

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
Departamento de Hidrologia

**CAPTAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
NO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

*Marcos Alexandre de Freitas
Roque Mauro Eckert
Bráulio Robério Caye*

Dezembro de 2001

Equipe Técnica:

Antonio Pierino Gugliotta
Gerente de Hidrologia e Gestão
Territorial - GEHITE

Marcos Alexandre de Freitas
Chefe do Projeto

Luís Edmundo Giffoni
Editoração

Geól. Marcos Alexandre de Freitas
Geól. Alfeu Levy da Silva Caldasso

Geól. Adalberto de Abreu Dias

Geól. Bráulio Robério Caye

Geól. José Luiz Flores Machado

Geól. Roque Mauro Eckert

Téc. Prosp. José Arcinei Bardini

Téc. Prosp. Paulo Rogério R. da

Silva

FICHA CATALOGRÁFICA

F862 Freitas, Marcos A. de

 Captações de água subterrânea no oeste do estado
de Santa Catarina/ Marcos A. de Freitas; Roque M.
Eckert; Bráulio R. Caye. - Porto Alegre:
CPRM/SDM/EPAGRI, 2001.

Projeto Oeste de Santa Catarina

1. Hidrogeologia - Santa Catarina

2. Águas subterrâneas

I. Eckert, Roque M.

II. Caye, Bráulio R.

III. Título

CDU 566(816.4)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Companhia Catarinense de Água e Saneamento - CASAN, à Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - CIDASC, ao Departamento Nacional de Produção Mineral - 11º Distrito, às empresas de perfuração, Leão Poços e IMPAGROSS, pelo fornecimento dos boletins de poços; aos geólogos Mariano Smaniotto, Leonir Benincá e Custódio Crippa pela interação e troca de experiências, buscando sempre o entendimento da hidrogeologia do oeste de Santa Catarina; aos extensionistas e funcionários da EPAGRI, ao Programa Iberê e a todos os municípios que de uma maneira ou outra auxiliaram na obtenção de dados e no cadastramento de poços.

SUMÁRIO

Apresentação	i
1. Conceitos básicos	1
2. Hidrogeologia da área	3
3. Inventário de pontos d'água	5
3.1. Profundidade dos poços	8
3.2. Entradas d'água	9
3.3. Métodos de perfuração empregados e características construtivas dos poços tubulares	10
3.4 Vazões	11
3.5 Usos da água	12
3.6 Aspectos da completação dos poços tubulares no Aqüífero Fraturado Serra Geral	13
3.7 Profundidade dos poços e a potencialidade hidrogeológica	13
.....	16
4. Recomendações para a construção de novos poços tubulares .	16
4.1 Potencialidade hidrogeológica da área	16
4.2 Localização do poço	16
4.3 Projeto do poço	17
4.4 Responsabilidade técnica sobre o poço	18
4.5 Profundidade máxima do poço	18
4.6 Revestimento e vedação sanitária	18
4.7 Ensaio de bombeamento	18
4.8 Área de proteção	19
4.9 Análise físico-química e bacteriológica	19
4.10 Documentação técnica	20
4.11 Projeto de poço-padrão	23
5. Diretrizes gerais para captação de água no oeste catarinense .	24
6. Bibliografia utilizada	

APRESENTAÇÃO

O Projeto Oeste de Santa Catarina (PROESC), resultado de um convênio firmado entre a CPRM - Serviço Geológico do Brasil e o Governo do Estado de Santa Catarina, através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente-SDM e da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura - SDA, com interveniência da EPAGRI, teve início em março de 1998 e abrange uma área de 22.500 km² (23,56% da superfície territorial do Estado), perfazendo totalmente a Região Hidrográfica do Extremo Oeste (RH1) e a quase totalidade da Região Hidrográfica do Meio Oeste (RH2) e cerca de 60% da Região Hidrográfica do Rio do Peixe (RH3).

Seu principal objetivo é mostrar a situação dos recursos hídricos subterrâneos do oeste catarinense, destacando suas condições hidrogeológicas, potencialidade, qualidade físico-química das águas subterrâneas e aspectos construtivos dos poços tubulares. Para atingir tal meta foram realizados estudos multidisciplinares de Mapeamento Geológico, Cadastramento de Poços, Estudos Hidrológicos, Climatológicos e Hidroquímicos.

O inventário dos pontos d'água realizado em campo no período de abril de 1998 a junho de 2001 possibilitou a elaboração deste caderno, no qual são destacados os poços tubulares, suas características construtivas, produtividade, métodos de perfuração, vazões, aquíferos captados e usos da água. Também foi traçado um quadro de recomendações, o qual fornece diretrizes gerais de projetos e execução para a construção de novos poços tubulares no Aquífero Fraturado Serra Geral, visando o uso racional e sustentável deste importante e precioso recurso: a água subterrânea.

Ressaltamos que as informações básicas aqui apresentadas, embora com um razoável conteúdo técnico, constitui um texto sumarizado visando atender a comunidade como um todo, devendo o interessado por informações mais aprofundadas, recorrer ao relatório técnico do Projeto Oeste de Santa Catarina, que estará disponível a partir de março de 2002.

1. CONCEITOS BÁSICOS

Aqüífero: formação geológica que é capaz de armazenar, conduzir e ceder água de maneira econômica a obras de captação.

Cimentação: ato de preencher o espaço anular existente entre os tubos e a parede do furo. Tem a finalidade principal da união da tubulação de revestimento com a parede do poço, isolando as águas subterrâneas de má qualidade.

Completação: ato de completar o poço, ou seja, colocar tubos de revestimento, filtros, cascalho (pré-filtro) e o cimento (vedação sanitária).

Desenvolvimento: processo de remoção do material mais fino da formação aquífera nas proximidades do poço, causando um incremento na porosidade e na permeabilidade. Nos aquíferos fraturados o desenvolvimento atua limpando e desobstruindo as fendas.

Desinfecção: processo de eliminação de bactérias dentro do poço. Deve ser executada na completação e na instalação do poço e também toda a vez que se realizar a manutenção do mesmo (troca de equipamento de bombeamento ou de revestimento). Geralmente é feita com hipoclorito de sódio, encontrado em praticamente todos os alvejantes comerciais. A dosagem indicada é de 5 litros de alvejante por metro cúbico de água no poço.

Ensaio de Bombeamento: retirada da água de um poço por meio de um equipamento de bombeamento, com o objetivo de determinar a vazão de exploração do poço e de parâmetros hidrodinâmicos do aquífero. Para tanto são feitos os controles e registros de vazão, nível estático e nível dinâmico. É fundamental para a determinação da capacidade de produção do poço, fornecendo elementos básicos para a escolha do equipamento de produção a ser instalado, permitindo que o aquífero seja explorado de maneira racional e sustentável.

Locação de poço: ato de escolher o local onde será perfurado o poço na formação aquífera, através de métodos tradicionais

(fotografias aéreas e imagens de satélite) ou de métodos geofísicos. A locação detecta apenas a situação mais provável de ocorrer água subterrânea, mas não precisa a vazão nem a qualidade da água.

Nível Estático (NE): profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está em repouso.

Nível Dinâmico (ND): profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está sendo bombeado.

Projeto de poço: é um relatório elaborado anteriormente à perfuração, executado por profissional legalmente habilitado nos CREAs, no qual deverá conter a locação, profundidades estimadas, diâmetros, método de perfuração, fluido, material utilizado para a completação, posições dos filtros, cimentação, desenvolvimento, ensaio de vazão e instalação final.

Rebaixamento: diferença entre o nível estático e o dinâmico durante o bombeamento.

Vazão: medida do volume de água extraída do poço por determinado período de tempo. Geralmente é expressa em m³/h ou litros/hora.

Vazão Específica: vazão obtida por unidade de rebaixamento. Normalmente expressa em m³/h/m.

2. HIDROGEOLOGIA DA ÁREA

Na região oeste de Santa Catarina existem basicamente dois grandes reservatórios de água subterrânea: o Aquífero Guarani (também conhecido como Botucatu) e o Aquífero Serra Geral.

O Aquífero Guarani encontra-se exclusivamente coberto pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, o que lhe infere um caráter de aquífero confinado (**figura 1**). O topo do Aquífero Guarani ocorre em profundidades que variam de 360 metros, registrados nos poços profundos em Itá e Tangará, a 1.267 metros no poço profundo de São João D' Oeste.

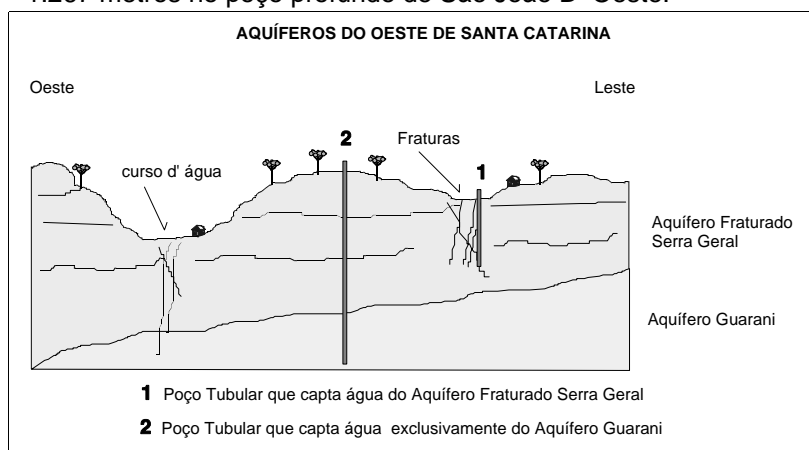


Figura 1: Aquíferos da região oeste de Santa Catarina.

O Aquífero Fraturado Serra Geral, a exemplo de toda a região sul do país, é o aquífero mais utilizado do oeste catarinense. Suas características permitem a captação de água subterrânea a um custo muitíssimo menor ao da captação no Aquífero Guarani e supre satisfatoriamente comunidades rurais, indústrias e até sedes municipais. Desenvolve-se nos derrames basálticos cretáceos com condição de armazenamento e circulação da água localizada em fraturas e outras discontinuidades, como zonas vesiculares e amigdaloidais de topo de derrame e zonas de disjunção horizontal. Estas feições, quando interceptadas por zonas de fraturas, interconectam-se e

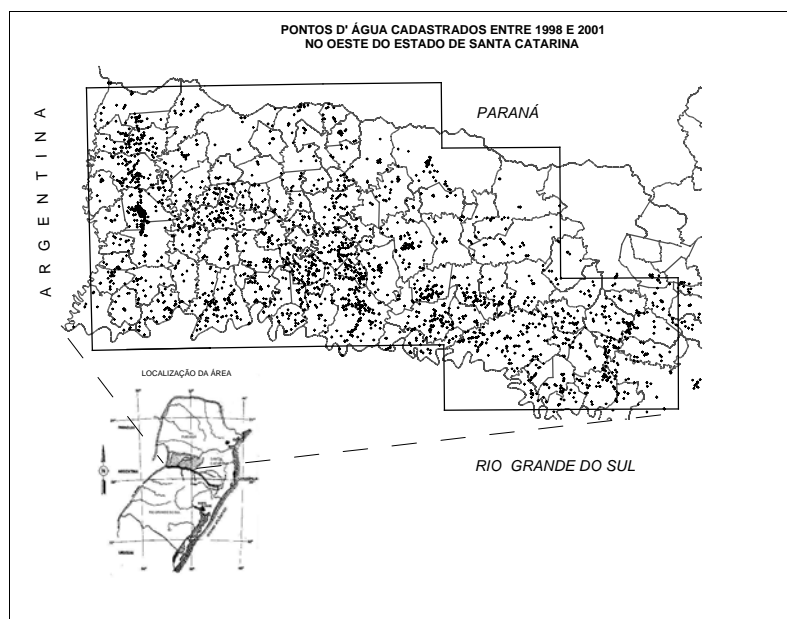
podem armazenar grandes volumes de água. A recarga principal ocorre através da pluviometria, principalmente em áreas com desenvolvido manto de alteração, topografia pouco acidentada e considerável cobertura vegetal (mata nativa). Localmente, onde há condições piezométricas e estruturais favoráveis, pode ocorrer recarga ascendente a partir do Aquífero Guarani.

As maiores potencialidades para este aquífero são aquelas em que há uma série de derrames superpostos localizados em platôs, platôs entalhados pouco dissecados, interceptados por grandes lineamentos regionais. As piores condições hidrogeológicas desenvolvem-se nas espessas zonas centrais de derrames localizadas em terrenos muito dissecados e com topografia bastante acidentada, que mesmo interceptadas por fraturas, demonstram baixíssima potencialidade.

3. INVENTÁRIO DE PONTOS D' ÁGUA

Durante o levantamento de campo, as equipes do Projeto inventariaram em campo 2.836 pontos d'água (**figura 2**), incluindo captações de fontes, poços escavados e poços tubulares, conforme a seguinte distribuição:

Pontos d' água	Nº
Captações de fontes	101
Poços escavados	12
Poços tubulares	2723



As captações de fontes representam os pontos de superfície com surgimento espontâneo de água subterrânea. A proteção de fontes na região oeste de Santa Catarina é uma

prática muito comum e bastante disseminada no interior dos municípios. Divide-se basicamente em dois tipos de obras (**figura 3**): uma calcada na colocação de tubulões de concreto verticais (Modelo Tubo Vertical) com cerca de 1,5 m de diâmetro, preenchidos por pedregulhos e cascalho na base, geralmente atingindo até 6 metros de profundidade, sendo necessário a instalação de equipamento de bombeamento; e outra denominada de fonte do tipo Caxambu, constituída por tubos de concreto horizontais perfurados e cobertos por pedras, brita, lona plástica e terra com cobertura vegetal. Esta última não necessita de equipamento de bombeamento, pois normalmente estão situadas em locais elevados distribuindo a água por gravidade.

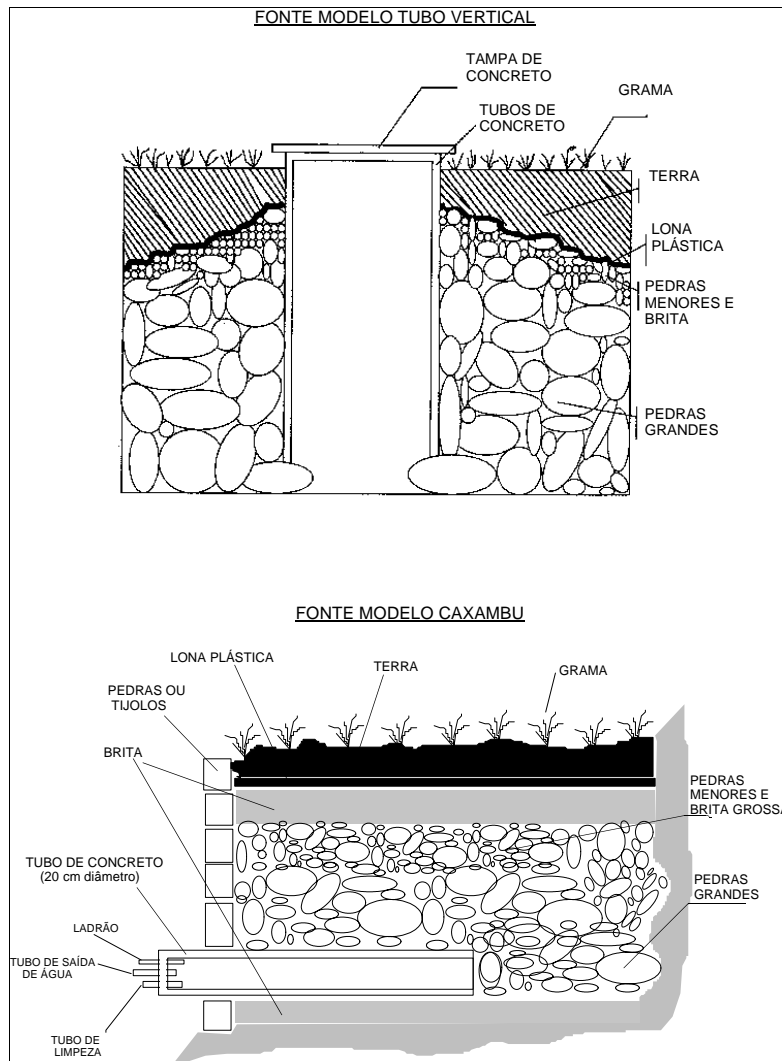
A proteção de fontes é uma medida de baixo custo e segundo a EPAGRI, tem diminuído em muito a contaminação biológica nas nascentes; no entanto, é necessário que haja um programa voltado à preservação ambiental, principalmente das matas nativas no entorno das mesmas.

Os poços manuais ou escavados são os construídos manualmente, utilizando somente equipamentos simples, do tipo picareta e pá, sem o uso de máquinas, e normalmente captam água do lençol freático.

Os poços tubulares, por sua vez, agrupam todos os tipos de perfuração executados com máquinas específicas denominadas sondas. São popularmente denominados de poços artesianos, sendo no entanto esta denominação mal empregada, porque o tipo artesiano constitui apenas uma das modalidades de poço, no qual a água sob pressão confinante ascende até estabilizar em uma posição acima daquela referida como de nível estático do local onde o poço foi construído. Na grande maioria dos poços tubulares do oeste catarinense não ocorre artesianismo.

O inventário de pontos d'água foi realizado diretamente no campo, ponto a ponto, e nos casos em que informações prévias

Figura 3: Tipos de captações de fontes existentes no oeste catarinense.



eram disponíveis (obtidas em escritório) elas foram cheçadas, ajustadas e complementadas.

Durante as inspeções de campo foram agregados inúmeros dados, principalmente enfocando características

técnicas do ponto. Assim, através de medidas próprias e de observações pessoais, foram incluídas informações como coordenadas geográficas (levantadas com aparelho GPS), posicionamento de níveis estático e dinâmico (com medidores eletrônicos tipo fita elétrica) e avaliação de vazão explorada, entre outras. Foram efetuados testes físico-químicos de campo com equipamento portátil ORION modelo 1.230 em 1.187 pontos d' água, para averiguar a condutividade elétrica, pH e temperatura da água na boca do poço.

Do total de 2.836 pontos cadastrados, 2.827 representam captações do Aquífero Serra Geral, seja de acumulação de água subterrânea entre os grãos do solo (aquífero do tipo poroso), seja de preenchimento das fraturas que cortam as rochas basálticas (aquífero do tipo fissural).

Apenas 9 poços cadastrados, os mais profundos, captam água dos arenitos do Aquífero Guarani. Os itens abordados a seguir priorizam informações relacionadas aos poços construídos no Aquífero Fraturado Serra Geral.

3.1. Profundidade dos Poços

Entre os 2.723 poços tubulares, 2.714 captam água do Aquífero Serra Geral, com profundidades variando entre 24,00 e 310,00 m (média de 117,01 m). Nos 9 poços construídos no Aquífero Guarani, a profundidade varia entre 511,40 m no poço de Itá e 1410,0 m no poço em São Miguel d' Oeste.

Em relação aos 12 poços escavados, as profundidades finais variam entre 2,50 e 14,00 m, com média de 7,62 m.

Os poços construídos no Aquífero Serra Geral apresentam classes de profundidade final conforme o quadro a seguir. O intervalo de profundidade dos poços mais encontrados na região é entre 100 e 150 metros.

Profundidade (m)	Nº de poços	Frequência (%)
De 24 a 50	70	2,54
De 50 a 100	872	32,16
De 100 a 150	1359	50,07

De 150 a 200	367	13,55
De 200 a 310	46	1,68

3.2. Entradas d'Água

O levantamento estatístico realizado a respeito das entradas d'água ao longo dos perfis construtivos de poços tubulares construídos no Aquífero Serra Geral (**figura 4**), revela o seguinte enquadramento:

- 17,20% das entradas d'água ocorrem até 20 m de profundidade;
- 70,27% das entradas d'água encontram-se de 20 até 100 m de profundidade;
- 11,06% das entradas d'água ocorrem de 100 até 150 m de profundidade;
- e somente 1,47% das contribuições ocorrem em profundidades superiores a 150 m.

São considerados como intervalos mais importantes:

- a profundidade de 20,00 m, que identifica o ponto até onde se recomenda estender o revestimento de boca, sempre que possível, para minimizar os riscos de poluição ao poço por infiltrações superficiais;
- a profundidade de 100,00 m que representa o patamar considerado como limite ótimo de profundidade de poço em fraturas de basalto;
- a profundidade de 150,00 m, recomendada como limite máximo de perfuração no aquífero fraturado em questão.

A tendência geral é que o poço deve ser aprofundado até o ponto em que esteja assegurada a quantidade de água desejada, sendo no entanto conveniente lembrar que após a profundidade de 150 metros a probabilidade de se encontrar vazões significativas é muito baixa.

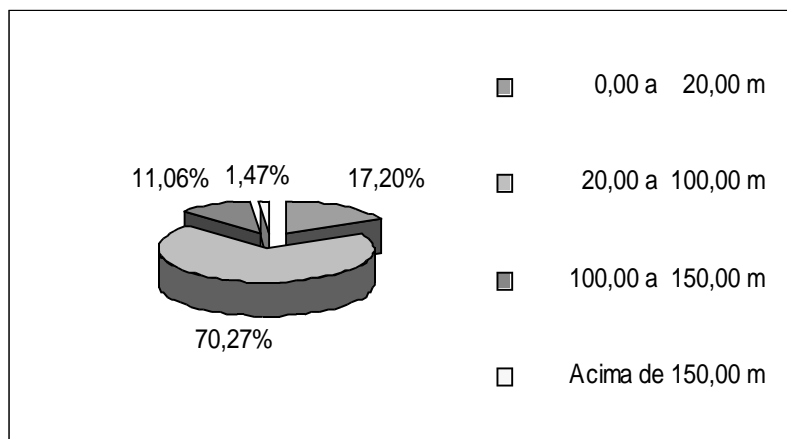


Figura 4: Percentual dos intervalos das entradas d'água nos poços construídos no Aquífero Serra Geral.

3.3. Métodos de Perfuração Empregados e Características Construtivas dos Poços Tubulares

Nos poços tubulares construídos no Aquífero Fraturado Serra Geral do oeste de Santa Catarina, predomina o método de perfuração roto-pneumático. A tabela a seguir exibe a distribuição dos métodos de perfuração utilizadas na construção destes poços.

Método de Perfuração	Número de Poços	Freqüência(%)
Percussão	1.273	46,89
Roto-Pneumático	1.422	52,38
Rotativa a granalha	19	0,73

Na grande maioria dos poços o perfil construtivo típico inclui a perfuração do manto de alteração em diâmetro de 8 ou 10 polegadas, seguida de seu revestimento com tubos de aço ou com tubos geomecânicos (normalmente de 6 polegadas de diâmetro interno), e a posterior perfuração da rocha basáltica até

o final, também em 6 polegadas de diâmetro.

As extensões de revestimento constatadas têm valor mínimo de 1,00 m, máxima 60,00 m e média 8,60 m.

Excluem-se desse perfil característico os poços mais profundos, que atingem os arenitos constituintes do Aquífero Guarani. Nestes casos, o perfil é bem mais complexo, incluindo maiores diâmetros, seções de revestimentos e de filtros, e comportando encascalhamento artificial (pré-filtro) no espaço anular entre as paredes do poço e as tubulações instaladas.

3.4. Vazões

Do total dos poços cadastrados, 2.614 contém dados de ensaio de bombeamento executados ao final de cada obra. Os resultados desses testes estão dispostos na tabela a seguir, que exhibe o percentual dos intervalos de vazões nos poços construídos no Aquífero Serra Geral.

Vazão (m ³ /h)	Nº de poços	Frequência (%)
Abaixo de 1	864	31,83
Entre 1 e 5	525	19,36
Entre 5 e 10	493	18,17
Entre 10 a 20	572	21,08
Acima de 20	260	9,56

3.5. Usos da Água

Os quadros a seguir refletem as principais destinações da água de acordo com as diversas formas de captação nos 1390 pontos d'água nos quais houve acesso a informações de exploração. Na maior parte dos casos o aproveitamento é múltiplo e quase metade dos poços tubulares concebidos para abastecimento humano têm também aproveitamento na dessedentação animal (principalmente de aves e suínos), tendo sido considerado porém, na estatística, o uso principal.

Das 101 captações de fontes cadastradas, 79 encontravam-se em utilização, com o seguinte aproveitamento:

Tipo de Uso	Nº de Captações	%
Humano	74	93,67

Animal	4	5,06
Lazer	1	1,27

A grande maioria dos poços escavados são utilizados para consumo humano:

Tipo de Uso	Nº de Poços Escavados	%
Humano	9	100

Aproveitamento da água de 1302 poços tubulares:

Tipo de Uso	Nº de Poços Tubulares	%
Humano	1090	83,72
Industrial	111	8,52
Agrícola	3	0,24
Animal	62	4,76
Lazer	36	2,76

3.6. Aspectos da Completação dos Poços Tubulares no Aquífero Fraturado Serra Geral

Foi constatado que os poços tubulares construídos no oeste catarinense geralmente apresentam apenas uma pequena extensão de revestimento de boca. Este tem função de conter os desmoronamentos de materiais friáveis como solo, alteração de rocha e rocha alterada. No entanto, o revestimento na maioria dos casos nem sequer atinge a rocha inalterada subjacente. Isto fatalmente propicia condições favoráveis às infiltrações de superfície, que podem carrear uma série de agentes contaminantes.

Conforme observado, a extensão média do revestimento nos poços é de apenas 8,60 m, enquanto a grande concentração das entradas d'água ocorre mais abaixo. O que se sugere é que o revestimento de boca seja mais extenso, pelo menos de 15,00 m, e sempre que possível de 20,00 m, com no mínimo 3 m engastado na rocha fresca. Também deve ser envolvido por uma camada contínua de cimento e bentonita no espaço anular; na completação dos poços.

Em poucos poços constatou-se a presença de laje sanitária adequada para proteção da boca. O exigível é que ela seja implantada ao redor da boca de todo e qualquer poço concluído, com medidas aproximadas de 1 metro de comprimento por 1 metro de largura e 30 centímetros de profundidade; com caimento da superfície do centro para as bordas.

3.7. Profundidade dos Poços e a Potencialidade Hidrogeológica

Qual o construtor de poços que nunca se deparou com o impasse “até quando prosseguir uma sondagem que ainda não alcançou água?”. Esta dúvida é particularmente freqüente nas perfurações em rocha basáltica no sul do país. A profundidade máxima projetada para perfuração de rochas desse tipo deve ser basicamente calculada nas peculiaridades litológicas e estruturais dessas rochas, considerada ainda suas posições topográficas.

Todo e qualquer tipo de informação disponível acerca da área específica de interesse, e de suas áreas adjacentes, é importante, especialmente dados concernentes ao cadastro de poços.

Sempre deve ser levado em conta que a vazão específica de um poço em rocha basáltica fraturada em geral diminui na medida em que ele é aprofundado. Isto se deve ao aumento no espaçamento entre as fraturas e conseqüente redução dos espaços vazios.

Com freqüência a totalidade de água produzida por um poço em basalto advém de apenas uma, ou então de poucas fraturas, posicionadas em meio a um domínio de rocha compacta, praticamente impermeável. A vazão será tanto maior quanto mais se estendam estas fraturas abaixo do nível estático; logo é muito mais dependente da posição relativa dessas fraturas, e de sua respectiva potencialidade, do que propriamente da profundidade do poço.

Sondadores experientes costumam perceber a presença de fraturas abertas em subsuperfície em casos como o da perda de circulação, em sondagens rotativas, ou da redução da quantidade de detritos removidos, em sondagens percussivas.

Na tabela a seguir são apresentadas as vazões médias de teste e vazões específicas conforme as profundidades de perfuração em 2.714 poços tubulares cadastrados no Aquífero Serra Geral. A última coluna desta tabela indica a extração média de água para cada metro rebaixado em poços tubulares classificados de acordo com a profundidade. A análise destes números permite afirmar que apenas em casos excepcionais, a construção de um poço em basalto deve ultrapassar a 150,00 m de profundidade, porque geralmente seu custo/benefício é muito baixo. A **figura 5** ilustra a forte queda de produção de água em poços com mais de 150,00 m de profundidade.

Profundidade dos poços	Nº de poços	Média da vazão de teste (m3/h)	Vazão específica média (m3/h/m)
24 a 50 m	70	15,85	1,70
50 a 100 m	872	10,84	2,00
100 a 150 m	1359	6,29	1,43
150 a 200 m	367	2,59	0,38
200 a 310 m	46	2,98	0,01

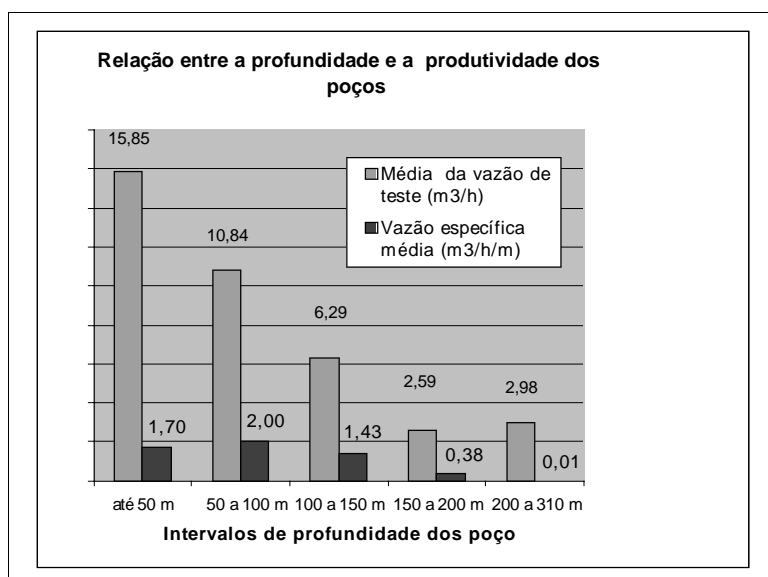


Figura 5: Variação da produtividade dos poços com a profundidade.

4. RECOMENDAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE NOVOS POÇOS TUBULARES

No intuito de oferecer subsídios para que o dinheiro público e privado seja melhor aplicado na atividade de construção de poços tubulares no oeste catarinense, e que as águas subterrâneas sejam captadas e utilizadas de maneira racional, segue-se uma série de considerações para a execução de novas obras.

4.1. Potencialidade Hidrogeológica da Área

A primeira atitude recomendável antes da perfuração é realizar um estudo hidrogeológico da viabilidade de captação de água subterrânea na área. Já nesta fase, muitos poços secos podem ser evitados e substituídos pelo aproveitamento de outras modalidades de captação eventualmente disponíveis, como a proteção de fontes, cujos custos são muito menores.

4.2. Locação do Poço

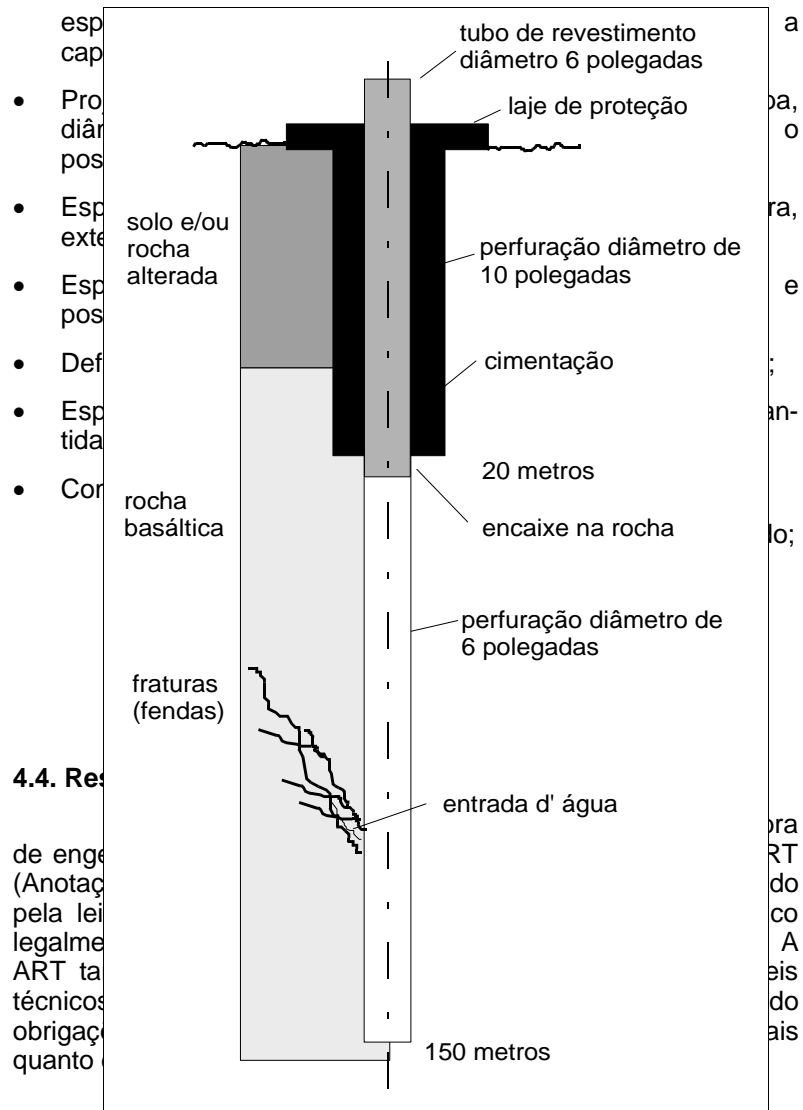
Havendo a viabilidade de abastecimento por meio de poços tubulares, procede-se a fase de locação dos poços, que deverá ser obrigatoriamente realizada por profissional técnico legalmente habilitado, com base em critérios técnicos e científicos.

4.3. Projeto do Poço

Como em relação a qualquer outra obra de engenharia, a elaboração prévia do Projeto do Poço, por profissional legalmente habilitado e conhecedor da área, é fundamental para espelhar com a maior aproximação possível o perfil da obra acabada e assim otimizar os custos.

Sugere-se que sejam levadas as seguintes considerações no Projeto de um poço tubular:

- Identificação das litologias presentes no local específico e na área adjacente;
- Fixação da vazão necessária e do uso a que se destina a água;
- Avaliação da favorabilidade hidrogeológica da área, estimando



4.4. Res
de enge
(Anotaç
pela lei
legalme
ART ta
técnicos
obrigaç
quanto

4.5. Profundidade Máxima do Poço

Nos poços com expectativa de atravessar somente rochas

basálticas da região oeste, deve ser considerada a baliza de 150 m como profundidade máxima para ser atingida, salvo se convincentes justificativas técnicas induzirem a uma tolerância maior.

4.6. Revestimento e Vedação Sanitária

Em poços que venham a ter revestimento somente na porção superficial, deve ser exigido que ele penetre pelo menos 3 m na rocha inalterada, e sempre que possível seja estendido até pelo menos 20 m de profundidade. Também deve possuir um envoltório contínuo de cimento ao longo de todo o espaço anular entre esse revestimento e as paredes do poço, complementado por laje sanitária de boca (ver **figura 6**).

4.7. Ensaio de Bombeamento

Todo poço ao final de sua conclusão deve ser submetido a um ensaio de bombeamento com no mínimo 24 horas de duração na etapa de rebaixamento, e que a etapa de recuperação estenda-se até que pelo menos 80% do nível estático original esteja recuperado. O propósito do ensaio é fornecer subsídios para definir, através de cálculos hidráulicos, o regime de utilização do poço (exploração), visando economia, preservação do aquífero e o uso racional do recurso hídrico subterrâneo.

4.8. Área de Proteção

Nenhum poço deve prescindir de uma área delimitada em sua volta, sempre que possível com raio de 10 m, definido como perímetro de proteção do poço. O objetivo principal é resguardá-lo contra a poluição superficial, sobretudo em áreas de vulnerabilidade muito alta, como as de afloramento de basaltos muito fraturados.

Nessa área deve ser proibido qualquer tipo de atividade, armazenagem, manipulação ou aplicação perigosa, que possa causar risco de contaminação da água subterrânea.

4.9. Análise Físico-Química e Bacteriológica

A água subterrânea geralmente apresenta alto grau de qualidade, é em regra límpida, incolor e isenta de bactérias. Conta com a proteção natural do subsolo, sendo no entanto necessário realizar exames da qualidade da água, para verificar se não há

alteração de suas propriedades originais, causada por fenômenos antrópicos ou até mesmo naturais.

As características físico-químicas são provenientes da presença de substâncias dissolvidas na água, resultado de prolongado contato com as rochas. Tais características são avaliadas segundo valores de pH, cor, turbidez, condutividade, dureza, alcalinidade e teores de minerais, gases e íons como o cálcio, sódio, potássio, magnésio, manganês, ferro, fluoreto, bicarbonatos, carbonatos, cloretos, etc.

As características bacteriológicas são as relativas a presença ou não de bactérias (patogênicas ou não), como coliformes totais e fecais.

Todo poço construído deve ser submetido a análises físico-químicas e bacteriológicas, visando definir a potabilidade da água e sua adequabilidade ao uso, seguindo os limites oficiais de padrão de potabilidade. Para isso é recomendável, já na fase final do ensaio de vazão, coletar amostras de água para a realização das análises. Desta maneira se houver problema não solucionável relativo à qualidade da água, não se procede a instalação do poço, devendo este ser lacrado.

Recomenda-se realizar análises periódicas das águas subterrâneas em períodos máximos de 6 meses para análise bacteriológica e de 2 anos para a análise físico-química.

4.10. Documentação Técnica

Toda empresa construtora de poços (oficial e privada) deverá apresentar no final de cada obra um relatório técnico do poço perfurado contendo no mínimo:

- Localização do poço (coordenadas geográficas);
- Perfil litológico (descrição das litologias encontradas na perfuração);
- Perfil construtivo (descrição das entradas d'água encontradas, quantidade de revestimento, filtros instalados, vedação sanitária, laje de proteção, etc.);
- Resultado e planilha do ensaio de bombeamento, cálculo dos parâmetros hidráulicos, recomendação quanto ao tipo/potência do equipamento de bombeamento e a vazão a

ser extraída com o regime de utilização do poço (período e total de horas de funcionamento da bomba);

- Análise físico-química e bacteriológica da água.

4.11. Projeto de Poço-Padrão

Embora as variações pertinentes que deverão ocorrer em função das peculiaridades de cada área, propõe-se, a título de contribuição, para ser usado como referência, um projeto de POÇO-PADRÃO para perfurações com sonda no Aquífero Serra Geral do oeste catarinense (**figura 6**), com a seguinte ordem seqüencial de procedimentos:

- i. Perfuração investigatória em 6" até 100 m - Poço-Piloto. Resultando seco, suspender a obra e cimentar o furo (a critério, aprofundar até 150 m). Acusando aporte suficiente de água, prosseguir com as demais etapas;
- ii. Construção do ante-poço em 10", adentrando pelo menos 3 m na rocha compacta, e sempre que possível pelo menos até 20 m de profundidade (para minimizar riscos de poluição superficial);
- iii. Colocação da pasta de cimento no ante-poço, em volume compatível;
- iv. Colocação do revestimento de boca de 6", em aço ou plástico geomecânico, com centralizadores. Para facilitar sua instalação, fechá-lo com tampa de fundo (posteriormente perfurável), e adicionar-lhe água para conferir peso e facilidade de descida. A pasta de cimento é espirrada para dentro das fendas e deve preencher o espaço anular até a superfície. Sugerimos que este revestimento fique pelo menos 50 cm saliente no terreno (altura da boca);

Figura 6: Perfil esquemático de Poço-Padrão sugerido para poços do Aquífero Serra Geral do oeste de Santa Catarina.

- v. Após a secagem do cimento proceder a limpeza, desenvolvimento, teste de vazão e desinfecção;
- vi. Fechamento da boca do revestimento e
- vii. Acabamento de boca, com laje de proteção de cimento medindo aproximadamente 1,00 m x 1,00 m x 0,30 m e com caimento superficial para as bordas.

5. DIRETRIZES GERAIS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO OESTE CATARINENSE

Muitas ações de caráter institucional são aconselhadas para minimizar a problemática da água na região a curto e a médio prazo. Como contribuição, destacam-se as seguintes sugestões:

- i. Incremento na fiscalização da perfuração de poços tubulares;
- ii. Maior cuidado com poços abandonados (escavados e tubulares) realizando campanhas para a cimentação dos mesmos (em toda a coluna perfurada), evitando riscos de contaminação das águas subterrâneas;
- iii. Intensificação do aproveitamento das nascentes (proteção de fontes) em áreas com baixo potencial hidrogeológico para a captação de água através de poços tubulares;
- iv. Minimização dos desperdícios, especialmente em decorrência de perdurados vazamentos nas redes de distribuição pública (nas cidades e no meio rural) e nas canalizações para as lavouras;
- v. Instalar dispositivos antidesperdício nos poços naturalmente jorrantes;
- vi. Incentivo à cultura do reaproveitamento das águas residuais (reuso);
- vii. Arrocho nos dispositivos regulamentares para coibir a poluição das águas subterrâneas e superficiais, com aumento substancial das penalidades aos infringentes;
- viii. Continuidade do cadastramento de poços;
- ix. Outorga de direito de uso dos recursos hídricos subterrâneos.

6. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

FREITAS, M. A. de; CALDASSO, A. L. da S.; CAYE, B. R.; DIAS, A. A.; PASSAGLIA, S. C; MIRANDA, G. X. de; *Projeto Oeste de Santa Catarina*. Porto Alegre : CPRM/SDM/Epagri, 2001.(no prelo).

COSTA FILHO, W. D. *Noções Básicas Sobre Poços Tubulares: Cartilha Técnica*. Fortaleza : ABAS/SEBRAE/CE, 2000. 40p.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM. *Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral*. Florianópolis, 1997. 163 p.