

REVITALIZAÇÃO E PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES EM ASSENTAMENTOS DA REFORMA AGRÁRIA DO RS

Marcelo Goffermann¹; Heinz Alfredo Trein²

RESUMO - Este trabalho apresenta os resultados preliminares da execução do Projeto REVITALIZAÇÃO E PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES EM ASSENTAMENTOS DA REFORMA AGRÁRIA DO RS, executado em parceria da CPRM – Serviço Geológico do Brasil com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Este projeto visa minimizar a falta de água nos assentamentos do Estado do Rio Grande do Sul, pois é cada vez maior o número de assentados que buscam órgãos públicos pleiteando demandas focadas na falta de água, principalmente para consumo humano. Para atender a esta demanda crescente, a CPRM realizou, entre os anos de 2006 e 2007, 55 diagnósticos nestes assentamentos, avaliando as necessidades de revitalização de poços existentes ou indicando a perfuração de poços novos. O produto final deste primeiro diagnóstico foi à necessidade da perfuração de 35 poços novos e a revitalização de 25 poços antigos, perfurados principalmente pela secretaria de agricultura e abastecimento do estado do Rio Grande do Sul. Desta demanda, até março de 2008 foram revitalizados 06 poços e perfurados 04 poços novos, atendendo cerca de 500 famílias.

¹ Geólogo, CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Porto Alegre. Rua Banco da Província, 105. Santa Tereza. Porto Alegre, RS CEP: 90840-030. Fone: 51-32337311. Fax 51-32337772. e-mail: marcelog@pa.cprm.gov.br

² Geólogo, CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Porto Alegre. Rua Banco da Província, 105. Santa Tereza. Porto Alegre, RS CEP: 90840-030. Fone: 51-32337311. Fax 51-32337772. e-mail: heinz@pa.cprm.gov.br

ABSTRACT - Partial results from Water Well Drilling and Rebuilding / Rehabilitations Project at settlement from Land Reform Program at Rio Grande do Sul, south Brasil, are presented.

This project is developed as a Cia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, Geological Survey of Brazil) and Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, brasilian Land Reform intuition) partnership, meaning aport water suplies to Rio Grande do Sul Land Reform settlements, on a first approach focused on drinking water.

Whit the goal of attending the growing demand of country settlement for water supplies, CPRM runned demand evaluation / diagnosis in a number of 55 communities during the years 2006 and 2007, checking for needs of eather rehabilitations or weel drilling needs.

The need of 35 new water well drilling was found / determined as rehabilitations in a 25 previous drilled wells, most of them made by governamental programs of Rio Grande do Sul state.

From those 6 rehabilitated wells and 4 new wells where done until march 2008, which made direct benefits do 500 families.

Palavras - Chave: Revitalização de Poços Tubulares, Perfilagem Óptica, Perfuração de Poços Tubulares

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, notadamente no final da década de 1990, muitos assentamentos foram implantados no Rio Grande do Sul, tanto por parte do governo federal quanto estadual, embora o primeiro em maior volume. Desta forma, em áreas onde as propriedades limitavam-se a apenas um proprietário, agora existem desde 10 até 200 famílias assentadas por propriedade, adquiridas para os fins de reforma agrária, sendo cada família tomando posse de lotes em torno de 20 hectares. Desta forma, a demanda pela utilização de recursos hídricos aumentou de forma acentuada.

A maior concentração destes assentamentos se dá na região conhecida como metade sul do Rio Grande do Sul (próximo à fronteira com o Uruguai e Argentina) e em menor escala na região das missões e planalto do RS.

A região da metade sul, também conhecida como “região da campanha”, caracteriza-se por abrigar grandes fazendas dedicadas principalmente à criação de gado de corte e agricultura (arroz).

Nos últimos anos as atividades de plantio de eucaliptos para a indústria da celulose vêm se intensificando, com a compra de grandes extensões de terra por parte de indústrias deste ramo.

Já a região das missões se caracteriza por pequenas propriedades rurais ligadas à produção de gado leiteiro e cultivos de subsistência, além da produção de soja. A região do planalto é muito

similar ao das missões, diferenciando-se por possuir maior produção de soja, além da existência de alguns polos industriais metal-mecânico.

Este é o cenário aonde nos últimos anos vêm se estabelecendo os assentamentos da reforma agrária, promovidos principalmente pelo governo federal, através do INCRA e secundariamente pelo governo estadual.

A partir deste novo panorama de colonização nestes territórios, muitas ações governamentais foram implantadas para atender às demandas de suprimento dos recursos hídricos, principalmente para o abastecimento humano. Entretanto, na maioria dos casos estas ações tornaram-se muito pouco eficazes, principalmente pela ausência de critérios técnicos no desenvolvimento dos projetos, desde a sua concepção, passando pela execução até os resultados finais. Desta forma o que mais se tem visto nestes locais é a total carência no aproveitamento dos recursos hídricos locais, tornando o abastecimento de algumas regiões extremamente precário e em alguns casos podendo ser danosos para a saúde (poços escavados, cacimbas, fontes desprotegidas, sem controle sanitário).

Em muitos casos o abastecimento é feito por poços tubulares precários, sem controle sanitário, perfurados e completados de forma inadequada. Ressalta-se que nesta região as águas superficiais são escassas e sazonais, sendo que nas estações mais quentes elas tornam-se praticamente nulas.

Em função desta situação e preocupado com a questão, o INCRA – RS firmou um convênio de cooperação técnica com a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) – SUREG PA, para a elaboração de projetos visando o melhor aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos nestas áreas de assentamentos do RS. Estes projetos visam a elaboração de diagnósticos dos assentamentos, observando-se a existência ou não de poços tubulares e/ou a necessidade da perfuração de novos poços. Foram utilizadas técnicas de vídeo-inspeção, ensaio de bombeamento e avaliação da qualidade físico-química e bacteriológica da água dos poços e/ ou locados poços novos.

Como resultado dos 55 diagnósticos realizados entre 2006 e 2007 há a necessidade da perfuração de 35 novos poços e a possibilidade de revitalização de outros 25 poços já existentes. Vários poços antigos tiveram sua revitalização inviabilizada em função das más condições construtivas tornando impossibilitadas suas reabilitações.

No geral, os poços apresentam problemas principalmente referentes às instalações ineficientes dos revestimentos (mal assentados sobre as rochas, permitindo a infiltração de águas superficiais), filtros obstruídos e colmatados e muitas partículas em suspensão.

Dos 55 assentamentos visitados, foram diagnosticados 35 poços antigos, sendo que 25 deles apresentam condições técnicas de revitalização, 10 deverão ser substituídos por poços novos e 20

poços novos foram locados para a perfuração nesta etapa do projeto, sendo 4 perfurados até março de 2008.

A tabela 1, mostra a relação do número de poços diagnosticados e as unidades aquíferas ao qual estão relacionados:

| Aquíferos (Machado e Freitas, 2005) | Poços Diagnosticados |
|--|-----------------------------|
| Sistema Aquífero Sanga do Cabral / Pirambóia | 01 |
| Sistema Aquífero Serra Geral I | 09 |
| Sistema Aquífero Palermo / Rio Bonito | 15 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino I | 01 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino II | 04 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino III | 05 |

Tabela 1

Sistema Aquífero Sanga do Cabral / Pirambóia : É constituídos por camadas siltico – arenosas avermelhadas com matriz argilosa e arenitos finos a muito finos, avermelhados, com cimento calcífero. As capacidades específicas são muito variáveis, no geral entre 0,5 e 1,5m³/h/m.

Sistema Aquífero Serra Geral I : É constituído por rochas basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por extenso solo avermelhado. Predominam poços com capacidades específicas entre 1 e 4m³/h/m.

Sistema Aquífero Palermo / Rio Bonito: Arenitos finos a médios, cinza a esbranquiçados, intercalados com camadas de siltitos argilosos, carbonosos de cor cinza escuro. O aquífero principal a ser captado é o relacionado à Formação Rio Bonito. As capacidades específicas são em média de 0,5m³/h/m.

Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I : Compreende todas as litologias graníticas muito fraturadas que ocorrem na fronteira entre o Rio Grande do Sul e o Uruguai. As capacidades específicas geralmente são inferiores a 0,5m³/h/m.

Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II : Compreende todas as rochas graníticas, gnáissicas, andesíticas, xistos, filitos e caçcáreos metamorfizados que estão localmente afetados por fraturamentos e falhas. Geralmente apresentam capacidades específicas inferiores a 0,5m³/h/m, ocorrendo também poços secos.

Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III : Compõe-se principalmente de rochas graníticas maciças, gnaisses, riolitos e andesitos pouco alterados. A ausência de fraturas

interconectadas e condições topográficas desfavoráveis, tornam o aquífero susceptível a vazões muito baixas dos poços lá perfurados.

A tabela 2 mostra os poços relacionados para a revitalização e as unidades aquíferas ao qual estão inseridos:

| Aquíferos (Machado e Freitas, 2005) | Poços Diagnosticados |
|--|-----------------------------|
| Sistema Aquífero Serra Geral I | 09 |
| Sistema Aquífero Palermo / Rio Bonito | 09 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino I | 01 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino II | 04 |
| Sistema Aquífero E. Cristalino III | 02 |

Tabela 2

Comparando as tabelas 1 e 2 nota-se que todos os poços diagnosticados no Sistema Aquífero Serra Geral I foram selecionados para serem revitalizados, em função das boas vazões apresentadas e pela qualidade razoável das perfurações.

Nos poços diagnosticados inseridos dentro do Sistema Aquífero Palermo / Rio Bonito, dos 15 diagnosticados, 6 não apresentaram condições para a revitalização, principalmente em função das características físico-químicas da água, que apresentaram alta salinidade, além das más qualidades técnicas de perfuração.

Os poços situados nos Sistemas Aquífero Embasamento Cristalino I e II apresentaram baixas vazões, mas qualidades físico – químicas boas, e desta forma serão revitalizados, também em função de que os assentamentos lá existentes apresentam número pequeno de famílias. Os três poços do embasamento Cristalino III que não serão revitalizados apresentarão vazões quase nulas.

REVITALIZAÇÃO DE POÇOS

A revitalização de um poço compreende todas as medidas necessárias para a remoção de depósitos minerais e orgânicos e partículas em suspensão do interior do poço, do espaço anular, incluindo o pré filtro e se possível as zonas adjacentes da formação geológica (Houben e Treskatis, 2007). Segundo os mesmos autores, a reabilitação / revitalização de um poço consiste em três etapas:

1) Separação das partículas que proporcionam incrustações dos revestimentos, filtros e da parede dos poços;

2) Remoção destas partículas;

3) monitoramento dos poços para a certificação do sucesso da revitalização.

Segundo Mansuy (1999), a etapa mais importante da uma revitalização de um poço é o redesenvolvimento, efetuado após o tratamento do poço com produtos químicos ou técnicas mecânicas (físicas) e a separação das partículas e materiais dissolvidos dentro dele. Conforme o autor, os principais tipos de desenvolvimento são: escovamento das paredes, pistoneamento, air lift e jateamento. As principais ferramentas para diagnósticos e identificação de problemas em poços são as análises físico – químicas e bacteriológicas, estudos dos perfis geológico e construtivo e vídeo endoscopia.

RECONSTRUÇÃO DE POÇOS

A reconstrução de um poço visa reestabelecer a sua eficiência e/ou produtividade. Ao contrário da revitalização, requer uma intervenção nos aspectos construtivos, incluindo readequações do espaço anular, revestimentos e até mesmo a reperfuração do poço. As causas para a necessidade de reconstrução podem ser dimensionamentos inapropriados do poço, deficiências na construção ou a instalação de equipamentos defeituosos.

LIMPEZA DE POÇOS

Compreende na remoção de partículas minerais e depósitos orgânicos do interior dos revestimentos e filtros por bombeamento e também através do escovamento das paredes do poço para a posterior remoção das partículas. O processo de limpeza de um poço não compreende ações do lado externo do poço, do espaço anular. Muitos produtos auxiliam nos processos da limpeza.

ENVELHECIMENTO DE UM POÇO

Envelhecimento de um poço é definido como a soma de processos que afetam a integridade da estrutura de um poço durante seu tempo de vida útil, incluindo processos de deterioração dos materiais, como corrosão e incrustações mecânicas e químicas que obstruem a entrada de água para dentro do poço, diminuindo sua eficiência e produtividade.

METODOLOGIA UTILIZADA PARA A REVITALIZAÇÃO DOS POÇOS

Para a realização dos trabalhos visando a revitalização dos poços do convênio CPRM / INCRA, a metodologia empregada consistiu nas seguintes ações:

- 1) Cadastro de poços existentes, a partir de listagem fornecida pelo INCRA:
 - a. busca de informações e registros técnicos com os perfuradores;
 - b. aspectos hidrogeológicos e construtivos;
 - c. medidas do pH, condutividade elétrica e temperaturas da água e ar, *in loco*;
 - d. avaliação das condições gerais;
 - e. pintura da identificação do poço e registro fotográfico (fotografia 1);
 - f. determinação da distância da rede elétrica disponível;
 - g. identificação de local para a instalação de reservatório;
 - h. inclusão no SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas);
 - i. gerenciamento e tomada de decisões: dar continuidade e realizar o diagnóstico ou descartar o aproveitamento do poço;

- 2) Diagnósticos:
 - a. Perfilagem óptica (vídeo endoscopia): obtenção das imagens internas dos poços, com vistas de fundo e lateral (fotografias 2 e 3);
 - b. Determinação dos aspectos construtivos dos poços e reconstituição geológica das seções não revestidas;
 - c. determinação da viabilidade ou não da revitalização do poço;

- 3) Ensaio de Bombeamento:
 - a. conforme normas ABNT 12212 e 12244/06;
 - b. 24 horas de duração para rebaixamento e 04 horas mínimas de recuperação ou 80% do nível estático do poço;
 - c. determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do poço: capacidade específica de campo, transmissividade, níveis estático e dinâmico;
 - d. determinação da vazão ótima a ser explorada pelo poço (m³/dia);
 - e. determinação do número de famílias possíveis de serem abastecidas;

- f. dimensionamento do equipamento de bombeamento;
 - g. definição da revitalização ou não do poço em função da vazão;
- 4) Análise Físico – Química e Bacteriológica:
- a. conforme Portaria 518 do Ministério da Saúde;
 - b. definição da Potabilidade ou não da água do poço;
 - c. definição da revitalização ou não do poço;
- 5) Relatórios dos Diagnósticos:
- a. relatório técnico;
 - b. planilha com quantitativos para a revitalização dos poços, de acordo com valores de mercado;

Fotografia 1: Identificação e cadastro do poço



Fotografia 2: Captura de imagem de vídeo inspeção com vista de fundo



PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NOS DIAGNÓSTICOS

- Falta de registros históricos dos poços como data das perfurações, perfis geológicos e construtivos, ensaios de bombeamento e análises físico – químicas e bacteriológicas da época da construção dos poços;

- Equipamentos de bombeamento superdimensionados para os poços;

- Materiais e Partículas em suspensão dentro dos poços, tornando a água muito turva;

- Ranhuras manuais nos revestimentos em poços totalmente revestidos, gerando aberturas muito grandes nos revestimentos favorecendo a entrada de materiais da formação para dentro do poço (fotografia 3);

- Tubulações edutoras em estados precários, oferecendo riscos de queda das bombas submersas;

- Má vedação sanitária dos revestimentos em poços parcialmente revestidos, proporcionando a entrada de águas superficiais e contaminantes para dentro do poço;

- Falta de Proteção externa dos poços, possibilitando acidentes ou acesso de animais e pessoas não autorizadas junto aos poços;

- Ligações elétricas precárias dos quadros de comando das bombas submersas na rede elétrica, proporcionando riscos de acidentes e queima dos motores da bomba;

- Más condições gerais de manutenção e conservação dos poços e equipamentos de bombeamento;

- Materiais e pequenos animais encontrados dentro dos poços (sapos, cobras).

REVITALIZAÇÃO

Após cumpridas as etapas dos diagnósticos, foram identificados os poços que possuíam condições técnicas para sua revitalização cujas atividades consistiram nas seguintes etapas:

- a. instalação de nova coluna de revestimento, quando necessário;
- b. cimentação do espaço anular;
- c. limpeza e desenvolvimento do poço: nesta etapa foram utilizados produtos desincrustantes da marca NO RUST para soltar as partículas da parede dos poços facilitando sua posterior remoção. A aplicação foi de 12 a 15 litros de produto / m³ de água estática no poço. O desenvolvimento foi feito através do método air lift, com compressor de ar, incluindo o bombeamento em circuito fechado “fervendo” o poço para a uma melhor homogeneização

do produto e após a retirada total do produto. O tempo total deste procedimento foi em média de 12 horas.

- d. instalação de equipamento de bombeamento novo, dimensionado de acordo com as características hidrodinâmicas do poço e aquífero;
- e. desinfecção do poço: utilização de agente bactericida numa concentração de 1 litro/m³ de água estática. Tempo médio deste procedimento foi de 12 horas.
- f. nova investigação por vídeo endoscopia comparando com a anterior da revitalização e certificando os resultados obtidos;
- g. novo ensaio de bombeamento para comparação com o anterior;
- h. instalação de base de concreto, casa de proteção do quadro de comando e da bomba dosadora de cloro;
- i. instalação do cercado de proteção ao redor do poço;
- j. instalação do reservatório e rede de água até o reservatório;
- k. instalação de hidrômetro e tubos auxiliares para a medição de níveis (decreto estadual 42.047/02);
- l. solicitação da regularização do poço junto ao Departamento de Recursos Hídricos do RS (DRH);

RESULTADOS OBTIDOS

Até dezembro de 2007 foram revitalizados 06 poços, conforme tabela 3:

| Município | Assentamento | Sistema Aquífero |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Candiota | Santa Lúcia | Palermo – Rio Bonito |
| Candiota | São Miguel | Palermo – Rio Bonito |
| Encruzilhada do Sul | Padre Réus | Embasamento Cristalino II |
| São Borja | Cambuchim | Serra Geral II |
| Tupanciretã | Nossa S ^a Fátima | Serra Geral I |
| Herval | Nova herval | Embasamento Cristalino I |

Tabela 3: Assentamentos revitalizados até dezembro de 2007

Como resultados das atividades desenvolvidas nestes poços têm-se:

- aumento das capacidades específicas dos poços em até 30%;
- melhoria nas qualidades físicas da água, principalmente turbidez, cor, ferro e bacteriológicas;
- vedação sanitária apropriada contra a entrada de águas superficiais;
- instalações elétricas do equipamento de bombeamento apropriadas;
- equipamentos de bombeamentos dimensionados em função das características hidrodinâmicas do poço e aquífero;
- reconstituição dos perfis geológico e construtivo dos poços através de vídeo endoscopia;
- cercamento e proteção dos poços contra violações e acessos de pessoas não autorizadas e animais;

Fotografia 4 –Material encontrado dentro do poço e removido com ajuda de “pescador”



Fotografia 3: Ranhura manual em revestimento

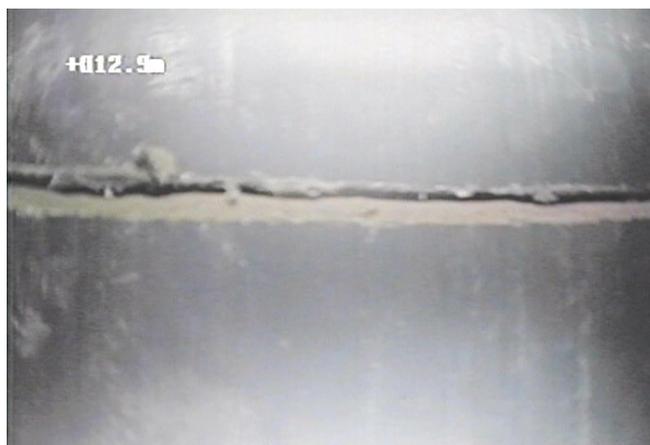
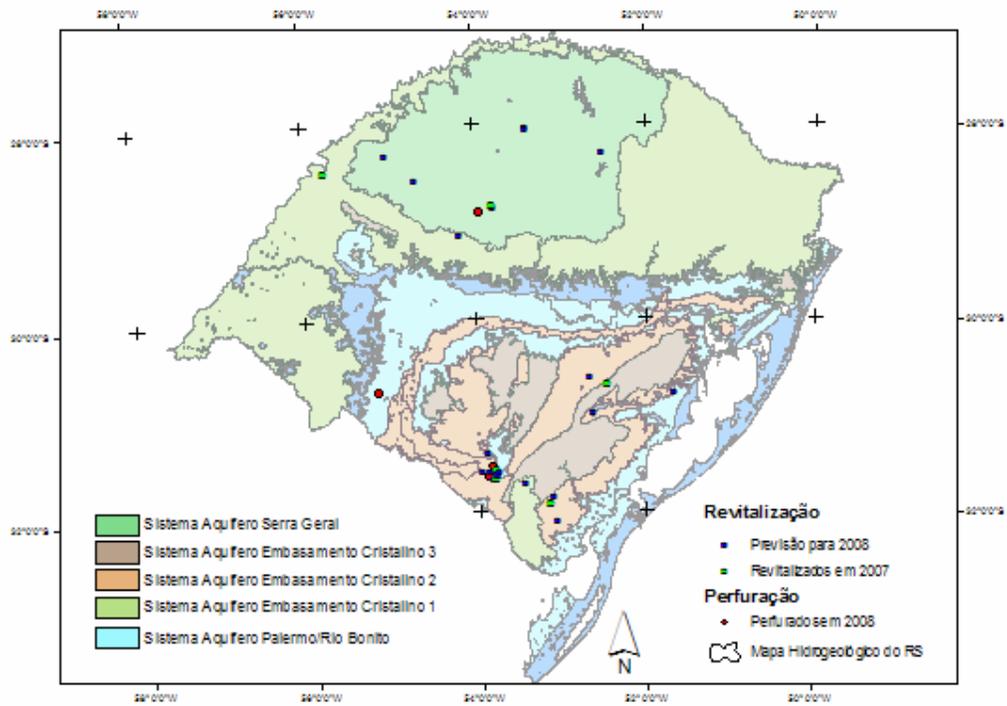


Figura 1: Mapa Hidrogeológico do RS (modificado de Machado e Freitas, 2005) com os poços revitalizados em 2007, previsão de revitalização para 2008 e perfurados em 2008.



Fotografia 4: Demonstração das situações dos poços antes e depois das revitalizações nos assentamentos: N. S^a de Fátima, município de Tupanciretã; São Miguel e Santa Lúcia, município de Candiota.





Fotografia 5: Instalação padrão de poço



PERFURAÇÃO DE POÇOS NOVOS

A perfuração de novos poços também é uma atividade necessária a ser desenvolvida ao longo dos próximos anos neste projeto conjunto entre a CPRM e o INCRA. Dos 55 assentamentos diagnosticados, 25 poços serão revitalizados até final de 2008 e cerca de 35 poços deverão ser perfurados para atender as demandas de abastecimento destes assentamentos. Até março de 2008 foram perfurados 04 poços desta demanda, sendo que a CPRM atuou como fiscalizadora da execução destas obras, tendo ela elaborado os projetos executivos e o INCRA contratado as empresas através de licitação. Os resultados destas atividades foram extremamente satisfatórios, tendo em vista que o histórico dos poços perfurados em pelo menos dois municípios, Candiota e Hulha Negra não eram favoráveis à utilização de água subterrânea para o abastecimento humano, em função da péssima qualidade das águas dos aquíferos lá existentes. Na região há a ocorrência de jazidas de carvão, que se manifestam em camadas com grandes extensões horizontais e verticais. Desta forma, caso não haja um critério hidrogeológico bem definido e estudado tanto para a locação dos poços quanto para sua execução, novas perfurações estão fadadas ao fracasso. Desta forma, a CPRM desenvolveu vários estudos com base em perfis geológicos disponíveis, originados por sondagens da própria CPRM e da CRM (Companhia de Recursos Minerais do Rio Grande do Sul) efetuadas na década de 80, e efetuou a locação e projeto dos poços. Nesta situação também foi indicada à necessidade de perfilagem geofísica de poço para separar as entradas de água doce das salobras e salgadas.

Fotografia 6: Perfurações fiscalizadas pela CPRM – Passo do Neto, Candiota e Várzea Nova, Tupanciretã



CONCLUSÕES

As ações desenvolvidas conjuntamente pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil e INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária através de um convênio de cooperação técnica vem gerando ótimos resultados no que tange às tentativas para amenizar os efeitos da falta de abastecimento de água potável em assentamentos da reforma agrária no Rio Grande do Sul. Os problemas de abastecimento são de longa data, mas com esta ação conjunta, paulatinamente inúmeras famílias serão contempladas com água potável em suas residências. Até março de 2008 foram contempladas cerca de 500 famílias, através da revitalização de 06 poços e com a perfuração de outros 04. A previsão para o final de 2008 é que mais 19 poços sejam revitalizados. O acompanhamento por parte da CPRM, através da elaboração dos projetos de perfuração e também da fiscalização da perfuração dos poços novos é um fator imprescindível para que os resultados finais sejam satisfatórios, garantindo o bom uso do recurso público e evitando que novas perfurações sejam efetuadas sem os devidos critérios técnicos.

RECOMENDAÇÕES PARA POÇOS EM OPERAÇÃO

- os usuários dos poços deverão manter um sistema de gestão que permita o controle em tempo integral dos componentes constituintes dos poços, como bombas submersas, bombas dosadoras de cloro, instrumentos de medição (hidrômetros e tubos auxiliares de medição de níveis) e sistema elétrico;

- implantação de um sistema de monitoramento, gerenciado por técnico legalmente habilitado, a fim de averiguar a evolução das vazões (capacidade específica) , níveis e características físico – química e bacteriológicas da água ao longo do tempo e analisar possíveis alterações;

- relacionar o consumo de energia elétrica e produção da bomba em períodos de tempo, a fim de averiguar possíveis alterações, podendo indicar quedas na eficiência do equipamento de bombeamento ou do poço implicando em possíveis desgastes ou problemas no equipamento ou no poço;

- efetuar análises físico – químicas completas a cada ano e análises bacteriológicas a cada três meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Projeto de Poço Tubular para captação de Água Subterrânea – NBR 12212 – 2006.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Construção de Poço Tubular para captação de Água Subterrânea – NBR 12244 – 2006.

Houben, George; Treskatis, Christoph. Water Well: Rehabilitation and Reconstruction: McGraw Hill – New York – 2007, 391 pag.

JORBA, Antônio Ferrer; Rocha, A. Gerônimo – DAEE – Manual de Operação e Manutenção de Poços – São Paulo – 1982.

MACHADO, José Luiz Flores; Freitas, Marcos Alexandre de. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: Relatório Final. Porto Alegre: CPRM, 2005. 1 CD-ROM Escala 1:750.000.

MANSUY, Neil. Water Well Rehabilitation: A practical Guide to Understanding Well Problems and Solutions. Layne GeoSciences – London - 1999 - , 174 pag.