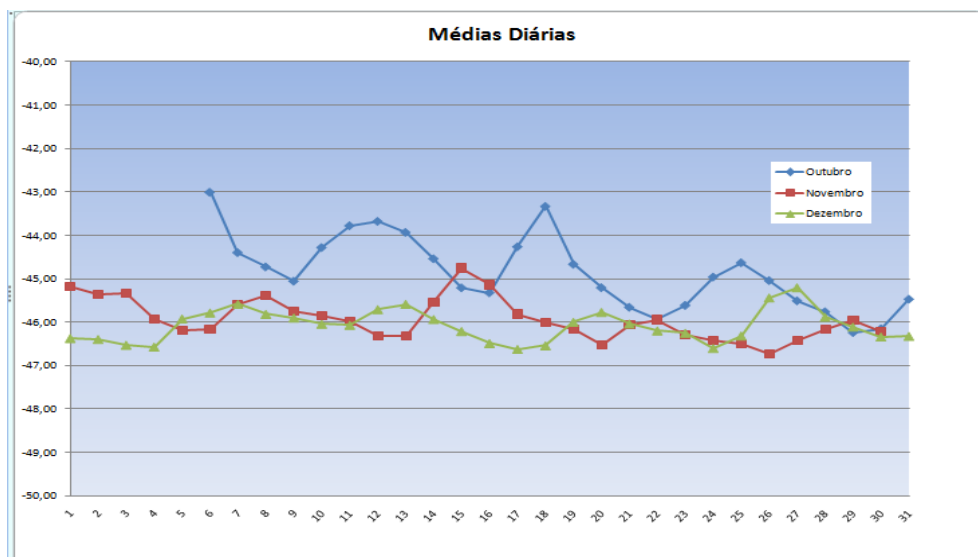


Figura 08 – Dados do sensor instalado na Associação dos Funcionários do DNPM – outubro/novembro/dezembro de 2010.

3.3. Parcerias com órgãos estaduais

Considerando o caráter complementar às redes de monitoramento regionais implantadas nos Estados brasileiros, foi planejado um sistema de parceria a ser construído em cada unidade da Federação, conforme mostrado na figura 09, apresentada a seguir:

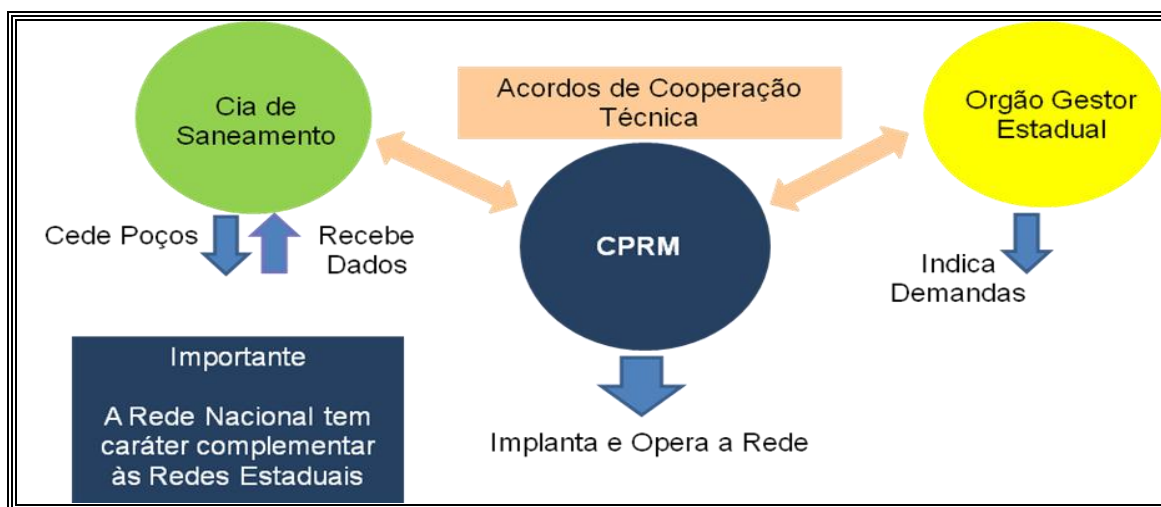


Figura 09 – Parcerias com órgãos estaduais

Desta forma, foi elaborada minuta de termo de cooperação técnica e efetuadas visitas aos órgãos gestores estaduais e companhias de saneamento para o estabelecimento destas parcerias.

Esses acordos encontram-se bastante avançados nos Estados de Pernambuco, tendo como interlocutores a APAC – Agência Pernambucana de Água e Clima e a COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento e na Paraíba, onde os contatos estão sendo feitos com a AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas e com a CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba.

No Estado do Rio Grande do Norte, tem-se procurado manter contatos com a SEMARH – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e encontram-se ainda em estágio inicial.

4. CONCLUSÕES

O CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através de sua resolução nº 107, de 13 de abril de 2010, determinou que a Rede Nacional de Monitoramento de Águas Subterrâneas se constitui em ferramenta essencial para estabelecer a referência da qualidade dessas águas visando viabilizá-las do ponto de vista de seu enquadramento em classes.

Considerando o fato que a prevenção e controle da poluição estarem diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade de água exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo, além da necessária gestão integrada das águas subterrâneas e superficiais, estabeleceu diretrizes e critérios a serem adotados para planejamento, implantação e operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas, que deve, segundo o Artigo 2º desta mesma resolução “*ser planejada e coordenada pela Agência Nacional de Águas – ANA e implantada, operada e mantida pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, ambas as instituições em articulação com os órgãos e entidades gestores de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal*”.

Desta forma, a rede de monitoramento já em implantação pela CPRM, atende perfeitamente aos preceitos estabelecidos e deve proporcionar ganhos expressivos do ponto de vista hídrico para o país, destacando-se os seguintes pontos:

- Permitir o cálculo do balanço hídrico com base em parâmetros mais consistentes;
- Favorecer as estimativas de recarga, porosidade eficaz e reservas renováveis para os aquíferos;

- Estimar o tempo de residência das águas subterrâneas, a partir das respostas do nível d'água e das vazões dos cursos d'água com referência a um evento de recarga,
- Determinar a relação dos cursos d'água e o fluxo subterrâneo (rios efluentes e influentes);
- Avaliar a influência dos aquíferos na qualidade química dos cursos d'água ou vice-versa;

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Núcleo Rio de Janeiro. Disponível em www.abas-rj.org/downloads/Texto%20sobre%20a%20CPRM.pdf.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 15495-1. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados Parte 1: Projeto e construção

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. RESOLUÇÃO Nº 107, DE 13 DE ABRIL DE 2010. Disponível em arquivos.ana.gov.br/.../20100520_ Resolucao% 20cnrh% 20107_%20monitoramento%20AS.pdf.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio ambiente. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. A Rede Nacional de Monitoramento de Águas Subterrâneas. Boletim de apresentação interna.

II Congresso do Aquífero Guarani – Conclusões e Recomendações – Ribeirão Preto, 4 – 7/11/2008). Disponível em www.ambiente.sp.gov.br/2_con_aqu_gua_02_02_09.pdf