

6

AQUIFEROS FRIO E TERMAL

6.1 Introdução

A elevação do nível das águas, decorrente da formação de reservatórios, causa uma pressão hidrostática sobre as nascentes artesianas nas margens e no fundo dos rios represados. Este processo produz diferentes graus de alterações em toda rede natural de alimentação e descarga dos aquíferos, até mesmo nos profundos.

Considerando o valor dos recursos hídricos subterrâneos para a humanidade, os estudos das interferências dos reservatórios sobre os aquíferos (*no caso particular da região de abrangência das usinas em questão encontra-se o Aquífero Botucatu*³⁰), merecem especial atenção. Eles podem ser contaminados por águas poluídas, que os atingem através da inversão do fluxo das águas superficiais, como também pela infiltração de efluentes potencialmente poluidores através das camadas dos solos.



Figura 6.1 - Coleta no poço IFMCR1Q.

Assim, faz-se necessário implementar determinadas ações que assegurem as condições de equilíbrio do nível freático, dos níveis estáticos e dinâmicos, das vazões, das temperaturas e da qualidade das águas.

A avaliação da qualidade ambiental das reservas hídricas subterrâneas resultou da análise da evolução

espacial e temporal dos parâmetros monitorados “in situ” e dos resultados de ensaios de laboratório dos teores de substâncias dissolvidas ou em suspensão em amostras d’água coletadas em vários pontos.



Figura 6.2 - Medição de vazão no poço IFATB3.

A *Monitoração dos Aquíferos Frio e Termal* incluiu o acompanhamento da variação das reservas e da qualidade dos aquíferos afetados pelo reservatório da UHE Machadinho, bem como, da proposição de ações mitigadoras e corretivas eventualmente necessárias para lidar com impactos negativos comprovados. Sua realização obedeceu aos termos de referência constantes no processo de licenciamento, no que se refere aos

aquíferos frio e Termal, das Usinas Hidrelétricas de Itá e Machadinho e atendeu às legislações pertinentes em vigor, tanto federais quanto à dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Esta monitoração resultou da necessidade de evitar ou minimizar os impactos ambientais resultantes da interação inevitável entre o reservatório e o manancial hídrico regional. De fato, o enchimento e a operação de um reservatório modificaram as condições de contorno naturais e as propriedades dos aquíferos localizados nas suas áreas de impacto direto e indireto. As novas “fronteiras hidráulicas”, decorrentes do enchimento do reservatório, provocaram a ascensão gradual dos níveis freáticos naturais, a partir das suas bordas. Com o passar do tempo, este processo poderia atingir interflúvios subterrâneos relativamente afastados da orla do reservatório. A figura 6.3 mostra a extensão da região monitorada.

Este programa, além de ter servido para detectar situações ambientalmente negativas, vigentes antes do enchimento, poderia, no decorrer do tempo, revelar impactos positivos e negativos, possibilitando a adoção de providências mitigadoras ou compensatórias, se necessárias.

Considerando os riscos decorrentes da falta de critérios adequados de exploração por parte dos responsáveis pela operação dos poços inventariados, capazes de gradualmente promover a degradação das reservas e a qualidade dos aquíferos, este projeto contou com o aval do DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral, formalizado por meio de um Convênio de Co-

temático de temperaturas, níveis, vazões, análises periódicas de qualidade etc.) em três épocas distintas: antes da formação do reservatório, durante seu enchimento e nos cinco primeiros anos de operação comercial contínua.

Experiências pgressas autorizaram concluir que o respaldo governamental decorrente da existência de acordos deste tipo promove a cooperação da comunidade atingida, facilitando não apenas a realização dos trabalhos de campo, consoante a programação prevista, como também a realização das devidas adaptações nos equipamentos dos poços.

6.2 Atividades desenvolvidas

Os trabalhos de campo começaram em dezembro de 1998 e prosseguiram até março de 2.007. Sua primeira atividade consistiu no cadastramento completo das surgências notáveis, eventuais anomalias termais, fontes frias, poços etc. direta e indiretamente afetados pelos reservatórios das UHE Itá e UHE Machadinho, tanto no Estado do Rio Grande do Sul quanto no de Santa Catarina. Foram cadastrados 268 poços, separados em frios e termais. Os frios captam água do capeamento basáltico fraturado, da Formação Serra Geral. Os termais, do aquífero Guarany, da Formação Botucatu.

Registrou-se neste inventário, para cada poço cadastrado, suas cotas altimétricas, coordenadas UTM, níveis estáticos e dinâmicos (quanto possível), vazões, temperatura e informações complementares.

As cotas dos poços foram determinadas com um altímetro barométrico com escala de precisão de 20 m, diariamente aferido por RN's locais. Suas coordenadas UTM foram determinadas com GPS manual, de marca Garmin, modelo 12, com precisão relativa de 15 m. Seus níveis estáticos foram medidos com sonda de 100 m de comprimento, sensor eletrônico, sinalização sonora e visual, e precisão centimétrica. Informações verbais dos proprietários dos poços ou constantes de documentos dos perfuradores, órgãos públicos ou municipais complementaram os dados cadastrais.

Este inventário permitiu:

- Selecionar os pontos de monitoramento e de amostragem da água.
- Modelar numericamente as hipóteses de monitoramento.
- Assinalar situações já comprometidas do ponto de vista operacional e ambiental.

Este cadastramento foi atualizado periodicamente com a mesma metodologia. Ao total, foram cadastrados 460 poços.

Os poços a monitorar foram selecionados pelos seguintes critérios de

inclusão:

- Se perfurados até o topo do Aquífero Guarany (termais);
- Se localizados dentro da provável envoltória do domínio do alteamento do nível freático induzido pelos reservatórios de Itá e de Machadinho;
- Se afetados pela UHE Ita, com cota de fundo abaixo do seu nível operacional: 370 m;
- Se afetados pela UHE Machadinho, com cota de fundo abaixo do seu nível operacional: 480 m;
- Se relevantes para abastecimentos comunitários.

Os poços selecionados sofreram alterações para possibilitar seu monitoramento, em particular, a adaptação do cavalete dos poços, com instalações de novos registros e saídas, além da perfuração da tampa do poço para introdução da sonda de níveis estáticos.

O monitoramento propriamente dito começou em setembro de 1999, envolvendo medidas de vazões de exploração, níveis estáticos e dinâmicos, além de análises químicas da qualidade de amostras de água.

A coleta de amostras de água para análise, conduzida consoante as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, foi realizada por técnicos da Socioambiental. Em seguida, essas amostras foram encaminhadas para a Ecolabor em São Paulo (laboratório certificado pela NBR ISO 9001:2000 emitido pela BVQI – *Bureau Veritas International* e NBR ISO/IEC 17025:2001 acreditado pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial).

Para avaliar a qualidade das análises laboratoriais, os erros médios de seus resultados sempre foram verificados através da realização sistemática de balanços de massas e de cargas.

Cabe notar que verificações deste tipo dispensaram o confronto dos resultados de amostras duplicadas analisadas em laboratórios diferentes. Foram analisados os seguintes parâmetros:

– Alcalinidade CO ₃ .	– Cloretos.	– Nitritos.
– Alcalinidade Fenolf.	– Condutividade Elétrica.	– Ortofosfatos.
– Alcalinidade HCO ₃ .	– Dióxido de Carbono.	– pH.
– Alcalinidade OH.	– Dureza Total.	– Potássio.
– Alcalinidade Total.	– Fenol.	– Sílica.
– Amônia Total.	– Ferro Total.	– Sólidos Dissolvidos Totais.
– Coliformes Totais.	– Fluoretos.	– Sulfatos.
– Coliformes Fecais.	– Magnésio.	– Sulfetos.
– Cálcio.	– Nitratos	– Temperatura

Ao total, foram realizadas 46 campanhas de campo com a seguinte distribuição:

- Fase I – antes do enchimento da UHE ITÁ – 06 campanhas com frequência mensal;
- Fase II – antes do enchimento da UHMA – 12 campanhas com frequência mensal;
- Fase III – durante e após o enchimento da UHMA – 08 campanhas com frequência mensal;
- Fase IV – após o enchimento da UHMA – 07 campanhas com frequência trimestral.

a) Parâmetros físicos

A figura 6.4 mostra a distribuição em planta das tendências de alteamento dos NE's dos poços monitorados até dezembro de 2.007. Esta tendência, por resultar da interpolação de dados muito esparsos, deve ser analisada com reservas.

- NE – Nível Estático

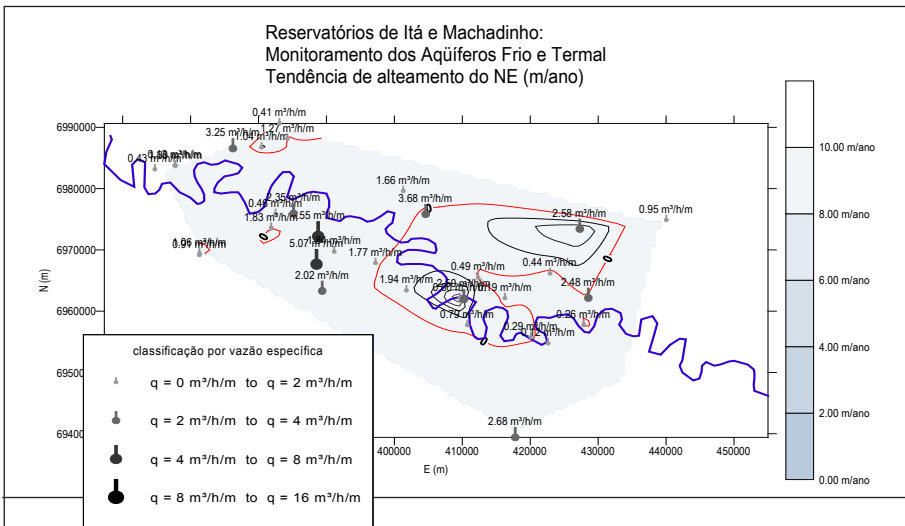


Figura: 6.4 - Tendência de alteamento dos NE's dos poços monitorados até dezembro de 2007. Parte do alteamento reflete as novas condições de contorno impostas pelos reservatórios. Parte do abaixamento reflete aumento de bombeio. Variações da recarga pluvial mascararam parte das tendências. Estas tendências só contemplam os poços monitorados.

A figura 6.5 mostra a distribuição em planta das tendências de abaixamento dos NE's dos poços monitorados até dezembro de 2.007. Esta tendência,

por resultar da interpolação de dados muito esparsos, também deve ser analisada com reservas.

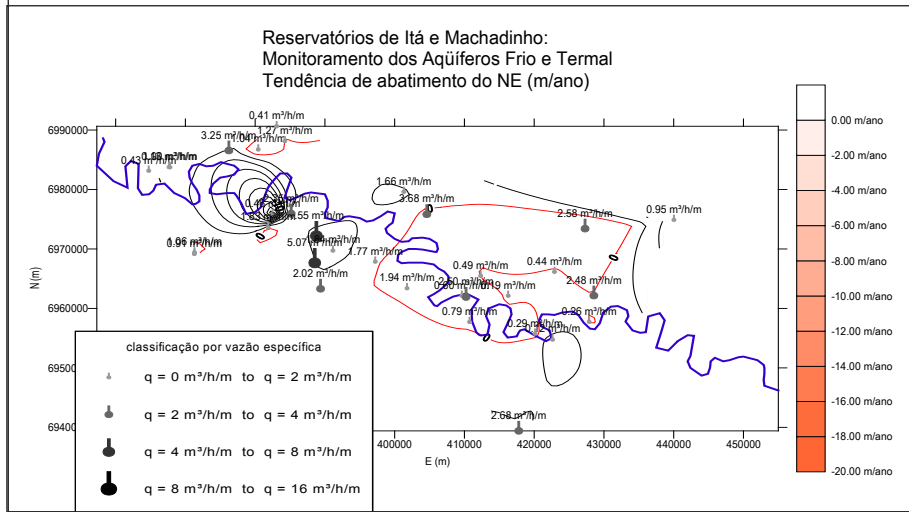


Figura: 6.5 - Tendência de abaixamento dos NE's dos poços monitorados até dezembro de 2.007. Parte do abaixamento reflete aumento de bombeio. Variações da recarga pluvial mascararam parte das tendências. Estas tendências só contemplam os poços monitorados.

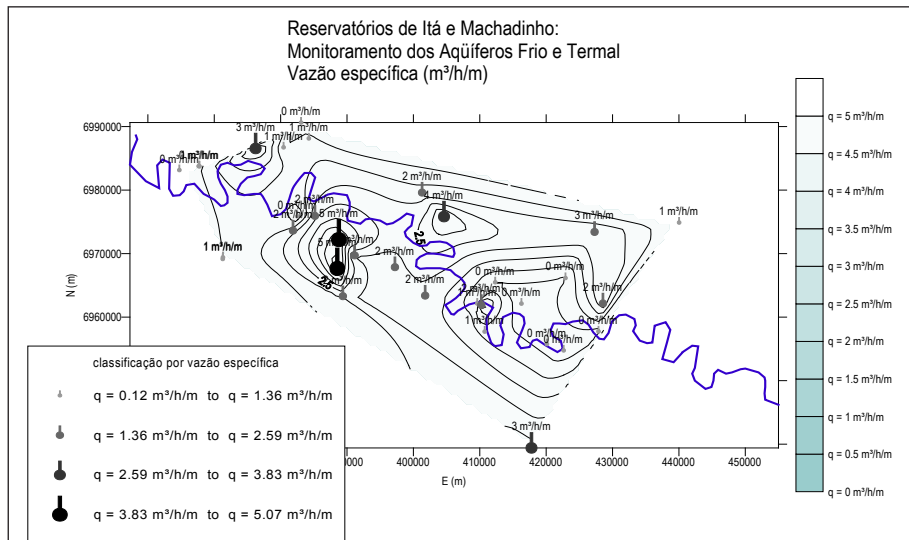


Figura: 6.6 - Distribuição em planta das médias das vazões específicas bombeadas. A do poço IFCDA1Q, Engenho Velho, Concórdia, SC, é relativamente alta. Estas vazões só contemplam os poços monitorados.

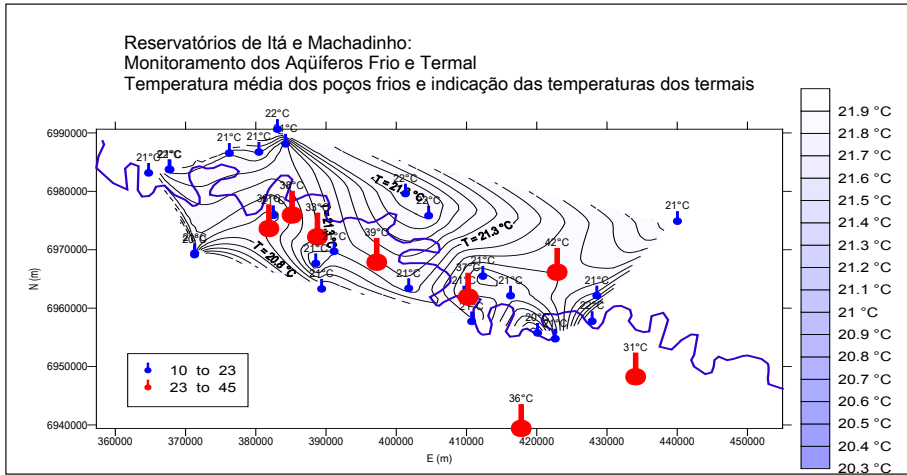


Figura: 6.7 - Temperaturas médias das águas dos poços frios e indicação das temperaturas os poços termais.

b) Parâmetros químicos

O Gráfico 6.1 mostra a distribuição dos teores médios dos componentes significativos e os confronta com os permissíveis (Portaria MS nº. 1469 de 29 de dezembro de 2000, as recomendações da OMS - Organização Mundial da Saúde e da Portaria MS nº 518 / de 25 de março de 2004/ Normas e Padrão de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano).

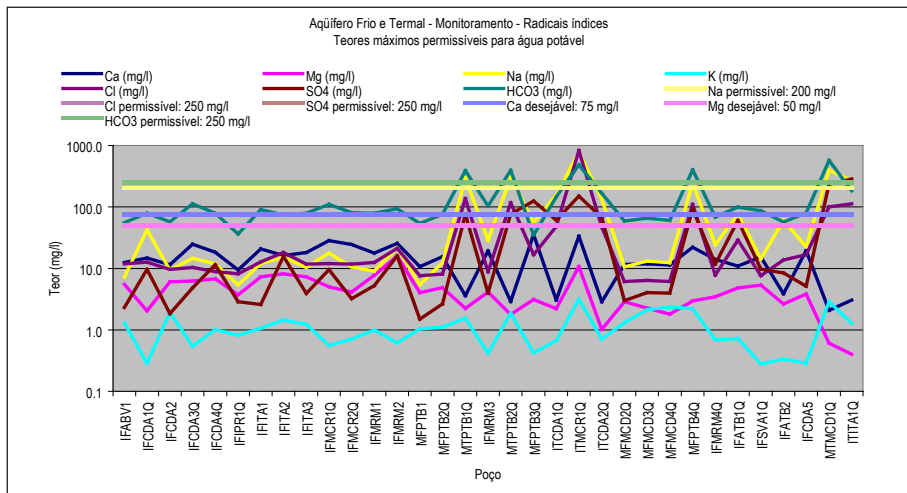


Gráfico 6.1 - Os teores permissíveis de Na, Cl e SO₄ são de 200, 250 e 250 mg/l, respectivamente.

A figura 6.8 mostra a distribuição em planta do Índice de Qualidade de Schoeller na área coberta pelos poços monitorados.

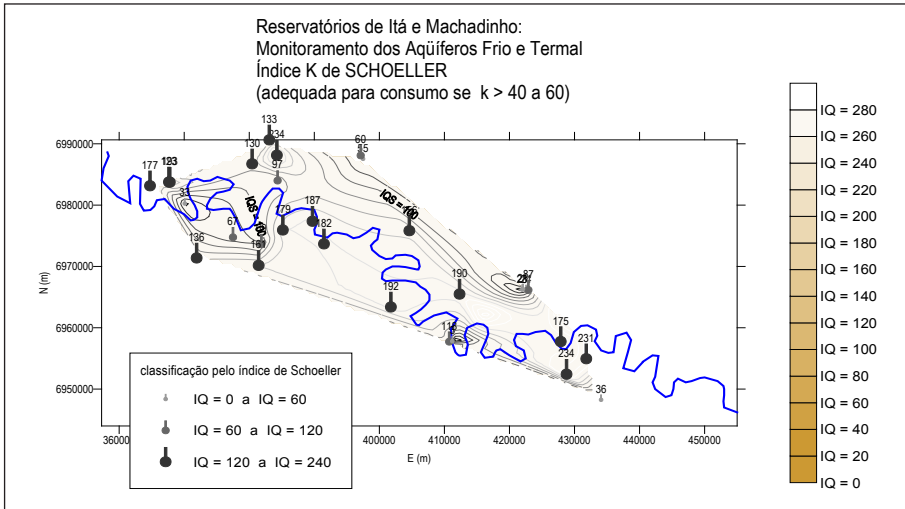


Figura 6.8 - Índice de Qualidade de Schoeller. A qualidade mineralógica da água pode ser considerada adequada para consumo se $k > 40$ a 60.

Dos componentes inorgânicos que afetam a saúde foram testados apenas os fluoretos, nitratos e nitritos e dos que afetam a qualidade organoléptica, apenas os cloretos, dureza, ferro, totais de sólidos dissolvidos e sulfatos. Em geral, nada alarmante foi constatado.

- Qualidade e quantidade d'água para consumo

Poços frios - Salvo algumas exceções, pouco significativas, a qualidade da água bombeada nos poços frios está atendendo as exigências de qualidade para o consumo humano. Alguns poços podem estar sendo explorados além da capacidade de auto-sustentação do aquífero. No decorrer do monitoramento foi possível constatar que as não conformidades detectadas em relação à Portaria n.º 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, quase sempre refletiam falhas da proteção dos poços. Das falhas notadas, as mais relevantes eram ausências da laje de proteção e ausência da cerca de isolamento sanitário para evitar, principalmente, a aproximação de animais.

Poços termais - Após as modificações efetuadas em 2.000 na estrutura do poço ITMCRIQ da THERMASA - Balneário em Marcelino Ramos/RS, a elevação acentuada dos seus teores de Cloretos e Carbonatos provocou sua paralisação temporária.

A partir de 2.005 seus teores decresceram, melhorando sua qualidade e autorizando o retorno de sua exploração comercial nas piscinas e hotéis do Balneário. Todavia, a qualidade da água dos poços da região sob exame que captam parte das reservas ascendentes do Arenito Botucatu, geralmente termais, não pode ser considerada adequada para o consumo humano, em particular, a do poço ITMCR1Q, Termal - THERMASA - Balneário, Marcelino Ramos / RS. No poço termal MTPTB1Q do Balneário de Piratuba, os sensores e medidores de temperatura, pressão e vazão da água bombeada foram desligados no final do ano de 2.005 durante obras de manutenção do Balneário. Até a presente data eles não foram religados. A partir do seu desligamento foram realizadas apenas coletas para amostragem da qualidade da água.

Em fevereiro de 2005 os novos poços termais de Itá (ITITA1Q) e de Machadinho (MTMCD1Q) passaram a ser regularmente monitorados. O poço de Itá alimenta o Balneário e foi perfurado em 2.000; a temperatura da água atinge aproximadamente 29 °C. O de Machadinho alimenta o Balneário deste município e foi perfurado em junho de 2.001; a temperatura da água atinge aproximadamente de 41 °C.

6.3 Considerações

Os estudos demonstram que o reservatório de Itá não comprometeu ou induziu o comprometimento da quantidade e da qualidade das reservas hídricas dos aquíferos frio e termal da região. Notou-se apenas, como era esperado, algum alteamento dos níveis estáticos e dinâmicos dos poços frios localizados nas imediações da orla dos reservatórios.

A futura expansão demográfica e agroindustrial na região deverá ser corretamente planejada pelas comunidades locais e pelos órgãos municipais levando em conta seus eventuais impactos nas reservas hídricas marginais desse reservatório.

As alterações da qualidade da água do poço termal de Marcelino Ramos resultaram exclusivamente da sua reperfuração e seu novo desenvolvimento, realizados pouco antes do enchimento do reservatório de Machadinho, sob responsabilidade exclusiva do Balneário de Marcelino Ramos. Aparentemente, as características das águas termais deste poço estão em processo de retorno gradual aos parâmetros vigentes anteriormente.

Considerando que os objetivos propostos ao monitoramento dos aquíferos foram atingidos, este programa é considerado como concluído. No caso de existirem demandas pontuais, principalmente decorrentes de reclamações da comunidade, serão utilizados critérios e investigações específicas.