

## **AS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS BOTUCATU/PIRAMBOIA (SAG) E RIO DO RASTO EM SANTA CATARINA**

*José Luiz Flores Machado<sup>1</sup>*

**Resumo.** Este trabalho trata da distribuição das Unidades Hidroestratigráficas Rio do Rasto, Piramboia e Botucatu no mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina, na escala 1:500.000. O produto final será um mapa de integração, composto por 10 mapas de trabalho em escala 1:250.000 das regiões hidrográficas do estado. A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto nas áreas aflorantes apresenta capacidades específicas geralmente inferiores a 1,0 m<sup>3</sup>/h/m. Nas porções confinadas os valores superam a 1,5 m<sup>3</sup>/h/m. A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia ocorre apenas em subsuperfície e sua distribuição não é homogênea, podendo faltar seu registro na coluna estratigráfica de alguns poços. Ela forma o Sistema Aquífero Guarani (SAG) quando associada com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, sendo esta sua única forma de captação em Santa Catarina. A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu apresenta estreita área de exposição e pouca espessura na região de afloramento, com pacotes arenosos que raramente ultrapassam a 70 m de espessura, e os poços que aí captam a água subterrânea são sempre pouco produtivos, apresentando vazões insignificantes quando comparados com os poços em que os arenitos estão confinados. Em maiores profundidades apresenta capacidades específicas superiores a 5,0 m<sup>3</sup>/h/m, maior teor de sais e presença de águas termais.

**Palavras-Chave:** Unidades Hidroestratigráficas, Botucatu/Piramboia, Rio do Rasto.

## **THE BOTUCATU/PIRAMBOIA (GAS) AND RIO DO RASTO HYDROSTRATIGRAPHIC UNITS IN SANTA CATARINA STATE**

**Abstract.** This paper addresses the distribution of Rio do Rasto, Piramboia and Botucatu Hydrostratigraphic Units in Hydrogeological Map of the State of Santa Catarina, 1:500,000 scale, in GIS environment. The final product will be an integration map of, composed of 10 maps in scale 1:250,000 of river basin districts of the state. The Rio do Rasto Hydrostratigraphic Unit in outcrops presents specific capacities usually less than 1.0 m<sup>3</sup>/h/m. In confined portions the values exceed the 1.5 m<sup>3</sup>/h/m. The Piramboia Hydrostratigraphic Unit occurs only in the subsurface and its distribution is not homogeneous and may miss your registry in the stratigraphic column of some wells. It forms the Guarani Aquifer System (GAS) when associated with the Botucatu Hydrostratigraphic Unit, which is its only form of occurrence in Santa Catarina. The Botucatu Hydrostratigraphic Unit presents little exhibition and thickness area in outcrop, with sandy packages that rarely exceed the 70 m thick, and the wells that capture the ground water are always unproductive, showing insignificant flows compared to the wells in which the sandstones are confined. At greater depths presents specific capacities greater than 5.0 m<sup>3</sup>/h/m, highest content of salts and presence of thermal waters.

**Keywords:** Hydrostratigraphics Units, Botucatu/Piramboia, Rio do Rasto.

<sup>1</sup> 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](mailto:jose.machado@cprm.gov.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo resulta dos trabalhos executados durante o Mapeamento Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina. Este projeto corresponde a um convênio firmado entre a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS, do Governo de Santa Catarina, com a CPRM/Serviço Geológico do Brasil para o mapeamento das águas subterrâneas do Estado na escala 1:500.000 (Machado, J.L.F., 2013).

O mapeamento hidrogeológico proporcionou um melhor conhecimento sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto, em especial, em sua porção confinada pelo Sistema Aquífero Guarani. Este grande sistema hídrico subterrâneo em Santa Catarina é constituído pelas Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, na porção confinada pelos derrames basálticos e somente pela Unidade Hidroestratigráfica Botucatu em áreas de afloramento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do mapa seguiu os procedimentos clássicos, adaptados para as condições vigentes relacionadas à quantidade e qualidade dos dados disponíveis. O mapa hidrogeológico envolveu a coleta, compilação, análise e interpretação dos dados. 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, além de 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. A localização da área abordada neste texto está associada com a distribuição do Sistema Aquífero Guarani no estado de Santa Catarina (Figura 1).

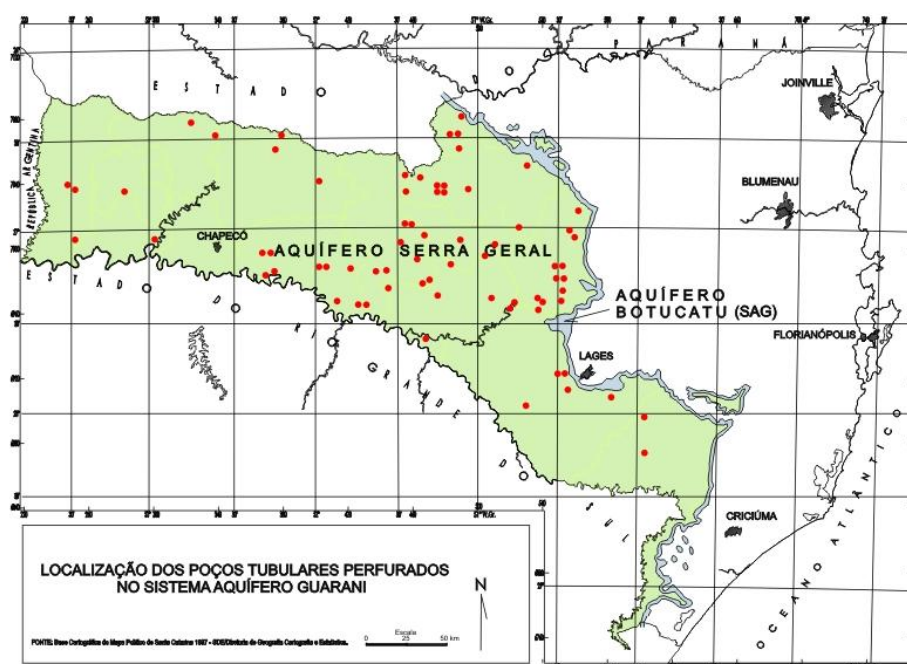


Figura 1 - Área pesquisada e poços tubulares profundos interpretados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA RIO DO RASTO

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, sendo sua área de ocorrência contínua em todo o Estado. 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 Gondwana estaria subdividida nas subunidades Serrinha e Morro Pelado.

Na área estudada, as litologias da subunidade Serrinha são constituídas por arenitos finos, bem selecionados, intercalados com siltitos e argilitos cinza-esverdeados, amarronzados, bordôs e avermelhados, podendo localmente conter lentes ou horizontes de calcário margoso. As camadas arenosas raramente ultrapassam os 100 m de espessura nas áreas aflorantes, entretanto, em subsuperfície pode apresentar valores superiores a 250 m.

Com relação às litologias da subunidade Morro Pelado, elas são constituídas por lentes de arenitos finos, avermelhados, intercalados com siltitos e argilitos arroxeados. O pacote sedimentar mostra também cores em tonalidades verdes, chocolate, amareladas e esbranquiçadas e raramente ultrapassa os 100 m de espessura nas áreas aflorantes, entretanto, em subsuperfície pode apresentar valores superiores a 250 m.

Quanto às relações de contato, através dos perfis geofísicos e das descrições litológicas dos perfis de sondagem, verifica-se que o contato inferior com a Unidade Hidroestratigráfica Teresina é tipicamente transicional. O contato superior, com as Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu é dado por uma superfície de brusca mudança textural, que marca uma discordância erosiva (Figura 2).

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. A condição de aquífero com fluxo poroso intergranular é quase exclusiva para as porções de maior confinamento, sendo que nas áreas aflorantes, devido ao grau de consolidação dos arenitos, funciona também como um aquífero poroso fraturado. Nas áreas aflorantes, seu comportamento hidráulico é de aquífero livre a semiconfinado, por vezes com grandes rebaixamentos nos poços, enquanto nas áreas em que está recoberto pelo Sistema Aquífero Guarani e pelos derrames da unidade Serra Geral, caracteriza-se pelo confinamento e coeficiente de armazenamento diminuto.

Ao norte do Estado entre os municípios de Canoinhas até Porto União a capacidade específica varia entre 0,3 e 0,5 m<sup>3</sup>/h/m. Os sais totais dissolvidos em média de 150 mg/L e o pH ácido à levemente alcalino, indicam boa qualidade das águas. A partir do município de Monte Castelo até São Cristóvão do Sul seu aproveitamento se dá exclusivamente através de nascentes.

Do município de São Cristóvão do Sul até próximo de Bom Retiro, área de influência da intrusão alcalina de Lages, os valores de capacidade específica variam entre 0,28 m<sup>3</sup>/h/m e 1,70 m<sup>3</sup>/h/m. O teor de sólidos totais (TSD) é de 150 a 450 mg/L, o pH de ácido à levemente alcalino.

Do sul do município de Bom Retiro até a região carbonífera, a altitude do topo da unidade Rio do Rasto atinge de 1.000 a 1.300 m, quase integralmente em áreas desabitadas.

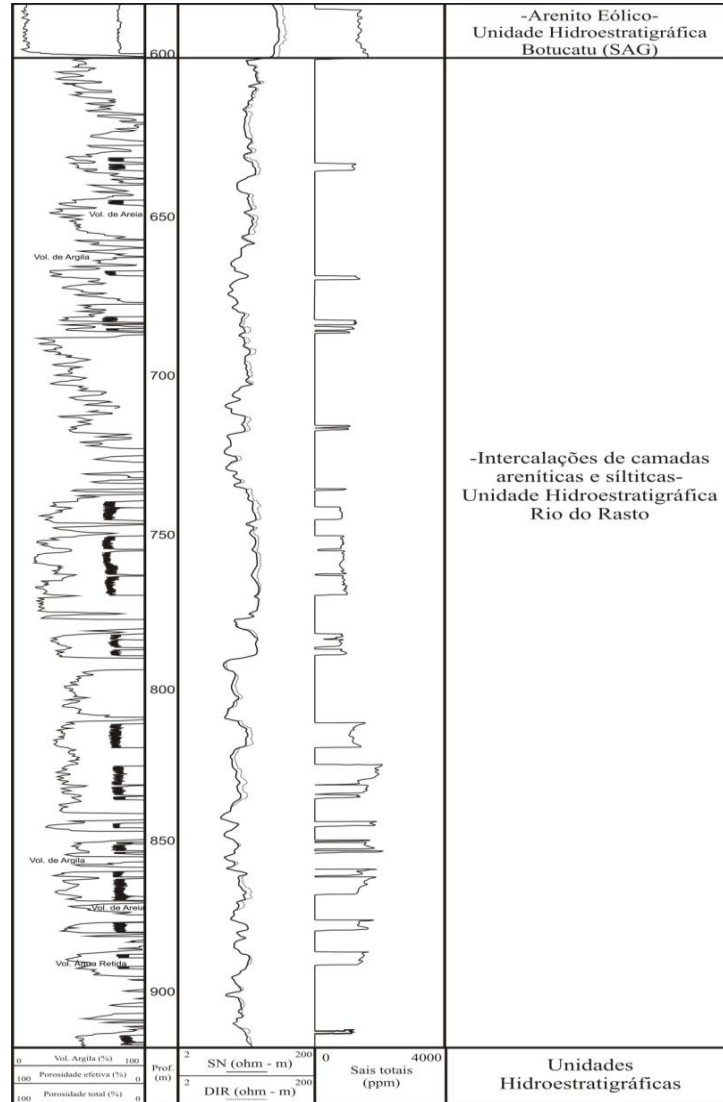


Figura 2 - Perfil geofísico com delimitação das camadas arenosas e aquíferas no poço profundo do Itá Thermas Resort & Spa.

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 m<sup>3</sup>/h para um rebaixamento de 9 m e capacidade específica de 2,77 m<sup>3</sup>/h/m, confirma-se esta área entre as de maior potencialidade desta unidade no Estado.

Das áreas de maiores confinamento e profundidade desta unidade, destacam-se poços tubulares profundos que captaram a unidade confinada pelos derrames basálticos e o Sistema Aquífero Guarani. Os poços profundos perfurados em Treze Tílias e São João do Oeste definem as boas características hidráulicas desta unidade em condições de grande confinamento, com capacidades específicas de 1,70 m<sup>3</sup>/h/m e 1,29 m<sup>3</sup>/h/m respectivamente. As transmissividades

variam de 49,87 m<sup>2</sup>/dia e 39,80 m<sup>2</sup>/dia e o coeficiente de armazenamento de  $9,7 \cdot 10^{-4}$  e  $3,5 \cdot 10^{-4}$ . Estes valores podem ser considerados típicos para a unidade e mostram a grande potencialidade hidrogeológica dela.

A qualidade química das águas desta unidade hidroestratigráfica piora com o aumento da profundidade. 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 °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, indicando possível mistura de águas de outros aquíferos permianos. A temperatura, devido à grande profundidade do aquífero, alcançou mais de 50 °C.

### **3.2. UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA PIRAMBOIA**

A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia ocorre apenas em subsuperfície, não tendo sido encontrada na faixa de afloramentos, onde ocorre unicamente a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, que assenta-se diretamente sobre a unidade Rio do Rasto. Em Santa Catarina as litologias estão representadas por arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados e róseos, médios a muito finos, raramente grossos, regularmente classificados, siltico-argilosos, quartzosos, com grãos subarredondados, e intercalações de siltitos e argilitos. Raramente ocorrem arenitos conglomeráticos, com matriz argilosa.

Esta sucessão de camadas arenosas de coloração avermelhada a esbranquiçada raramente ultrapassa a 70 m de espessura em subsuperfície, valor que pode não registrar a realidade, pois devido sua amostragem ser muito semelhante às litologias da unidade Botucatu, somente em raros poços totalmente penetrantes e com perfilagem geofísica as medidas podem ser realizadas (Figura 3). Em Santa Catarina, apesar da identificação e individualização desta unidade em relação às demais, o seu modo de ocorrência unicamente em subsuperfície, em regime de confinamento, sendo explotada sempre em conjunto com as litologias que pertencem a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, não permitem uma estimativa mais precisa com relação à suas características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas.

Ela forma o Sistema Aquífero Guarani (SAG) quando associada com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, sendo esta sua única forma de captação em Santa Catarina. As estimativas qualitativas quanto as suas características hidrogeológicas podem ser deduzidas a partir de suas litologias e respostas dos perfis geofísicos Gama, SP, RTC, RTV e Sônico.

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. A captação conjunta das duas unidades aquíferas, entretanto, reflete uma média desses valores e um incremento no potencial do sistema aquífero.

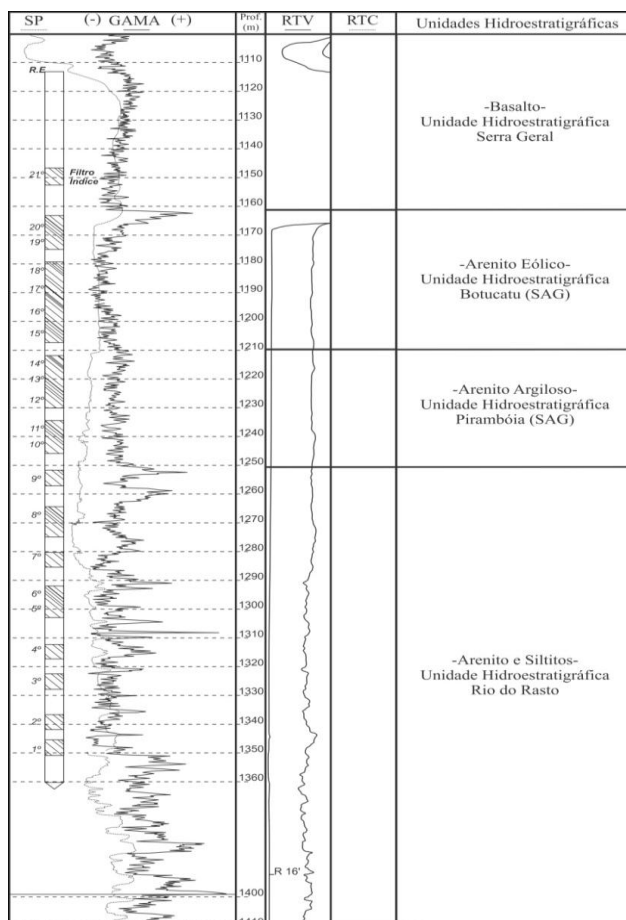


Figura 3 - Perfil geofísico da correlação entre as Unidades Hidroestratigráficas Pirambóia, Botucatu e Rio do Rasto em poço de São Miguel do Oeste.

### 3.3. UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA BOTUCATU

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.

Em Santa Catarina 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 maduro a supermaduro, foscas, muito friáveis ou consolidadas. Localmente podem ocorrer arenitos argilosos, com porcentagem de material siltico-argilosos inferior a 5%. Apresentam desde cor cinza-avermelhado a rosada e até tons bege e é freqüente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso.

Este conjunto de camadas arenosas de coloração predominantemente rosada apresenta variações de espessura entre 50 e 120 m nas áreas de afloramento e raramente ultrapassa a 70 m de espessura em subsuperfície, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional ou erosional, erosão pré-basalto e tectônica sindeposicional (Figura 4). O conjunto duas unidades hidroestratigráficas: Botucatu e Pirambóia formam o Sistema Aquífero Guarani, sendo que nas áreas aflorantes desse sistema aquífero ocorrem exclusivamente litologias correspondentes ao

## Botucatu.

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu apresenta estreita área de exposição e pouca espessura na região de afloramento, com pacotes arenosos que raramente ultrapassam a 70 m de espessura, e os poços que aí captam a água subterrânea são sempre pouco produtivos, apresentando vazões insignificantes quando comparados com os poços em que os arenitos estão confinados.

Em subsuperfície, no regime de confinamento gradativo, de acordo com as maiores profundidades de ocorrência, o sistema aquífero, constituído pelas unidades hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, alcança sua maior potencialidade. Os dados hidrogeológicos, hidrodinâmicos e hidráulicos, apresentados a seguir, não representam médias para o sistema aquífero, mas valores estimados de vazão, transmissividade, condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento, relacionados com os poços localizados nos seguintes municípios: Painel, São Cristóvão do Sul, Timbó Grande, Capinzal, Presidente Castelo Branco, Seara, São Carlos, São Lourenço do Oeste e Maravilha.

As capacidades específicas variam de um mínimo de  $0,11 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  (correspondente ao bloco situado à leste Lages) e um máximo de  $5,83 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  para o bloco situado à oeste deste município, indicando um aumento significativo na capacidade produtiva dos poços.

As transmissividades são baixas no bloco leste ( $3,07 \text{ m}^2/\text{dia}$ ) e alcançam valores significativos no bloco oeste ( $194,21 \text{ m}^2/\text{dia}$ , em regime de grande confinamento), sendo diretamente proporcionais aos valores de condutividade hidráulica para o bloco leste ( $0,04 \text{ m}/\text{dia}$ ) e aqueles maiores do bloco oeste ( $1,73 \text{ m}/\text{dia}$ ). As profundidades dos poços tubulares perfurados na zona confinada variam entre 90 e 1.560 m e o coeficiente de armazenamento elástico varia de  $2,7 \cdot 10^{-4}$  a  $8,0 \cdot 10^{-4}$ .

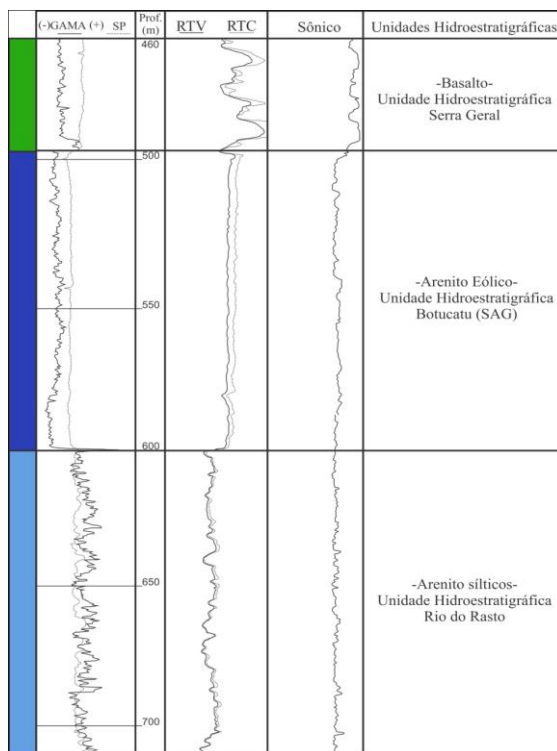


Figura 4 - Perfil geofísico com a correlação entre as Unidades Hidroestratigráficas Botucatu, Serra Geral e Rio do Rasto no poço do Itá Thermas Resort & Spa.

Quanto à qualidade das águas, ela é variável de acordo com o grau de confinamento das unidades hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia. Os valores de salinidade são muito variáveis, com teores de sólidos dissolvidos que iniciam em 60,0 mg/L e alcançam até 1.231 mg/L, nos poços analisados. No bloco oeste, o condicionamento estrutural do Sistema Aquífero Guarani fez com que, por sua localização em grandes profundidades e o efeito do gradiente geotérmico, favorecesse a ocorrência de águas termais.

#### **4. CONCLUSÕES**

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto possui uma grande distribuição no Estado de Santa Catarina, sendo que caracteriza-se por ser um aquífero poroso de média a baixa produtividade em sua região aflorante e em subsuperfície, confinado pelo Sistema Aquífero Guarani (SAG), localmente pode adquirir grande importância hidrogeológica pela quantidade e qualidade das águas.

As Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia constituem o denominado Sistema Aquífero Guarani. Em afloramentos somente ocorrem os arenitos eólicos da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, com escassa potencialidade hidrogeológica. Em subsuperfície estas unidades são confinadas pela Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral.

Por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, as Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu constituem um dos maiores sistemas aquíferos do mundo.

#### **AGRADECIMENTO**

O autor agradece a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - Empresa Pública do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento.

#### **REFERÊNCIAS**

MACHADO, J.L.F. 2013. *Projeto Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina*. Escala 1: 500.000. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Porto Alegre, RS. 1 mapa. CDROM. Inédito.