

ANÁLISE DE EQUIPAMENTOS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM POÇOS PROFUNDOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM SANTA CATARINA

Ronnie Carl Militão de Mello¹; Marlon Assunção² & Lauro César Zanatta³

Resumo

Em muitas cidades localizadas no oeste do Estado de Santa Catarina, a captação de água através de poços profundos está sendo uma alternativa para os Sistemas de Abastecimento de Água da CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) onde os mananciais superficiais não conseguem atender a demanda. Como as características hidrodinâmicas do aquífero nessas regiões são bastante diversas dos demais locais apresentando níveis d'água muito profundos, a maioria dos poços necessita de equipamentos de bombeamento especiais para efetuar a elevação da água até a superfície com custo operacional elevado devido às despesas de energia elétrica. Nesse trabalho foram desenvolvidas tecnologias de equipamentos especiais para viabilizar o uso dos poços perfurados.

Abstrat

In many cities located in western Santa Catarina, the abstraction of water through deep wells being an alternative to Supply Systems Water CASAN (Catarinense Company for Water and Sanitation) where the surface water sources can not meet demand . Since the hydrodynamic characteristics of the aquifer in these regions are quite different from other sites featuring water levels too deep, most wells require special pumping equipment to make lifting the water to the surface with high operating costs due to energy costs power. In this work, technologies developed special equipment to enable the use of wells drilled.

Palavras-Chave – Guarani, equipamentos, bombeamento.

¹ CASAN: Engenheiro Mecânico, Rua XV de Novembro, 230, Balneário Estreito, Florianópolis, SC – rmello@casan.com.br

² CASAN: Engenheiro Mecânico, Rua XV de Novembro, 230, Balneário Estreito, Florianópolis, SC – massuca@casan.com.br

³ CASAN: Geólogo, Rua XV de Novembro, 230, Balneário Estreito, Florianópolis, SC – lzanatta@casan.com.br

1 - INTRODUÇÃO

A extração de água em poços profundos é feita com auxílio de conjuntos moto-bomba para trazê-la a superfície, e por fim, elevada até as ETAs (Estação de Tratamento de Água). Após o tratamento nas ETAs a água é rebombeada até os reservatórios de distribuição, ou pressurizada para injeção direta na rede de distribuição.

O investimento inicial dos equipamentos e o consumo de energia, nesse tipo de instalação, são bastante elevados, assim como o custo operacional para manter a instalação em funcionamento. Mas o que justifica sua atual existência é principalmente a fonte alternativa de água para abastecimento público nos casos da incapacidade de atendimento dos mananciais de superfície ou de estiagem prolongada.

As dificuldades encontradas para se obter equipamentos adequados pode ser considerada um entrave, pois além da temperatura da água normalmente acima de 50 °C, a profundidade dos poços profundos podem alcançar até 1560 m, apresentando níveis dinâmicos da água em torno de 380 m. Desta forma necessitamos de bombadores com capacidades superiores a 400 mca (metros de coluna d'água), conseqüentemente os sistemas de bombeamento exigem cuidados mais criteriosos na seleção dos equipamentos.

Alternativas para minimizar os custos, além de o desafio de projetar e perfurar poços com grandes profundidades são parte de constantes estudos, pois requerem projetos minuciosos, quando comparados com poços de menor profundidade.

O objetivo do trabalho é desenvolver e testar metodologias que possam diminuir o custo de energia elétrica, dos equipamentos de bombeamento, como também utilizar alternativas para diminuir o peso dos cabos elétricos, dos tubos, e melhorar as roscas para facilitar os serviços de instalação e etc.

O trabalho se baseou nos dados dos poços perfurados para os sistemas de abastecimento de água da Cidade de Maravilha, Seara, São Lourenço do Oeste e São Miguel do Oeste localizados no Oeste do Estado de Santa Catarina.

2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área objetivo deste estudo abrange toda a região do oeste e meio oeste de Santa Catarina:

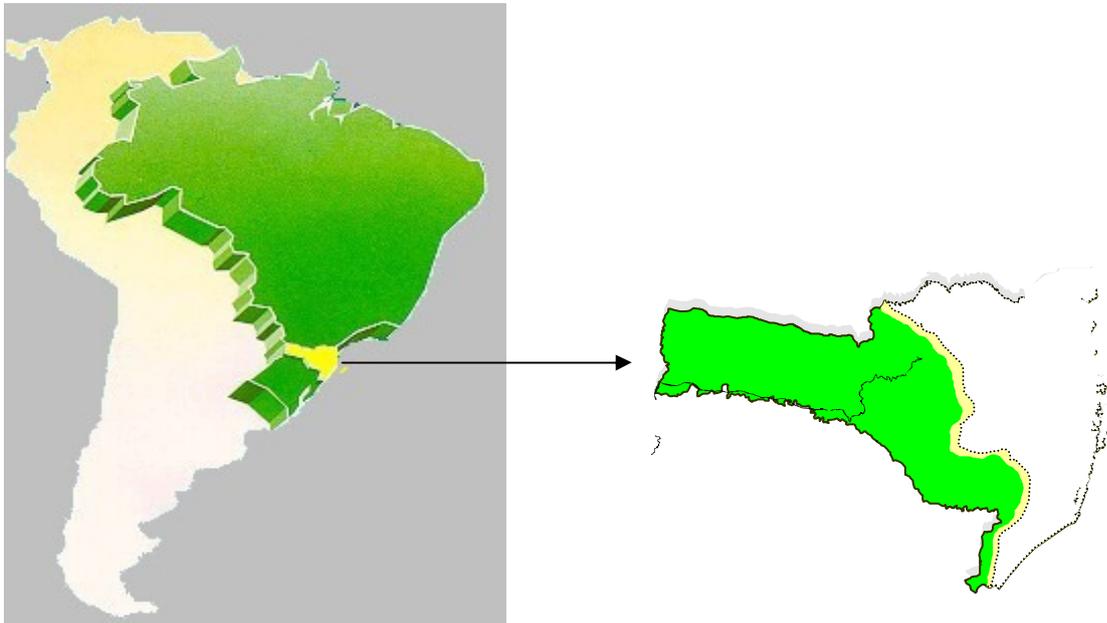


Figura 1 - Localização da Área

3 - METODOLOGIA

Até pouco tempo atrás, a equipe técnica da CASAN, tinha pouco conhecimento tecnológico a respeito de instalação em poços profundos, o que foi um desafio para as equipes de projeto e na área operacional da empresa. Contudo, essa fase, foi essencial para aquisição do *know how* da CASAN em poços de grandes profundidades.

Hoje, uma serie de procedimentos foram adotados para garantir que o processo de instalação seja agilizado de forma mais eficiente. Dentre eles a qualificação e a supervisão dos fornecedores e dos prestadores de serviços, pois só assim tem-se a garantia de que a execução dos serviços fique de acordo com o planejado.

A medição de isolamento do motor e a parametrização correta do conversor de frequência são características fundamentais para o bom funcionamento do sistema de bombeamento, tendo em vista a influencia das longas distâncias entre motor e conversor nesses parâmetros.

Muitas vezes pequenos procedimentos podem melhorar consideravelmente a forma e a qualidade da instalação, como por exemplo, o tipo de rosca no acoplamento dos tubos edutores, a tensão de trabalho e etc.

Segue abaixo, Fig 2, esquema de instalação de poços profundos identificando as principais partes.

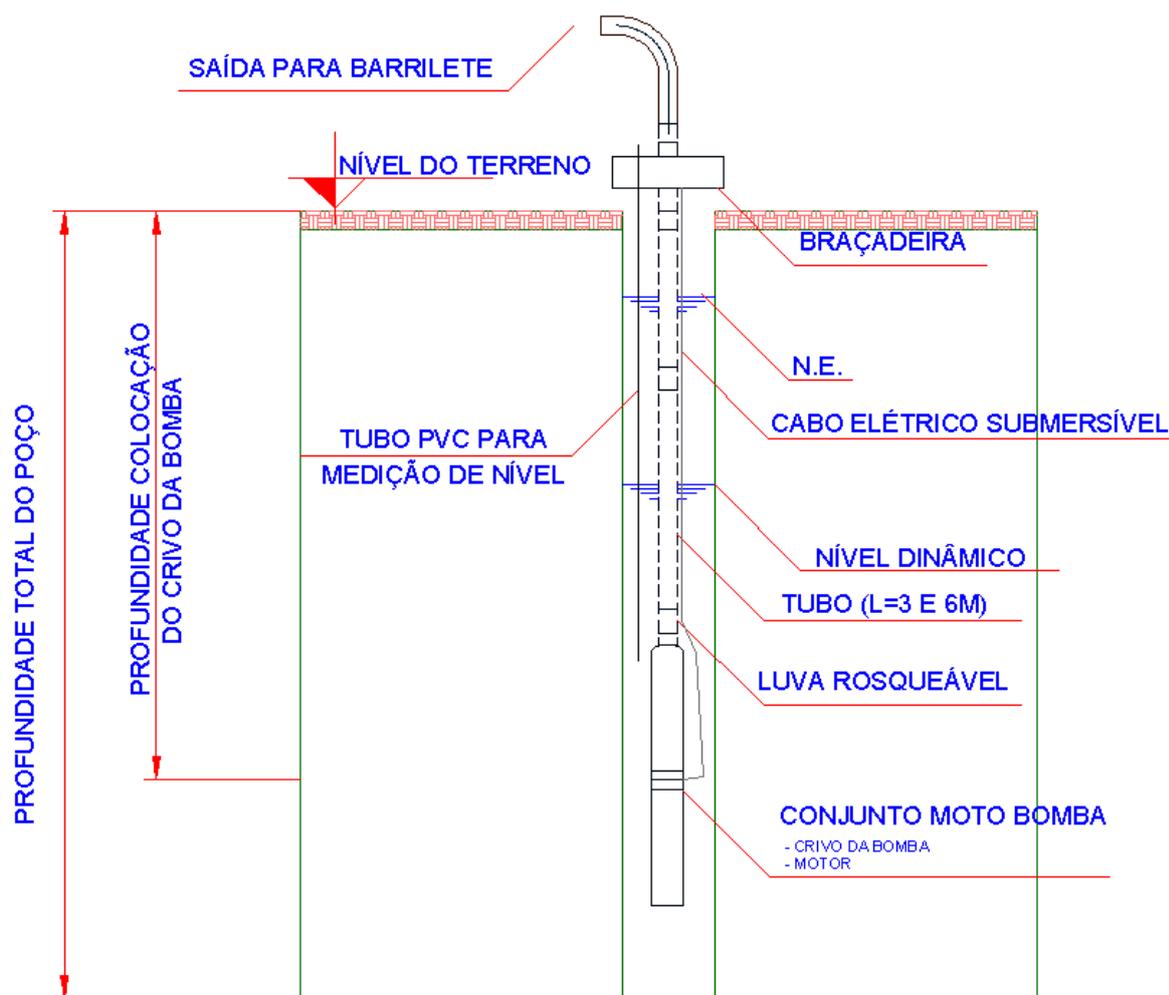


Figura 2 – Esquema detalhado das partes principais de uma instalação em poços profundos

3.1 – PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Um bom rendimento no equipamento de bombeamento vai depender da eficiência do teste de vazão do poço. Após determinar a vazão ótima de exploração do poço e o nível dinâmico de operação é que se pode calcular com segurança a altura manométrica total para o projeto dos equipamentos de bombeamento. Um teste de vazão mal feito poderá onerar todo o projeto, necessitando mudanças no tempo de operação do sistema. Poderá induzir a erros no projeto como equipamentos superdimensionados, extraindo vazão acima da capacidade do poço. Com rebaixamentos maiores significa uma pressão de bombeamento maior e conseqüentemente maior consumo de energia por m³ de água subterrânea bombeada.

A bomba bem dimensionada simplesmente remove a água que flui naturalmente para o poço, e então, de forma ideal, poderá ser alcançará um nível d'água estabilizado, e os períodos entre a manutenção e a reabilitação se tornam os mais longos possíveis. O equipamento pode sofrer desgaste com o tempo de uso e também devido às incrustações, o desempenho de uma bomba poderá ser freqüentemente reduzido ao longo do tempo, e em algum momento deverá ser feita a

limpeza e a manutenção. A determinação da melhor época para fazer a manutenção de uma determinada bomba poderá também ser deixada a cargo de um sistema de gerenciamento. O método para escolher a hora certa de fazer a manutenção depende do conhecimento dos custos da reabilitação e a informação “on-line” sobre o aquífero, nível dinâmico, vazão e consumo de energia para o poço em questão. Esta informação é então processada pelo computador e comparada aos dados de desempenho do fabricante da bomba.

As incrustações no interior das tubulações agravam as perdas de carga. Podem também verificar-se fugas de água na tubulação de adução. Ambas as situações podem ser monitoradas através de medição “on-line” da pressão de descarga.

O melhor método de bombeamento consiste em equipar todos os poços com medidores de vazão e de nível, assim como da pressão de descarga, para que os técnicos da estação de tratamento possam executar um acompanhamento “**on line**” da eficiência e da capacidade específica. E assim assegurar que o controle seja feita no momento correto. A utilização de um bom sistema de gerenciamento possibilitará otimizar a operação com maior eficiência.

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA (MARAVILHA-SC):

POÇO TUBULAR PROFUNDO

Cota do poço = 575 m

Nível estático = 235 m

Nível dinâmico = 380 m

Profundidade total = 1305 m

Temperatura da água = 50°C

Câmara de bombeamento / coluna de revestimento:

Diâmetro = 13 3/8”

Profundidade = 420 m

Q = 120 m³/h

adutora = DN 200

Cota da chegada na torre = 642

cota topográfica = 575 m

Desnível = 68 m

L = 650 m

perda de carga = 4 mca

tubo edutor = SCH 40 6"

NE = 235

ND = 380

instalação da bomba = 400 m

perda de carga = 13 mca

altura manométrica (ND) = $68 + 380 + 4 + 13 = 465$ mca

altura manométrica (NE) = $68 + 235 + 4 + 13 = 320$ mca

Temos dois cenários para o bombeamento dos poços:

01) APENAS UMA BOMBA INSTALADA NO POÇO:

Q = 120 m³/h

H = 465 mca + 10mca

H = 475 mca

02) UMA BOMBA NO POÇO + UM BOOSTER:

BOMBA NO POÇO:

Q = 120 m³/h

H = 393 mca / 405 mca (necessário acrescer pressão para não prejudicar o booster)!!!

BOMBA BOOSTER:

Q = 120 m³/h

H = 71 mca

Nota:

para termos folga de 10 mca na chegada da torre (por recomendação do fabricante)!!!

Então: bomba + booster = 476 mca (405 + 71)

POTÊNCIA NOMINAL DO MOTOR:

É necessário que haja uma folga entre a potência consumida pela bomba e a potência nominal do motor, como sugestão deve-se seguir a tabela abaixo.

Potência Nominal do Motor (CV)	Potência Nominal / Potência Consumida
Potência Nominal ≤ 25	1,25
$30 \leq$ Potência Nominal ≤ 75	1,15
Potência Nominal ≥ 100	1,10

NOTA:

- Em virtude de a água bombeada possuir temperatura de 50°C, haverá uma perda de potência devido a um resfriamento insuficiente do motor, o fator de degeneração deverá ser calculado;
- Caso seja necessário o uso de camisa de arrefecimento para diminuir a diferença de diâmetros do poço e do motor deve ser indicado;
- Como a potência nominal do motor ficaria acima de 300 CV adotamos a tensão em 660 Vac, para que a seção dos cabos de energização fique compatível com as dimensões da câmara de bombeamento;

- Para preservarmos o motor adotou-se a utilização de inversores de frequência no acionamento da moto bombas.

3.2 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Para se determinar qual a alternativa mais viável será feita uma avaliação dos sistemas de operação entre os dois cenários: utilização de uma única bomba instalada no poço x (bomba instalada no poço + uma bomba “booster”).

OBJETIVO GERAL – parâmetros a serem avaliados

- Redução de perdas;
- Melhoria na eficiência do processo;
- Capacidade de diagnóstico de problemas em equipamentos;
- Execução automática de medidas corretivas e resposta automática a situação potencialmente desastrosa;
- Desligamento automático para impedir danos maiores;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Informação confiável sobre o processo;
- Operação mais segura;
- Otimização da mão de obra;
- Minimização do potencial de erro humano;
- Automação da planta de operação;
- Decréscimo das planilhas de trabalhos manuais;
- Maior integração com sistemas de gerenciamento e apoio à decisão;
- Aprimoramento da segurança;

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Melhoria significativa da imagem da CASAN perante os clientes da companhia;
- Real possibilidade de um efetivo gerenciamento do sistema com a confiabilidade das informações em tempo real de cada unidade operacional sob sua responsabilidade, tornando mais eficiente a utilização de seus recursos e melhorando a compreensão do funcionamento do sistema;
- Aumento da competitividade da companhia perante a possibilidade de coordenar, planejar e executar a operação e exploração de serviços de abastecimento de água potável e de coleta e tratamento de esgotos sanitários;
- Banco de dados para implantação de um sistema de gestão de manutenção;
- Redução dos custos de produção;
- Aumento da receita.

4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 – AQUÍFERO GUARANI

O esboço geológico simplificado da área onde foram perfurados os poços é apresentado na figura 03. O conhecimento hidrogeológico deste aquífero é muito incipiente e irregular, existindo áreas razoavelmente bem conhecidas, como nos estados de São Paulo e Paraná, contrastando quase ausência de informações em sua borda ocidental.

As condições hidráulicas variam espacialmente. Os estratos jurássicos são, em geral, pobremente cimentados, apresentando porosidade média de 17% e condutividade hidráulica da ordem de 0,2 a 4,6m/dia (ARAUJO et al, op.cit.), com boa maturidade textural e arcabouço constituído por grãos de quartzo bem arredondados e bem selecionados. Os depósitos flúvio-lacustres do Triássico, de um modo geral, apresentam menor maturidade textural e maior quantidade de argila, com porosidade média de 16% e condutividade hidráulica muito variável inferior a 0,01 a 4,6m/dia (ARAUJO et al, op. cit.).

As capacidades específicas variam de acordo a espessura e profundidade da camada aquífera, poço de Maravilha 0,83m³/h/m, São Lourenço do Oeste 1,43m³/h/m, Peritiba 2,303m³/h/m, Presidente Castelo Branco 2,695 m³/h/m, Seara 1,79 m³/h/m e SMO 1,4 m³/h/m. O quadro 01, mostra os dados dos principais poços para abastecimento público no Oeste Catarinense.

O Sistema Aquífero Guarani está saturado por água doce de boa potabilidade. Em sua maior extensão está confinado, no topo pelos derrames básicos da Formação Serra geral (Cretáceo) e na

base, pelos sedimentos pouco permeáveis do Grupo Passa Dois, de idade permo-triássica. Os poços perfurados pela CASAN (Figura 04), não ultrapassaram a camada aquífera da Formação Botucatu, abaixo dessa camada as águas são de má qualidade. Os depósitos flúvio-lacustre não foram encontrados nas perfurações dos poços no oeste do Estado.

Seus afloramentos podem ser observados a partir da borda leste da Bacia, onde os mesmos ocorrem próximos às cidades carboníferas, na base e na meia encosta dos Aparatos da Serra. Essa borda do Aquífero prossegue em direção ao Norte, sofrendo uma pequena inflexão para o quadrante Noroeste, passando pela cidade de Lages e chegando até a divisa do Paraná, junto à cidade de Porto União SC.

O sentido principal de fluxo das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina é de este para oeste e de nordeste para sudoeste (E-W e NE-SW), ver perfil na Figura 05 (Zanatta et al.2008).

A temperatura das águas tende a aumentar, gradativamente, das áreas de recarga em direção à calha da bacia, em função do grau geotérmico natural, aproximadamente de 1°C/35m. Medidas de temperatura em áreas aflorantes indicam valores em torno de 22°C, aumentando em direção ao oeste catarinense, onde podem ultrapassar os 58°C, em áreas confinadas conforme as últimas perfurações realizadas no oeste catarinense.

As surgências de águas termo-minerais que ocorrem próximo ao rio Uruguai, em áreas de afloramento de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral situam-se em cotas inferiores a 400m, evidenciam áreas de descarga do Guarani. Por outro lado, em algumas áreas na região oeste, próximo ao Rio Uruguai, pode sofrer interferência de águas provenientes do Aquífero Serra Geral devido à infiltração através das fraturas, como acontece com o poço de Itá, onde a temperatura não chega a 30°C.

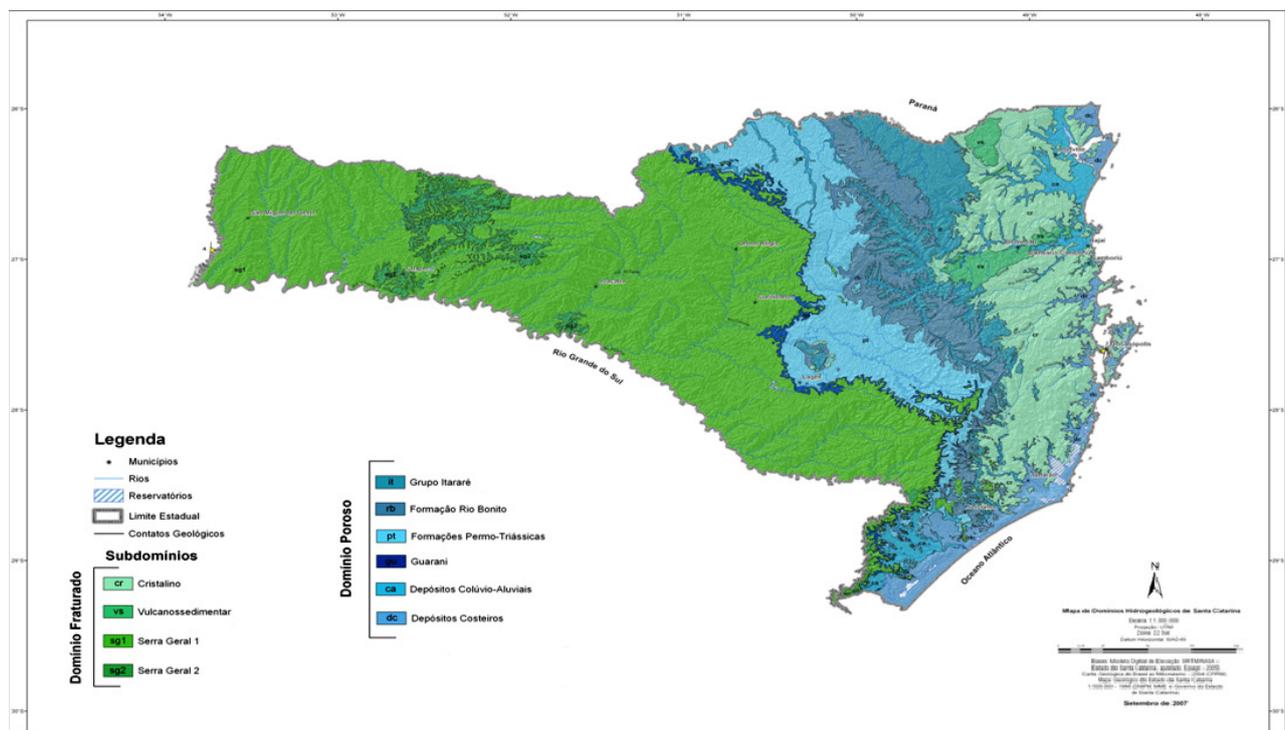
A recarga natural deste aquífero ocorre segundo dois mecanismos: por meio de infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramentos e, de forma retardada, em parte da área de confinamento, por filtração vertical (drenança), ao longo de descontinuidades das rochas do pacote confinante.

Os principais fatores de risco que podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas são as ocupações desordenadas das áreas de recarga, através da utilização indiscriminada de defensivos agrícolas e efluentes industriais, além do grande número de poços rasos e profundos que são construídos, operados e abandonados sem tecnologia adequada, conseqüência da falta de controle e fiscalização. Nesse quadro, a poluição dos aquíferos superiores, poderá contaminar a água que é extraída dos poços profundos que captam do Aquífero Guarani, até mesmo quando estão localizados nos seus setores confinados.

Quadro n.º 1 – Características Geométricas Regionais

Município	Coordenadas			Prof.	esp. basalto	esp. guarani	NE	ND	Q
	X	Y	Z	m	m	m	m	m	m³/h
Maravilha	7038237	283860	575	1305	1223	82	235	380	120
São L. Oeste	7078673	310864	710	1560	1462	93	178	265	125
Seara	6997205	370370	530	564	483	81	213	280	120
S. M. Oeste	7045596	0246404	580	1276	1155	111	207	300	130

Fig. n.º 03 - Mapa dos Domínios Hidrogeológicos do Estado de Santa Catarina.



Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (2007).

Fig. n.º 04 – Mapa da localização dos poços perfurados no Aquífero Guarani no Estado.

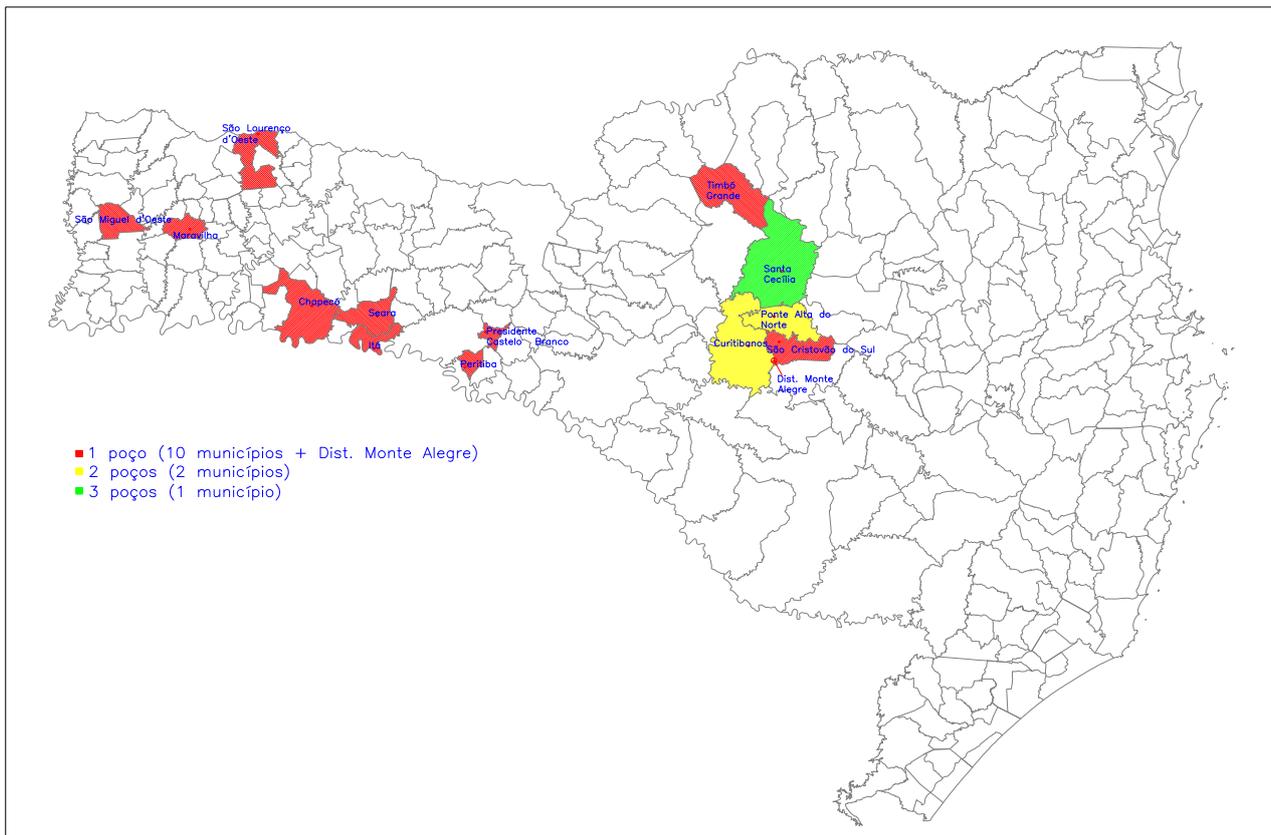
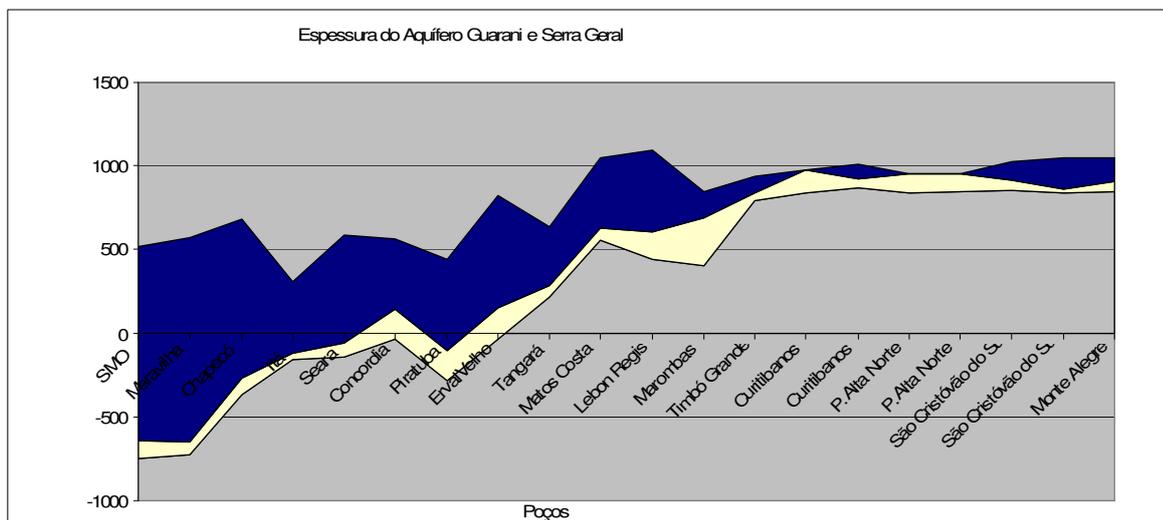


Fig. n.º 05 - Perfil da espessura e profundidade do Aquífero Guarani e Serra Geral.



4.2 – AQUÍFERO SERRA GERAL

A Formação Serra Geral, subdomínio Serra Geral 1 é constituída essencialmente por uma seqüência vulcânica básica predominante, representada por basaltos e andesitos, de coloração que vai de cinza escuro ao negro; O subdomínio Serra Geral 2 – constituído por rochas de natureza ácida (ANA, 2007).

A Formação Serra Geral forma uma unidade aquífera constituída por camadas com porosidade predominantemente secundária (por fraturamento), sobrepostas ao Aquífero Guarani. Constitui uma grande alternativa para abastecimento de cidades de pequeno porte no meio-oeste e oeste de Santa Catarina. Os poços nessa formação são de vazões variáveis, podendo chegar, localmente, a mais de 100 m³/h. Normalmente os poços são perfurados até uma profundidade de 200m, no máximo.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hoje os recursos tecnológicos permitem a captação de água em fontes subterrâneas nunca exploradas anteriormente. Com a viabilidade na exploração desses mananciais subterrâneos, torna-se uma alternativa muito importante para os sistemas de abastecimentos nas cidades onde os mananciais superficiais estão no limite e também poluídos devido ao crescimento populacional contribuindo com o déficit no fornecimento de água.

Outro fator importante a captação dos mananciais subterrâneos contribui com a melhora na qualidade de vida da população, que depositam maior confiabilidade na empresa de águas e saneamento.

Logo, o planejamento e a busca de novas tecnologias na gestão operacional dos mananciais subterrâneos aumentam a expectativa de novas conquistas no setor das águas subterrâneas, sendo uma alternativa de grande importância para o abastecimento público no oeste catarinense.

6 - CONCLUSÕES

Como resultado espera-se garantir o suprimento de água da região Oeste do Estado, com uma fonte alternativa proveniente dos poços profundos perfurados no Aquífero Guarani.

A mudança na forma de captação de água para abastecimento público pode trazer uma solução para cidades onde a captação dos mananciais superficiais não é suficiente ou inexistente.

A CASAN já está preparando a licitação para perfuração de outros poços de grande profundidade para captação de água do Aquífero Guarani nos sistemas de abastecimento de água das cidades de Chapecó, Xaxim e fazendo estudos para outros sistemas localizados no oeste catarinense.

Com a viabilização dessas novas alternativas cria-se a expectativa para abastecimento em muitos locais que antes eram inviáveis economicamente através de captações superficiais.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, L.M.; França, A.B. & Potter, P. E.–1995– Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai: Mapas hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarembó.

ANA – Agencia Nacional de Águas – Mapa dos Domínios Hidrogeológicos do Estado de Santa Catarina, 2007.

ZANATTA L. C., Andrade, C. A. e Coitinho J. B., 2008. Qualidade das Águas do Aquífero Guarani para Abastecimento Público no Estado de Santa Catarina. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.