

UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

José Luiz Flores Machado¹

Resumo. Este artigo trata da descrição das unidades hidroestratigráficas utilizadas para a determinação das zonas aquíferas do Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina em ambiente SIG (ARCGIS). Esse mapa resulta de um convênio entre a CPRM/Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável do Governo de Santa Catarina. O produto final resultou em um mapa de integração hidrogeológica na escala 1:500.000. O Estado de Santa Catarina é constituído por uma sucessão de 16 (dezesesseis) unidades hidroestratigráficas que representam todos os domínios geológicos desde o Pré-Cambriano até o Cenozóico. Cada uma apresenta características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas que permitem diferenciá-las, sendo que muitas delas são captadas simultaneamente pelos poços tubulares. Para o Mapa Hidrogeológico na escala 1:500.000 foram determinadas e descritas as seguintes unidades: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Alcalinas, Sedimentos Cenozóicos. Todas estas unidades podem pertencer a uma ou mais zonas aquíferas de acordo com a sua potencialidade hidrogeológica.

Abstract. This article deals with the description of the hydrostratigraphic units used for the determination of aquifer zones of the Hydrogeological Map of the State of Santa Catarina in GIS (ArcGIS) environment. This map is the result of an agreement between the CPRM / Geological Survey of Brazil and the Secretary of State for Sustainable Economic Development of the Government of Santa Catarina. The final product resulted is a hydrogeological integration map of 1:500,000 scale. The state of Santa Catarina is comprised of a series of sixteen (16) hydrostratigraphic units representing all geological domains from the Precambrian to the Cenozoic. Each features hydrodynamic, hydraulic and hydrochemical characteristics allowing them apart, many of which are simultaneously captured by tubular wells. For Hydrogeological map in scale 1:500,000 were determined and described the following units: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Alcalinas e Sedimentos Cenozóicos. All of these units may belong to one or more water-bearing zones according to their hydrogeological potential.

Palavras-Chave: Mapa hidrogeológico, legenda hidrogeológica, Sistema Aquífero Guarani.

¹ CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Porto Alegre. Rua Banco da Província, 105. Porto Alegre, RS. CEP: 90840-030. Tel: 51-34067300. e-mail: jose.machado@cprm.gov.br

INTRODUÇÃO

O Governo do Estado de Santa Catarina, consciente da necessidade de melhor conhecer os Recursos Hídricos Subterrâneos e principalmente, em função do aumento significativo nos últimos anos do aproveitamento das águas subterrâneas, assinou um Convênio com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, através da Diretoria de Recursos Hídricos - DRH/SDS - SC para elaboração do Mapa Hidrogeológico do Estado Santa Catarina.

A principal meta deste Trabalho é fornecer informação e conhecimento hidrogeológico para dar subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos subterrâneos, em nível de macro planejamento. Como produtos são destacados as características gerais dos aquíferos presentes no Estado, apresentados de forma acessível ao usuário planejador.

Estudos recentes acerca do Estado de Santa Catarina têm revelado um notável crescimento nas captações de água subterrânea. A escassez de água superficial de boa qualidade em determinadas regiões, em períodos críticos, vem induzindo a um notável incremento na construção de poços tubulares nos últimos anos, notadamente para o atendimento às populações rurais.

Embora estima-se que existam hoje mais de 10.000 poços de captação no Estado as águas subterrâneas são ainda pouco conhecidas e mal aproveitadas. Isto ocorre em parte devido a deficiências nas características construtivas dos poços de exploração por um lado, como também em função da escassez de estudos específicos abrangentes complementados por divulgação adequada, com orientações ao usuário, por exemplo.

O Projeto Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina utiliza uma legenda que contribui para uma uniformização de apresentação de acordo com os padrões internacionalmente estabelecidos, padrões estes referentes à Legenda Internacional para Mapas Hidrogeológicos (Struckmeier & Margat, 1995) estabelecida pela Associação Internacional de Hidrogeólogos (IAH) (Figura 1). Os mapas hidrogeológicos mais recentes (pós década de 80), de qualquer parte do mundo, que seguiram a Legenda Internacional, se assemelham muito em aparência e apresentação, facilitando sobremaneira a leitura e compreensão dos mesmos, independentemente dos idiomas agregados.

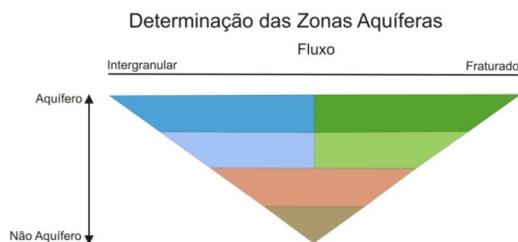


Figura 1 - Triângulo de cores utilizado na representação internacional de aquíferos, modificado de Struckmeier & Margat (1995).

Com relação ao convênio da CPRM/Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Governo de Santa Catarina, o mapeamento hidrogeológico do Estado corresponde aos denominados mapas de média escala, mais especificamente escalas de 1:250.000 e 1:500.000. Os principais dados obtidos relacionaram-se com os levantamentos geológicos, geofísica de superfície e subsuperfície, geofísica de poço e relatórios de poços perfurados. De grande importância foram as compilações dos mapas hidrogeológicos já existentes (Freitas *et al*, 2003), Machado (2000), além de consultas a várias dissertações e teses. Concomitante com o mapeamento foi realizado um extenso cadastramento de poços, posteriormente incorporados ao Banco de Dados SIAGAS, que atualmente supera a 7200 poços (Figura 2).

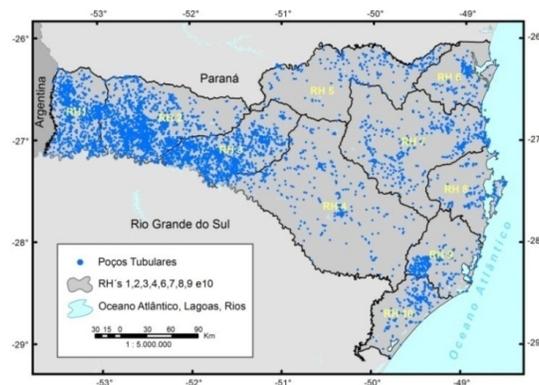


Figura 2 - Mapa com a distribuição dos poços do SIAGAS/CPRM e sua relação com as Regiões Hidrográficas.

CONCEITOS RELATIVOS A UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS E SISTEMAS AQUÍFEROS UTILIZADOS NA DEFINIÇÃO DAS UNIDADES

Uma etapa fundamental em qualquer investigação de águas subterrâneas é a definição e mapeamento das unidades aquíferas e confinantes (unidades hidroestratigráficas) presentes na área a ser estudada, tanto em sua superfície como em sub-superfície. A seguir serão visualizadas as conceituações relacionadas com as unidades hidroestratigráficas e os sistemas aquíferos, de acordo com diferentes autores como apresentado em Machado (2005).

Com o delineamento dessas unidades, fragmenta-se o arcabouço geológico em função de sua permeabilidade, procurando-se definir o sistema de fluxo. Unidades hidroestratigráficas foram originalmente propostas por Maxey (1964) para “corpos de rocha com extensão lateral considerável compondo um arcabouço geológico que funciona razoavelmente como um sistema hidrológico distinto”. Ele também mostra a necessidade de definir unidades de água subterrânea que são baseadas não somente em características litológicas específicas, mas inclui parâmetros que correspondem especialmente ao movimento, ocorrência e armazenamento.

A definição proposta por Seaber (1982; 1986; 1988) para unidade hidroestratigráfica, é que esta é “um corpo rochoso distinto por sua porosidade e permeabilidade”, que ele considera mais consistente com a nomenclatura estratigráfica estabelecida. Com essa definição Seaber tenta comprovar a observação de que uma “unidade hidroestratigráficas pode ocorrer em uma ou mais unidades estratigráficas, aloestratigráficas, pedoestratigráficas e litodêmicas”.

O sistema aquífero foi originalmente definido por Poland et al. (1972) como “um corpo heterogêneo de materiais com intercalações permeáveis e pobremente permeáveis que funcionam como uma unidade hidroestratigráfica produtora de água; ele compreende duas ou mais camadas permeáveis, separadas ao menos localmente por aquípardos que impedem o movimento das águas subterrâneas, mas que não afetam a continuidade hidráulica do sistema”. A unidade confinante foi definida como equivalente aos termos aquípardado e aquíclude e tem sido usado nos relatórios do U.S. Geological Survey desde 1972. Laney e Davidson (1986) sugerem que a definição de sistemas aquíferos poderia ser mais geral se o termo “aquíferos” fosse substituído pelo termo “camadas permeáveis”. Para Jorgensen et al. (1993), um sistema aquífero pode ser descrito como consistindo de “dois ou mais aquíferos no mesmo sistema hidráulico, os quais estão separados na maioria dos locais por uma ou mais unidades confinantes”. Do mesmo modo, eles definem um sistema confinante como “duas ou mais unidades de confinamento, separadas na maioria dos locais por um ou mais aquíferos que não estão no mesmo sistema hidráulico”.

UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS DE SANTA CATARINA

O Estado de Santa Catarina é constituído por uma sucessão de unidades hidroestratigráficas que representam todos os domínios geológicos desde o Pré-Cambriano até o Cenozóico. Cada uma apresenta características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas que permitem diferenciá-las, sendo que muitas delas são captadas simultaneamente pelos poços tubulares. Para o Mapa Hidrogeológico na escala 1:500.000 foram determinadas e descritas as seguintes unidades: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Alcalinas, Sedimentos Cenozóicos e por fim o Sistema Aquífero Guarani (SAG), que corresponde ao Sistema Botucatu/Piramboia. Todas estas unidades podem pertencer a uma ou mais zonas aquíferas de acordo com a sua potencialidade hidrogeológica.

Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino é composta por uma grande diversidade de rochas ígneas e metamórficas correspondentes a uma série de eventos pré-cambrianos. Ela possui uma extensa faixa de afloramentos, de aproximadamente 20.000 km², que se destaca na topografia, geralmente com grandes altitudes. Litologicamente esta unidade é bastante complexa, englobando litologias tão diversas como granulitos, xistos, granitoides, granitos, mármore e gnaisses (Figura 3).

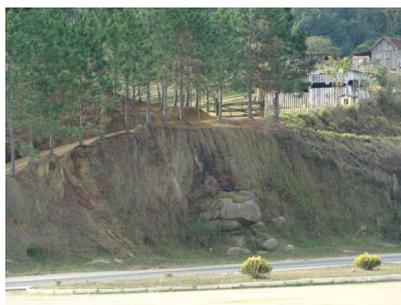


Figura 3 - Afloramento do aquífero fraturado de litologia granítica ampliado por espessa zona de alteração no município de Alfredo Wagner.

Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se pela captação de águas quase exclusivamente das fraturas e pela pequena espessura de alteração superficial. As altitudes variam entre 200 m até mais de 1.000 m. Comporta-se como área de recarga.

A subunidade Complexo Granulítico caracteriza-se pela intensa intemperização das suas litologias, sendo um aquífero de captação simultânea e suas vazões captadas raramente superam a 2 m³/h, suficientes para abastecer residências ou pequenos empreendimentos comerciais e industriais.

Na subunidade Brusque, os xistos comportam-se como aquíferos fraturados, ampliados por porções alteradas mais próximas da superfície. Em um poço perfurado em xisto cinza-claro com profundidade de 100 m foi obtida uma vazão de 6,6 m³/h e uma capacidade específica de 0,17 m³/h/m. As águas dessa subunidade geralmente possuem baixa salinidade, da ordem de 100 a 200 mg/L de sais, e pH variando de neutro a ácido.

A subunidade Brusque também apresenta aquíferos associados com terrenos calcários, com

feições cársticas (Figura 4), especialmente cavernas das quais a mais importante por sua magnitude se encontra no município de Botuverá. Os poços atravessam calcários e dolomitos metamorfizados e mármore esbranquiçados, localmente apresentam metamorfismo de contato. Na região entre os municípios de Itajaí e Balneário Camboriú existem poços que atravessaram cavernas no calcário. A potencialidade do carste pode ser avaliada através de um poço com 46 m de profundidade. Nele para um rebaixamento de 1,23 m foi obtida uma vazão de 79,2 m³/h. A alta capacidade específica de 64,39 m³/h/m é devida à grande dimensão da caverna atravessada na perfuração, sendo mais comuns valores menores. O teor de sais totais, da ordem de 300 mg/L, e o pH de 8,2, indicam proximidade da área de recarga.

Na porção sul do Estado, os poços produtivos nos granitos dessa região apresentam vazões entre 1,37 e 72 m³/h e, no caso de captarem águas termais apresentam vazões superiores a 35 m³/h. Poços tubulares que captaram águas minerais, devido às condições de pressão hidráulica e a elevação do terreno, podem apresentar surgência. As capacidades específicas de 0,015 e 0,42 m³/h/m para os poços tubulares indicam uma baixa produtividade, predominante para esta unidade.

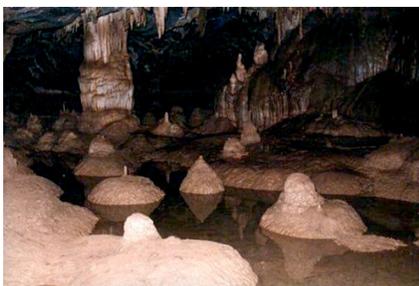


Figura 4 - Circulação de água subterrânea na grande caverna do município de Botuverá (Imagem obtida de www.botuvera.sc.gov.br).

O pH varia de 5,75 a 8,00, portanto de ácido a alcalino; os baixos valores de resíduo seco são da ordem de 200 mg/l. Exceções ocorrem quando as rochas granitóides estiverem em contato com litologias sedimentares gonduânicas ou costeiras.

Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre abrange uma área de cerca de 475 km², mais cerca de 2 km² que estão no Paraná. A Bacia Vulcanossedimentar de Campo Alegre subdivide-se nas subunidades Bateias, Campo Alegre e Rio Turvo.

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre é composta na base pela subunidade Bateias, dividida em duas fácies, uma conglomerática e a outra arenítica, com passagens abruptas e graduais entre elas. O pacote de forma uma unidade quase contínua basal em torno do perímetro da bacia.

A subunidade Campo Alegre é predominantemente vulcânica e subdividida nas unidades informais Sequência Efusiva Inferior, Sequência Epiclástica-Vulcanoclástica Intermediária e Sequência Efusiva Superior (Figura 5).

O Gráben de Corupá localiza-se ao sul da Bacia de Campo Alegre, estando em contato por falha com o Granito Corupá, a norte, e com o Complexo Granulítico de Santa Catarina, a sul. As características litológicas e o empilhamento estratigráfico são semelhantes aos da Bacia de Campo Alegre.

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre comporta-se predominantemente como um aquífero interestratificado, de litologias arenosas, conglomeráticas e vulcânicas. Nas bordas da

Bacia de Campo Alegre a unidade pode ser classificada como um aquífero poroso intergranular, cujo grau de compactação das litologias localmente produz condições mais propícias ao armazenamento das águas subterrâneas através de fraturas.

No Gráben de Corupá ao sul da área, o fluxo e o armazenamento do aquífero também ocorre através de fraturamentos.



Figura 5 - Região aplainada das vulcânicas da Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre, na porção central do município de Campo Alegre.

Um poço perfurado em na localidade de Bateias de Baixo, no município de Campo Alegre, atravessando rochas vulcânicas e folhelhos em uma profundidade de 100 m, captou uma vazão de 18 m³/h para um rebaixamento de 6,7 m. Neste poço a capacidade específica é alta, da ordem de 2,7 m³/h/m, mas valores próximos a 0,5 m³/h/m são mais realistas.

Com relação à caracterização química das águas, elas geralmente apresentam o teor de sólidos totais (TSD) abaixo de 200 mg/L e um pH de neutro à levemente alcalino, correlacionáveis com águas de pouco tempo de residência e de recarga recente a partir da precipitação pluviométrica.

Unidade Hidroestratigráfica Itajaí

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Itajaí aflora da região sul de Blumenau até próximo de Itajaí, ocupa uma área de mais de 700 km² no nordeste de Santa Catarina. Sua localização, próxima de grandes centros urbanos e industriais, como Blumenau e Itajaí, confere-lhe grande importância hidrogeológica.

Nela são identificadas quatro sequências deposicionais compostas por sistemas deltaicos e turbidíticos. As rochas vulcânicosedimentares e aquelas levemente metamorfizadas da Bacia do Itajaí recobrem o Complexo Granulítico de Santa Catarina e estão em contato tectônico, a sudeste, com o Grupo Brusque, através da Zona de Cisalhamento Perimbó (Figura 6).



Figura 6 - Sucessão de camadas de arenitos e siltitos da Unidade Hidroestratigráfica Itajaí no município de Indaial.

As áreas mais aplainadas pela erosão e com um alto grau de alteração das litologias promovem uma maior potencialidade hidrogeológica do aquífero, enquanto as áreas de relevo mais

acentuado, localmente montanhoso e com a presença de rochas vulcânicas apresentam uma menor potencialidade hidrogeológica, apesar da presença significativa de fraturas.

Um poço entre os municípios de Blumenau e Gaspar, com uma profundidade de 162 m, atravessando sucessões de arenitos, apresentou para uma vazão de 26,3 m³/h, um rebaixamento de 6,76 m e uma capacidade específica de 3,89 m³/h/m, confirmando uma boa potencialidade hídrica. O teor de sólidos totais (TSD) abaixo de 150 mg/L e um pH de ácido a neutro, são correlacionáveis com águas de pouco tempo de residência e de recarga recente, a partir da precipitação pluviométrica.

Unidade Hidroestratigráfica Mafra

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Mafra se assenta predominantemente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino. Na área estudada as litologias estão representadas por arenitos finos a médios brancos e amarelo-avermelhados, mal selecionados, maciços ou com estratificação sigmoidal, com diamictitos de cores acastanhadas a cinza, maciços, varvitos predominantemente marrons, siltitos argilosos, esverdeados, finamente laminados, conglomerados e argilitos subordinados.

Ela possui em seu perfil litológico camadas e lentes areníticas que compõem um aquífero poroso intergranular, que normalmente estão confinadas por um conjunto predominantemente pelítico, o que tende a aumentar a sua produtividade (Figura 7).



Figura 7 - Siltitos argilosos da Unidade Hidroestratigráfica Mafra entre Rio Negrinho e Mafra.

As vazões dos poços variam de 1 a 10 m³/h, sendo a distribuição de capacidades específicas bastante heterogêneas. Poços muito produtivos nesta região são raros, mas existe no município de Rio Negrinho um poço com 100 m de profundidade, nível estático próximo da superfície e vazão de 8 m³/h que apresentou uma capacidade específica de 0,75 m³/h/m. Muitos poços nesta região captam simultaneamente as unidades Mafra e Embasamento Cristalino (granulitos), sendo muitas vezes impossível determinar-se a origem das contribuições de cada aquífero para a vazão captada. Com relação à qualidade da água, ela não ultrapassa 170 mg/L de sólidos totais para um pH levemente alcalino.

Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul tem uma área de ocorrência que começa ao norte no município de Mafra, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 15 km. Em direção ao sul diminui a sua faixa aflorante, e do sul do município de Alfredo Wagner até a região carbonífera raramente ultrapassa os 2 km de largura. Na área estudada as litologias estão

representadas por cinco litofácies: 1) folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos; 2) conglomerados; 3) diamictitos; 4) ritmitos e varvitos; e 5) arenitos com estratificações plano-paralela e cruzada de baixo ângulo e cruzada *hummocky*. Os folhelhos e siltitos apresentam coloração cinza-escura a preta (cinza-esverdeado, amarelado e avermelhado por alteração) e possuem matéria orgânica carbonosa (Figura 8).



Figura 8 - Contato por falha entre as Unidades Hidroestratigráficas Embasamento Cristalino e Rio do Sul no município de Rancho Queimado.

As capacidades dos poços, no entanto, são muito variáveis, dependendo das condições de sedimentação das litologias e também da estruturação tectônica. Desse modo, na região sedimentar do centro do Estado para o norte, as vazões dos poços variam de 1 a 10 m³/h, sendo a distribuição de capacidades específicas bastante heterogêneas. A qualidade da água não ultrapassou 300 mg/L de sólidos totais para um pH levemente alcalino de 7,4, indicando boas condições de utilização.

Na região sul do Estado, as camadas aquíferas correspondentes às litologias desta unidade resultam em poços que podem produzir entre 4,5 a 45 m³/h. É na região entre os municípios de Braço do Norte e Grão-Pará, em um paleovale, que se encontram poços cujas capacidades específicas podem alcançar valores de até 3,5 m³/h/m.

Os termos mais alcalinos encontram-se normalmente associados às áreas de sedimentação em paleovales. Quanto ao tipo químico, as águas são bicarbonatadas cálcicas a mistas, com teores de sólidos dissolvidos entre 80 e 360 mg/L. Os teores de ferro encontram-se entre 0,15 e 6 mg/L, em geral acima de 0,5 mg/L, o que exige tratamento para alguns usos. Em alguns poços a água possui pronunciado cheiro de gás sulfídrico (H₂S) derivado da redução dos sulfatos.

Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito possui uma extensa faixa de afloramentos. Sua área de ocorrência, que ao sul do município de Alfredo Wagner é bastante restrita, aumenta gradativamente em direção a região norte do Estado, onde a largura da faixa de exposição supera os 20 km. Esta unidade hidroestratigráfica está subdividida nas subunidades Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis (Figura 9).



Figura 9 - Arenitos quartzosos tectonizados do topo da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito no município de Alfredo Wagner.

município de Rancho Queimado.

A subunidade Triunfo, basal, com uma predominância de arenitos sobre siltitos e folhelhos é considerada aquífera. A presença de arenitos finos que predominam sobre as demais granulometrias promove condições de baixa produtividade para essa subunidade. A subunidade Paraguaçu, intermediária, é caracterizada por ser constituída quase exclusivamente por siltitos e folhelhos, não sendo considerada como um aquífero e sim, mais propriamente um aquíclode. Ela confina a subunidade aquífera Triunfo e a captação conjunta de diversas litologias impede uma caracterização hidrogeológica mais precisa.

A subunidade Siderópolis, superior, constitui-se de um espesso pacote predominantemente arenítico, que corresponde à porção com melhores características aquíferas da unidade Rio Bonito, de modo que os poços mais produtivos dela estão correlacionados a esta porção.

Os poços nas áreas aflorantes apresentam uma capacidade específica que por vezes é alta, contrastando com outros em que ela é insignificante. Conforme o aquífero se aprofunda, aumenta a capacidade específica da unidade que está relacionada com os valores importantes de porosidade, que, mesmo em profundidades da ordem de 3.000 m alcança valores de 20 %. Quanto à sua qualidade, mesmo em profundidades da ordem de 500 m, a unidade Rio Bonito apresenta águas com salinidades maiores de 10.000 mg/L e em maiores profundidades as águas são salmouras com mais de 60.000 mg/L, muito superiores aos 35.000 mg/L da água do mar.

O aquífero relacionado com as litologias areno-sílticas da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito apresenta melhores características de vazão e de capacidade específica na região de Içara, na região carbonífera, onde suas vazões de exploração variam de 4 m³/h até mais de 80 m³/h e as capacidades específicas de 0,046 a 5,75 m³/h/m.

No município de Içara as águas são bicarbonatadas cálcicas, com pH predominantemente alcalino entre 7,1 e 7,8. O total de sais dissolvidos varia entre 60 e 497 mg/L, e as águas em geral são moles a moderadamente duras. O teor de ferro varia entre 0,05 até 1,4 mg/L, tornando necessário tratamento para adequação aos índices recomendados.

A área mais atingida pelos efeitos da mineração e lavagem de carvão é a do município de Siderópolis, segundo Machado *et al.* (1984), onde os poços afetados pelas lixiviações dos rejeitos podem apresentar água com péssima qualidade química (Figura 10). O pH neste caso pode baixar a 3,1, tornando a água extremamente ácida, permitindo a solubilização de diversos elementos nocivos à saúde.



Figura 10 - A lavra de carvão e a deposição de rejeitos afetam a qualidade das águas, pela contaminação com altos teores de ferro e acidez, como se vê no município de Siderópolis.

Unidade Hidroestratigráfica Palermo

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Palermo tem sua área de ocorrência ao norte começando no município de Mafra, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 5 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura de 10 km apenas no entorno do município de Criciúma, na região carbonífera (Figura 11). Na área estudada as litologias estão representadas por uma associação de siltitos e

siltitos arenosos, intensamente bioturbados, cinza-esverdeados a cinza-escuros e com cores amarelas características quando intemperizados.

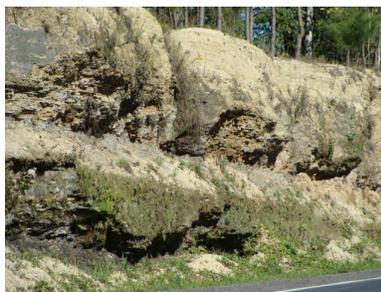


Figura 11 - Siltitos argilosos laminados da Unidade Hidroestratigráfica Palermo entre os municípios de Agrolândia e Atalanta.

Em áreas onde ela aflora forma um sistema com os arenitos da unidade Rio Bonito. Como a maioria dos poços é aberta, com revestimentos apenas nas porções superiores, ou filtros colocados nos dois aquíferos, torna-se difícil quantificar a contribuição na produção final do poço.

Um poço completado somente na unidade Palermo (Cerâmica Portinari próximo de Criciúma), constituído por siltitos cinza e argilitos esverdeados, apresentou pelo menos três entradas de água. A capacidade específica de $0,26 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, o nível estático raso de 6,0 m e a vazão de $9,3 \text{ m}^3/\text{h}$ pressupõe a existência de fraturas, pois a produtividade é alta para litologias exclusivamente pelíticas. A pequena quantidade de poços perfurados neste sistema aquífero, não permite uma avaliação precisa da qualidade das águas, especialmente quando existe contribuição de dois aquíferos. Os dados disponíveis indicam uma baixa mineralização, da ordem de 200 a 300 mg/L e problemas relacionados com teores mais elevados de ferro.

Unidade Hidroestratigráfica Irati

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Irati possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Palermo. tem sua área de ocorrência ao norte começando no município de Mafra, onde a largura da faixa de exposição alcança os 3 km. Essa largura se reduz a pouco mais de 0,5 km em quase todo o restante do Estado e apenas nos municípios de Siderópolis e Nova Veneza, na região carbonífera, volta a apresentar valores próximos de 3 km (Figura 12). Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se por apresentar dois conjuntos litológicos em suas porções inferior e superior, de modo que, utilizando-se os nomes consagrados pela geologia do Gondwana estaria subdividida nas subunidades Taquaral e Assistência.



Figura 12 - Detalhe das intercalações entre folhelhos negros intemperizados e leitões centimétricos de margá da Unidade Hidroestratigráfica Irati, na BR-116 no município de Itaiópolis.

Muito comuns são as intrusões de diabásio, em forma de *sills* e diques fraturados, que eventualmente alcançam a dezenas de metros, contribuindo para o incremento das reservas do aquífero.

Dois perfurações no município de Nova Veneza, ao sul do Estado junto da região carbonífera, respectivamente com 37,0 e 31,2 m, atravessaram litologias típicas da unidade Irati. A presença de folhelhos escuros, endurecidos, afetados termicamente por intrusões de diabásio, contrasta com a produção obtida dos poços, com vazões entre 16,0 e 20,5 m³/h e rebaixamentos entre 1,0 e 1,5 m. Poços com níveis estáticos próximos da superfície (2 m) e alta capacidade específica são incompatíveis com litologias predominantemente pelíticas. Provavelmente a produção dos poços seja devida ao fraturamento associado com a intrusão de *sills* de diabásio.

Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A área de ocorrência da Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta ao norte começa no município de Mafra, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 8 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura de 2 km nas proximidades da região carbonífera (Figura 13). Desta região até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ocorre somente em subsuperfície.

Na área estudada as litologias compreendem uma sequência de folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, tendo como principal estrutura a fratura conchoidal. Quando intemperizados mostram cores cinza-claro a cinza-esverdeado, e amareladas. Localmente, contêm lentes e concreções calcíferas, que na região entre os municípios de Salete e Rio do Campo constituem-se em camadas de calcário oolítico acinzentado, com extensa continuidade lateral e espessuras de até 3,5 m.



Figura 13 - Folhelhos cinza escuros alterados e com intensa fissilidade da Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta, na BR-282 no município de Lages.

No município de Bom Retiro um poço com 136,0 m possui uma vazão de 5,0 m³/h, com um nível estático de 5,20 m e uma capacidade específica de 0,3 m³/h/m. No município de Três Barras, o poço com profundidade de 100 m e uma vazão de 8,8 m³/h, possui nível estático de 10,3 m e grande rebaixamento que resulta em uma capacidade específica de 0,14 m³/h/m. Estes valores podem ser considerados como máximos, já que em geral são observados valores mais reduzidos para as capacidades específicas dos poços.

Unidade Hidroestratigráfica Teresina

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

Esta unidade possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta. A área de ocorrência da Unidade Hidroestratigráfica Teresina ao norte começa no município de Mafra, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 12 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura entre 1 e 2 km ao norte da região carbonífera (Figura 14). Na área estudada, as litologias são constituídas por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros. Quando alterada, esta unidade mostra cores diversificadas em tons creme, violáceos, bordôs e avermelhados.

Existem pelo menos duas áreas no Estado cujas condições geológicas e geomorfológicas permitem uma ocorrência de melhores características hidrogeológicas. A primeira localiza-se na região central do Estado, no denominado Domo de Lages, entre os municípios de Otacílio Costa e Lages; a segunda situa-se entre os municípios de Papanduva e Canoinhas, na região norte do Estado.



Figura 14 - Siltitos argilosos e arenitos muito finos fraturados da Unidade Hidroestratigráfica Teresina entre os municípios de Bocaina do Sul e Rio Rufino.

No município de Papanduva, um poço com 60 m de profundidade captou uma vazão de 10,15 m³/h. Com um nível estático de 9,09 m, sua capacidade específica foi de 0,26 m³/h/m. No município de Lages, um poço com 82,0 m obteve uma vazão de 6,5 m³/h. Com um nível estático de 22,8 m e para essa vazão, sua capacidade específica alcançou o valor de 0,56 m³/h/m.

Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto distribui-se ao longo da faixa de afloramentos das rochas sedimentares gonduânicas, assentando-se diretamente sobre a unidade Teresina, e na sua porção superior em contato exclusivamente com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu. Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se por apresentar diferentes conjuntos litológicos em suas porções inferior e superior, de modo que, utilizando-se os nomes consagrados pela geologia do Gonduana estaria subdividida nas subunidades Serrinha e Morro Pelado (Figura 15).



Figura 15 - Intercalações de camadas areníticas e silticas consolidadas e fraturadas na BR-116 em Monte Castelo.

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto apresenta um comportamento hidrogeológico bastante distinto entre a sua faixa aflorante e as porções confinadas em direção ao centro da bacia. Ao norte do Estado já próximo da divisa com o Paraná, apresenta uma grande área de exposição que vai dos municípios de Canoinhas até Porto União. Neste município um poço com 120 metros e vazão captada de 8,8 m³/h, apresentou uma capacidade específica de 0,39 m³/h/m. Com relação à qualidade das águas, raramente ultrapassam a 150 mg/L de sais totais e o pH varia de ácido à levemente alcalino.

Do município de São Cristóvão do Sul até próximo de Bom Retiro situa-se uma grande área de exposição da porção aquífera desta unidade, resultante dos esforços tectônicos da intrusão alcalina de Lages e também dos efeitos originados dos processos de levantamento da Serra do Mar. No Distrito Industrial de Lages, um poço de 172 m atravessando a unidade Botucatu improdutiva, captou 31,6 m³/h para uma capacidade específica de 1,09 m³/h/m e um nível estático profundo de 54,15 m; outro poço tubular em Urubici com 112 m de profundidade captou vazão de 15 m³/h para uma capacidade específica de 1,70 m³/h/m. A qualidade química das águas é boa para abastecimento público, agrícola e industrial. O teor de sólidos totais (TSD) é variável de 150 a 450 mg/L, o pH de ácido à levemente alcalino.

Ao sul da região carbonífera até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, o topo da unidade gradualmente volta a aproximar-se do nível do mar, quando então é capeada por sedimentos cenozóicos marinhos. Um poço típico desta unidade foi perfurado na zona urbana de Jacinto Machado, com uma profundidade de 104 m. Com uma vazão de 25 m³/h para um rebaixamento de 9 m e capacidade específica de 2,77 m³/h/m, confirma-se esta área entre as de maior potencialidade desta unidade no Estado.

No município de Treze Tílias, um poço profundo com 750 m de profundidade atravessou 255 m de litologias desta unidade. Para uma vazão de 95,70 m³/h a capacidade específica foi de 1,70 m³/h/m. Os parâmetros hidrodinâmicos confirmam a condição de aquífero confinado, com valores para o coeficiente de armazenamento de $9,7 \times 10^{-4}$, transmissividade de 49,87 m²/dia e condutividade hidráulica de 0,24 m/dia. O poço de São João do Oeste, com profundidade de 1.376 m apresentou vazão de 106,98 m³/h para uma capacidade específica de 1,29 m³/h/m e 101 m de espessura atravessada. Os parâmetros hidrodinâmicos indicam um coeficiente de armazenamento elástico de $3,5 \times 10^{-4}$, transmissividade de 39,80 m²/dia e condutividade hidráulica de 0,37 m/dia. Estes valores podem ser considerados típicos para a unidade e mostram a grande potencialidade hidrogeológica dela.

No poço de Treze Tílias o teor de sais totais variou de 306 a 357 mg/L e o pH de 9,5 a 9,78, indicando alta alcalinidade. As temperaturas variaram de 29,5 a 32,0 °C. No poço de São João do Oeste a salinidade variou de 3.834 até 4.425 mg/L e o pH de 7,3 a 7,7. A temperatura, devido à grande profundidade do aquífero, alcançou a 50,0 °C.

Unidade Hidroestratigráfica Piramboia

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia ocorre apenas em subsuperfície, não tendo sido encontrada na faixa de afloramentos, onde a unicamente a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu assenta-se diretamente sobre o Rio do Rasto. Rochas arenosas desta unidade localizam-se de São Joaquim até a região norte do Estado, sendo encontradas também no extremo oeste do Estado, como constatado no poço profundo perfurado pela CPRM para a CASAN no município de São Miguel do Oeste. Na área estudada as litologias estão representadas por arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados e róseos, médios a muito finos, raramente grossos, regularmente classificados, síltico-

argilosos, quartzosos, com grãos subarredondados, e intercalações de siltitos e argilitos. Raramente ocorrem arenitos conglomeráticos, com matriz argilosa.

Ela forma um sistema aquífero quando associada com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, sendo esta sua única forma de captação em Santa Catarina. Desta unidade são esperados valores menores de condutividade hidráulica e transmissividade quando comparadas com as litologias de características mais homogêneas da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu. Do mesmo modo são esperados menores valores de armazenamento elástico assim como a presença maior de litologias pelíticas dificulta o fluxo subterrâneo, resultando daí um incremento de salinidade.

Unidade Hidroestratigráfica Botucatu

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta diretamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto. De maneira ininterrupta, localizam-se suas litologias do município de Praia Grande até o Domo de Lages e daí, em uma direção N-NW até o município de Porto União. Conjuntamente com a Unidade Hidroestratigráfica Piramboia, compõem o Sistema Aquífero Guarani como mostrado no perfil geofísico de poço (Figura 16).

Apesar desta ampla distribuição, em alguns poços não existem registros de litologias dessa unidade, onde então os derrames vulcânicos estão em contato direto com as litologias siltico-arenosas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto.

Na área estudada as litologias são constituídas por pacote homogêneo de quartzo-arenitos e subarcóseos bimodais, médios a finos, localmente grossos, com grãos arredondados ou subarredondados, com grau de seleção bom a muito bom, maturidade textural variando de maturo a supermaturo, foscas, muito friáveis ou consolidadas (Figura 17). Localmente podem ocorrer arenitos argilosos, mas sempre com uma porcentagem de material siltico-argilosos inferior a 5%. Apresentam desde cor cinza-avermelhado a rosada e até tons bege e é frequente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso, especialmente nas áreas de afloramento, onde mostra formas de relevo bastante típicas, como no caso da região de Pedras Brancas em Lages.

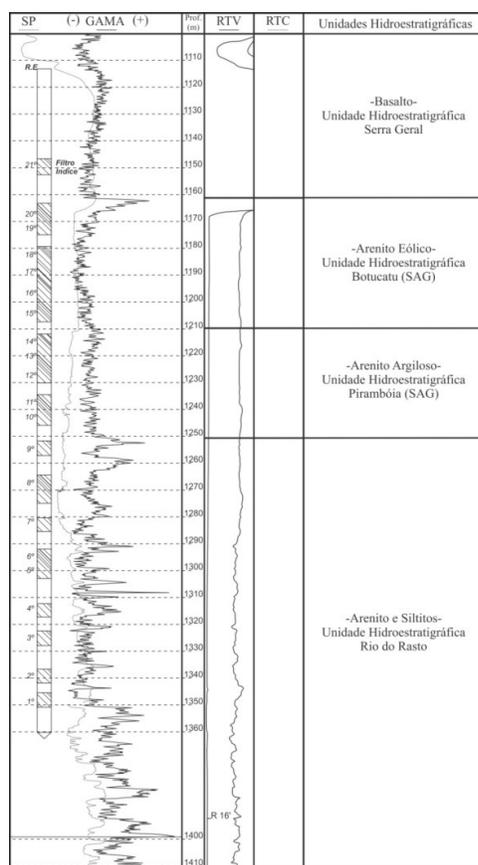


Figura 16 - Perfil geofísico da correlação entre as Unidades Hidroestratigráficas Pirambóia, Botucatu e Rio do Rasto em poço de São Miguel do Oeste.



Figura 17 - Afloramento de arenitos médios e eólicos ao sul do município de Lages.

Por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, as Unidades Hidroestratigráficas Pirambóia e Botucatu constituem um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, o Sistema Aquífero Guarani.

Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral, corresponde a 49,73% da área do Estado de Santa Catarina, é formada por uma grande diversidade de rochas vulcânicas de composição básica e ácida

que constituem a Serra Geral, as quais possuem duas características hidrogeológicas importantes: suas litologias fraturadas comportam-se como aquíferos e atuam como confinante das Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu, que correspondem ao Sistema Aquífero Guarani. Ela possui uma extensa área de afloramentos que se destaca na topografia, geralmente com grandes altitudes. A unidade possui uma extensa faixa de afloramentos, cuja área de ocorrência ao norte começa na divisa com o Estado do Paraná, ocupando da porção central até o extremo oeste do Estado, com largura que supera a 300 km, sendo que seu limite sul ocupa quase integralmente a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul. Sua forma de ocorrência, a distribuição espacial de suas estruturas intra e interderrames e os estágios múltiplos de sua formação imprimem a este aquífero uma notável e peculiar heterogeneidade e anisotropia física.

As rochas vulcânicas desta região são constituídas predominantemente por derrames basálticos, intercalando na porção médio-superior da coluna manifestações ácidas subordinadas (riolitos e riolacitos), em pelo menos dois níveis distintos. São reconhecidas, ainda, manifestações hipabissais na forma de diques e soleiras intrudidas nas rochas do embasamento cristalino e nos sedimentos gonduânicos subjacentes (Freitas *et al.*, 2003). O grande problema para a subdivisão estratigráfica deste pacote de rochas, que cerca de 1.500 m de espessura, reside na quase ausência de níveis-guia, com características mesoscópicas distintas e de expressiva continuidade lateral (Figura 18).

Os termos ácidos podem ser representados por dacitos, riolacitos e traquitos porfíricos assentados sobre arenitos *intertrapps* e autobrechas. Riolitos e riolacitos afíricos com disjunção horizontal podem apresentar feições de fluxo bem pronunciadas. Dacitos afíricos de cor cinza esverdeada intercalam zonas amigdalóides ricas em calcita.



Figura 18 - Afloramento de derrame básico alterado e fraturado no município de Lages.

São constantes em toda a área de ocorrência desta unidade, lentes e camadas de arenitos *intertrapps*.

A condição de ocorrência da água subterrânea na Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral é de aquífero livre, pelo menos no caso das primeiras entradas de água, podendo com o avanço da perfuração, desenvolver condições de aquífero confinado, com grande variação nos níveis potenciométricos das fraturas e casos de poços jorrantes. Seu comportamento hidrodinâmico é extremamente variável e depende de aspectos topográficos, geomorfológicos e tectônicos. A condutividade hidráulica, como parâmetro hidrodinâmico fundamental, é muito variável e de complexa avaliação e previsão, devido ao meio ser normalmente heterogêneo e anisotrópico. Sua expressão regional, tanto em superfície como em profundidade e suas condições de armazenamento e circulação da água lhe conferem propriedades hidrogeológicas diferenciadas e de grande interesse social e econômico.

Dentre os mais importantes trabalhos realizados na região dos derrames basálticos do Estado, destaca-se o projeto PROESC (Projeto Oeste de Santa Catarina) desenvolvido pela CPRM em parceria com a SDM e Epagri. Publicado em 2003, o Projeto foi realizado a partir de estudos multidisciplinares de mapeamento geológico, cadastramento de poços tubulares, estudos hidrológicos, climatológicos e hidroquímicos.

Em termos de vazões constata-se que:

- i. 31,83% possuem vazões inferiores a $1\text{ m}^3/\text{h}$;
- ii. 19,36% entre 1 e $5\text{ m}^3/\text{h}$;

- iii. 18,17% entre 5 e 10 m³/h;
- iv. 21,08% entre 10 e 20 m³/h, e
- v. 9,56% maiores que 20 m³/h.

Consta serem as capacidades específicas muito variáveis, existindo poços não produtivos próximos de outros com excelentes vazões. Predominam poços com capacidades específicas entre 0,5 e 4 m³/h/m, e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a 4 m³/h/m.

As condutividades elétricas das águas variam de 40 a mais de 2.000 µS/cm. As áreas de recarga possuem teores de sais totais que raramente ultrapassam a 100 mg/L e as áreas de circulação também possuem baixa salinidade na ordem de 100 a 400 mg/L. Os valores de sulfato e de cloreto inserem-se dentro de padrões de potabilidade, superando-os em apenas poços em que houve mistura de águas com aquíferos subjacentes. Quanto aos fluoretos, poucos poços apresentaram teores superiores aos recomendáveis. Uma pequena parcela de poços apresenta problemas de excesso de ferro, com um máximo de 5,6 mg/L, e concentrações excessivas de manganês, com valor extremos de 5,7 mg/L.

Esta unidade apresenta diferentes tipos químicos de águas, prevalecendo as bicarbonatadas cálcicas seguidas das bicarbonatadas sódicas. Em zonas de maior tempo de residência ou que foram afetadas por mistura de água de outros aquíferos ocorrem fácies químicas clorosulfatadas sódicas.

Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas é composta por uma grande diversidade de rochas ígneas intrusivas na sequência gonduânica. Ela possui uma série dispersa de afloramentos que se destaca na topografia, eventualmente com altitudes entre 1.100 e 1.250 m. A unidade possui uma pequena região de exposição no Domo de Lages.

As litologias são constituídas por rochas alcalinas leucocráticas, rochas ultrabásicas alcalinas, carbonatitos e brechas vulcânicas intrusivas nas camadas sedimentares gonduânicas (Figura 19).

São encontrados importantes fraturamentos e falhamentos, visíveis em afloramentos, que podem contribuir significativamente para a recarga natural pela precipitação. A ausência de perfurações não permite determinar com precisão a potencialidade aquífera, porém o condicionamento geomorfológico, e as grandes altitudes e altas declividades indicam que as condições de armazenamento e de fluxo subterrâneo são desfavoráveis para a existência de água subterrânea significativa.



Figura 19 - Afloramento de rochas alcalinas capeadas por siltitos da Unidade Hidroestratigráfica Teresina, ao lado da BR-282, no município de Lages.

Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Cenozóicos

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Cenozóicos distribui-se por toda a faixa litorânea atlântica, assentando-se diretamente sobre unidades pré-cambrianas e terrenos gonduânicos. Sua área de ocorrência costeira é praticamente contínua, com interrupções pouco significativas geralmente relacionadas com unidades do embasamento cristalino. Esta unidade hidroestratigráfica, devido às suas diversas condições deposicionais, apresenta diferentes conjuntos litológicos, como sistema de leques aluviais que ocorreu provavelmente no Terciário, depósitos flúvio-deltaico-marinhos correspondem a lentes e leitos de sedimentação clástica que se apresentam interdigitados (região de Tubarão/Laguna). Os fácies sedimentares da barreira pleistocênica são interpretadas como originadas em ambiente praias e marinho raso, recobertas por sedimentação eólica. Os sedimentos praias marinhos são constituídos por areias quartzosas, finas a médias, de coloração amarelo claro até acastanhado. Os sedimentos eólicos que os recobrem compõem-se de areias quartzosas, bimodais, de coloração amarelo-acastanhado até avermelhado, muitas vezes enriquecidas em matriz secundária composta por argilas e óxidos de ferro.

Na porção norte do Estado esta unidade está mais bem representada entre os municípios de Barra Velha e Itapoá na divisa com o Estado do Paraná. Sua profundidade é em média 60 m e seu perfil litológico uma intercalação predominante de sedimentos arenosos finos a médios inconsolidados e argilas subordinadas.

As melhores condições aquíferas desta unidade encontram-se no município de Balneário Barra do Sul. Ali, poços de propriedade da CASAN apresentam vazões que alcançam a 90 m³/h. Um poço com 44 m de profundidade apresentou uma vazão de 65,45 m³/h para um rebaixamento de 13,75 m. A capacidade específica de 4,76 m³/h/m indica uma alta potencialidade hidrogeológica.

Com relação à qualidade química, as águas dos poços profundos apresentam baixa salinidade, da ordem de 150 mg/L e pH levemente alcalino. Em Itapoá nas proximidades da costa um poço profundo apresentou condutividade elétrica de 1.103,00 µS/cm mostrando possível intrusão marinha com mistura das águas do aquífero. O pH também é levemente alcalino e os teores de ferro e gás sulfídrico (H₂S) podem ser elevados. Deve ser considerada, na gestão desses aquíferos, a sua elevada vulnerabilidade, pela sua litologia, níveis de água muito próximos da superfície e sua condição de recarga. É elevado o risco de contaminação pela falta de saneamento ambiental. Estas mesmas condições hidrogeológicas ocorrem na Ilha de Santa Catarina. Os poços construídos em localidades como Praia dos Ingleses, Campeche, Canasvieiras e outras apresentam-se muito produtivos, pois o aquífero apresenta excelente condutividade hidráulica. Este aquífero foi estudado em detalhe na região do município de Laguna, pelo fato de participar no abastecimento público dessa cidade (Figura 20). Os poços apresentam uma capacidade específica alta, de 6 m³/h/m, podendo fornecer vazões superiores a 30 m³/h. As constantes hidrodinâmicas obtidas do Relatório Técnico do IPT (Santos, 1975) indicam valores de transmissividade (T) de 199,7 m²/dia, porosidade eficaz de 4,6 x 10⁻² e condutividade hidráulica (K) de 6,66 m/dia.

As águas deste aquífero apresentam pH de ácido a alcalino (5,5 a 7,7), com predomínio de águas com pH neutro. São ligeiramente duras a moderadamente duras. Como consequência, o teor de sólidos totais dissolvidos normalmente é superior a 200 mg/L, sem, no entanto, ultrapassar a 400 mg/L. O ferro sempre está presente em teores muito variáveis, mas na maioria dos poços é maior que 0,3 mg/L, especialmente em pequenas profundidades, quando o aquífero é captado através de ponteiros.

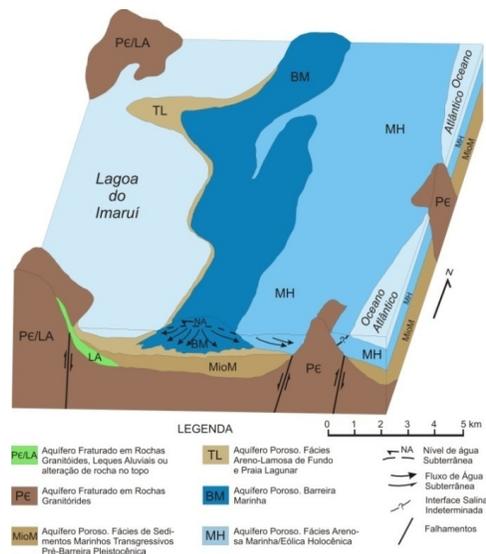


Figura 20 - Sistema hidrogeológico Barreira Marinha e aquíferos associados no município de Laguna. (Machado, J.L.F., 1996 modificado)

CONCLUSÕES

No Estado de Santa Catarina existem três tipos básicos de aquíferos: poroso intergranular, poroso por faturamento e poroso por faturamento/dissolução (carste). As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas intergranulares são: Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu e Sedimentos Cenozóicos. As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas por fraturamento são: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Serra Geral e Alcalinas. As demais unidades hidroestratigráficas podem possuir porosidades intergranulares e por fraturamento variáveis dependendo do grau de diagênese e compactação de suas litologias. A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino possui um aquífero cárstico associado aos xistos e metacalcários do Grupo Brusque.

As melhores condições de ocorrência de água subterrânea no Estado estão nas áreas de rochas vulcânicas, rochas sedimentares areníticas do Sistema Aquífero Guarani e nos aquíferos associados com os sedimentos cenozóicos litorâneos. As piores condições de ocorrência de água subterrânea no Estado estão nas áreas de embasamento cristalino, rochas sedimentares eo-paleozóicas e de algumas formações permianas em condições topo-estruturais desfavoráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F. (Orgs.). **Projeto Oeste de Santa Catarina - PROESC**: diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: CPRM, 2002. 1 CD-ROM. Convênio CPRM; Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Secretaria de Estado do desenvolvimento e Extensão Rural e Agricultura; EPAGRI.

MACHADO, J. L. F.; LIMA, J. E. S.; PERUFFO, N. **Projeto Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos decorrentes da Extração do Carvão Mineral**. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1984. 2 v.

JORGENSEN D. G.; HELGESON J. O.; IMES J. L. Aquifer Systems underlying Kansas, Nebraska, and parts of Arkansas, Colorado, Missouri, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas and Wyoming - Geohydrologic framework. **U.S. Geological Survey, Professional Paper 1414-B**, 1993. 238 p.

LANEY R. L.; DAVIDSON C. R. Aquifer-nomenclature guidelines. **U.S. Geological Survey, Open-file Report**, 86-534, 1986. 46 p.

MACHADO, J. L. F. Contribuição à Hidrogeologia dos Sedimentos Cenozóicos da Região Sul do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 9., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: ABRH, 1996.

MACHADO J. L. F. (Coord.) **Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes**. Porto Alegre, CPRM/MERCOSUL- Subgrupo de Trabalho 2 - SGT2. Comissão Temática de Geologia e Recursos Minerais, 2000. 1 mapa.

MACHADO, J. L. F. Mapa Hidrogeológico da Folha de Criciúma, Escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM, 2000, In: SILVA, Marco Aurélio Schneiders da; LEITES, Sérgio Reali. **Criciúma – Folha SH.22-X-B**: Estado de Santa Catarina; Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. 1 CD-ROM. Projeto de Mapeamento Geológico, Metalogenético Sistemático; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB

MACHADO, J. L. F. **Compartimentação Espacial e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul**. 2005. 237 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2005.

MACHADO, J. L. F. **Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2013. 1 CD-ROM. Escala 1:500.000. Cartas Hidrogeológicas Estaduais. Programa Disponibilidade Hídrica no Brasil

MAXEY G. B. Hydrostratigraphic units. **Journal of Hydrology**, v.2, p.124-129, 1964.

POLAND J. F.; LOFGREN B. E.; RILEY F. S. Glossary of selected terms useful in studies in the mechanisms of the aquifer systems and land subsidence due to fluid withdrawal. **U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper**, n. 2025, 1972, 9 p.

SANTOS, J. P. **Estudos Hidrogeológicos para o Abastecimento de Água da Cidade de Laguna – SC**. São Paulo: IPT; CASAN, 1975. (Relatório 8002).

STRUCKMEIER, W. F.; MARGAT, J. **Hydrogeological Maps: a guide and a standart legend**. Hanover. Heise: International Association of Hydrogeologists, 1995. 177 p.

SEABER, P. R. 1982. Definition of hydrostratigraphic units. 2nd Annual Symposium on Florida Hydrogeology, Northwest Florida Water Management District. *Public Information Bulletin*, **82** (3):25-26.

SEABER, P. R. 1986. Evolution of Classification and Nomenclature of Hydrogeologic Units. *EOS* **67** (16):28.

SEABER, P. R. Hydrostratigraphic Units. In: ROSENSHEIN: J. S., SEABER P. R. (Eds.) **Hydrogeology: the geology of North America**. Boulder, CO.: W. Back/Geological Society of America, 1988. p. 9-14.