

## HIDROGEOLOGIA DA BACIA DO RIO TAQUARÍ/ANTAS-RS

**Marcos I. Leão<sup>1</sup> , Nelson O. L. Caicedo<sup>1</sup> e Alfonso Risso<sup>1</sup>**

**Resumo** – O presente trabalho apresenta uma metodologia para a análise hidrogeológica, baseada em dados extraídos de produtos de sensoriamento remoto e dados de campo, e sua interpretação, utilizando-se a técnica de Sistema Geográfico de Informação (SGI). A área estudada localiza-se no Estado do Rio Grande do Sul, na bacia hidrográfica do rio Taquarí. Os aquíferos estudados pertencem ao Grupo São Bento.

---

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS.Av.Bento Gonçalves 9500–Porto Alegre CP. 15029. CEP-91501-970 F:051-316.6655/ 3166416/3166679 – Fax: 051-3166565. E-Mail – [imerio@if1.if.ufrgs.br](mailto:imerio@if1.if.ufrgs.br) / [caicedo@if1.if.ufrgs.br](mailto:caicedo@if1.if.ufrgs.br) / [risso@if1.if.ufrgs.br](mailto:risso@if1.if.ufrgs.br)

**Palavras-chave** – potencialidade, águas subterrâneas, rio Taquarí.

## **INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica do rio Taquarí/Antas ocupa uma área de 26.640 km<sup>2</sup>, dentro do Estado do Rio Grande do Sul. Está situada, aproximadamente, entre as coordenadas 28° 10' e 29° 57' e as coordenadas 49° 58' e 52° 38'. Morfológicamente, a bacia ocupa uma parte da chamada Serra do Planalto, onde predominam as rochas basálticas da Formação Serra Geral, com uma cota máxima, dentro da bacia, em torno dos 1100 metros, com relevo ondulado.

O divisor da bacia, na sua porção leste, está situada na borda escarpada da Serra Geral (Aparados da Serra), coincidindo em parte, com a divisa dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Ao norte, limita-se com a bacia do rio Pelotas, a oeste com a bacia do rio Jacuí e ao sul, com a bacia do rio Guaíba.

Abaixo da Serra do Planalto, está a Encosta da Serra, com vales profundos formados pelos rios que cortam o planalto, e as encostas apresentam degraus íngremes e

planos causados pelos vários derrames de basalto, estando a cota máxima em torno dos 770 metros, podendo ocorrer desníveis da ordem dos 500 metros.

A feição seguinte, é a chamada Terra de Coxilhas, que representa a transição entre o basalto Serra Geral e o arenito Botucatu. O relevo, nessa região é menos íngreme, caracterizando-se por morros e o vale dos rios com aspecto mais largos.

A última feição, que ocupa as cotas mais baixas, não tem relevo acentuado, são as chamadas Várzeas Fluviais.

O rio Taquarí/Antas corre de leste para oeste, e no terço inferior, corre para sul, indo desembocar no rio Jacuí em São Jerônimo, com uma cota em torno dos 35 metros.

### **UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS**

A Bacia Hidrográfica do rio Taquarí/Antas, sob o ponto de vista geológico, situa-se na parte oriental da Bacia do Paraná, e a sequência estratigráfica é semelhante a dos outros Estados situados na porção oriental da mesma (Hausman-1995). A diferença básica, está na geometria estrutural, que é uma condicionante de fundamental importância para os estudos de hidrogeologia, pois determinará as condições de exploração dos aquíferos na região dos derrames basálticos.

Na área da bacia do rio Taquarí/Antas, a sequência litoestratigráfica tem a seguinte configuração:

**-Grupo São Bento**, constituído por:

- *Formação Rosário do Sul* - idade triássica, está representada na área pelo fácies fluvial. É composta por sedimentos argilosos e sedimentos siltsos até sedimentos arenosos. Concreções calcáreas podem ser encontradas nos sedimentos siltsos.

- *Formação Botucatú* - tem idade jurássica, possui estratificação cruzada e é de sedimentação eólica. A granulometria vai de areia fina a média. Esse arenito pode ocorrer na forma de “intertrapps”, com espessuras que podem chegar aos 10 metros. A espessura do arenito pode chegar aos 200 metros.

- *Formação Serra Geral* - constituída pelos Basaltos de idade Jurássico Superior até o Cretáceo Superior, com espessura na região de estudo, entre 700 e 800 metros. O basalto cobre a maior parte da área de estudo.

- **Formação Tupanciretã** - é constituída por arenitos finos de cor vermelha, friáveis, quartzosos, localmente feldspáticos; camadas argilosas e conglomerados basais com seixos de basalto. Sua deposição é de ambiente fluvial, e a idade é Terciária. Essa formação está discordantemente assentada sobre os basaltos da formação Serra Geral.

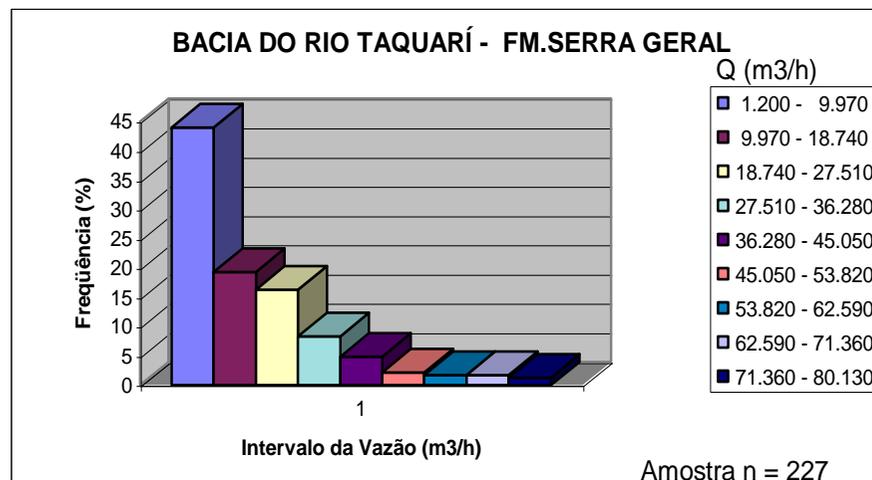
- **Sedimentos Quaternários** - constituído de aluviões argilosos e siltsos, com inclusões arenosas e de saibros. Sua ocorrência mais significativa se restringe aos vales dos rios e arroios.

### **CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DOS AQÜÍFEROS**

O comportamento hidrogeológico dos aquíferos da bacia do Rio Taquari-Antas no Rio Grande do Sul, foi estudado através de perfis litológicos, testes de bombeamento e análises físico-químicas de poços perfurados pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), e pelo Programa de Açudes e Poços (PAP), da Secretaria de Desenvolvimento Regional do Governo do Estado.

Na unidade hidrogeológica das rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, no planalto, ocorrem lineamentos de médio e pequeno porte, orientados principalmente na

direção nordeste. O relevo é pouco dissecado, o manto de alteração apresenta espessura média, variando de 6 a 12 m. A recarga é favorecida pelo manto de alteração, que alimenta os lineamentos de médio e pequeno porte, os quais abastecem as fraturas em profundidade, onde ocorre fluxo turbulento e irregular. Devido ao relevo não dissecado, às grandes altitudes, aos profundos níveis potenciométricos do Sistema Aquífero Botucatu sotoposto, presume-se nesta unidade uma recarga do Sistema Aquífero Botucatu pelo Sistema Aquífero Serra Geral.



**Fig. 1** - Diagrama de freqüências de vazões de poços

A unidade hidrogeológica das rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, no planalto, possui bom potencial aquífero nos lineamentos de médio porte, regular nos lineamentos de pequeno porte e baixo fora destas duas condições. Poços de abastecimento perfurados tanto pela CORSAN como pelo PAP, mostram uma grande

variação na produtividade dos mesmos. Alguns poços chegam a ultrapassar os 50 m<sup>3</sup>/h, mas o valor médio situa-se em torno de 15 m<sup>3</sup>/h. A observação geral da produtividade dos poços das rochas efusivas ácidas do planalto mostra que ao lado de muitos poços com valores que podem ser considerados máximos para a região, há uma série de poços com produção pouco favorável. As diferenças se devem à localização dos poços com relação às falhas e fraturas. A figura 1, mostra o diagrama de freqüências das vazões dos poços para a Formação Serra Geral.

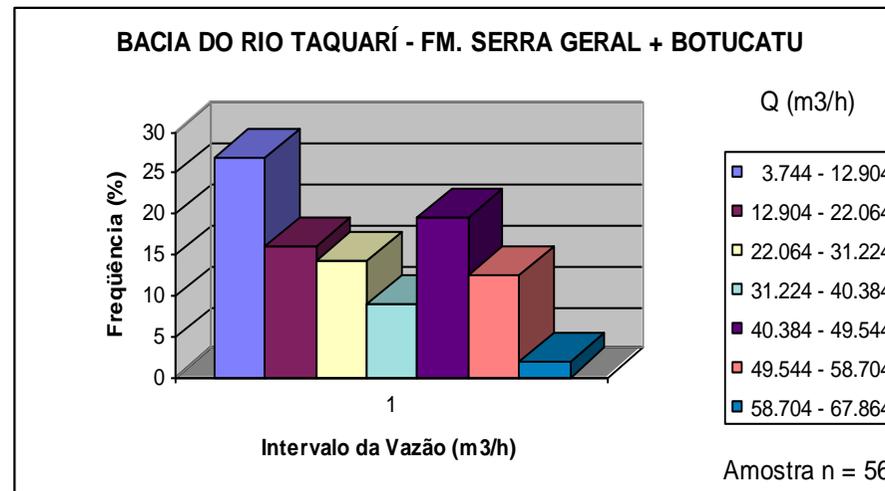
Na unidade hidrogeológica das rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, na encosta do planalto, ocorrem lineamentos de pequeno porte. Os lineamentos de médio porte estão fragmentados pelo forte grau de dissecação do relevo. A orientação é principalmente nordeste. A espessura do manto de alteração é pequena. A convergência destes fatores aponta para uma área de baixo potencial hidrogeológico, já que a capacidade de armazenamento é baixa nos solos pouco espessos, o fluxo é turbulento e a descarga é abundante sob a forma de fontes nos “fronts” dos relevos dissecados. Por outro lado, o alto grau de dissecação do relevo favorece baixas altitudes nos lineamentos, representados por vales profundos. Os níveis potenciométricos do Sistema Aquífero

Botucatu são mais elevados que na unidade anterior. Este fato inverte o fluxo entre os aquíferos Serra Geral e Botucatu com recarga profunda no primeiro pelo segundo.

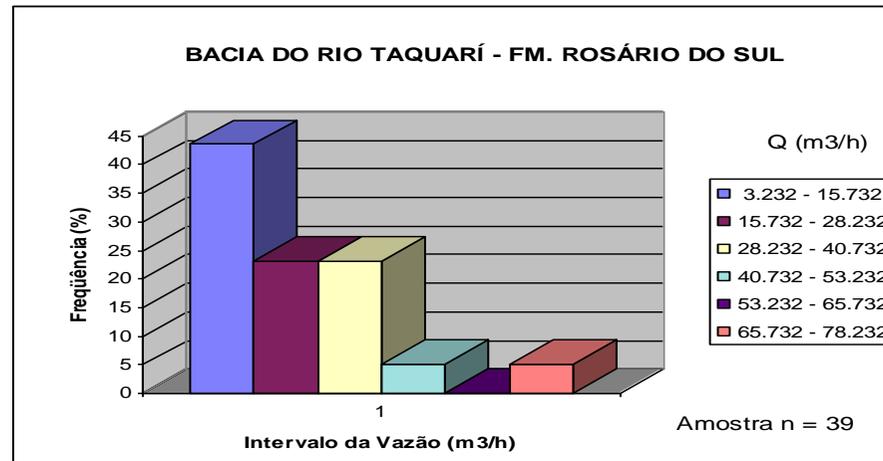
A unidade hidrogeológica das rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, na encosta do planalto, possui baixo potencial aquífero. Eventualmente um lineamento profundo com recarga proveniente do Sistema Aquífero Botucatu pode apresentar altas vazões anômalas na região, ultrapassando descargas de 20 m<sup>3</sup>/h. Em geral a produtividade dos poços raramente ultrapassa o valor de 5m<sup>3</sup>/h, as descargas médias situam-se por baixo desse valor.

Na unidade hidrogeológica do Sistema Aquífero Botucatu, o potencial hidrogeológico é condicionado pela espessura do aquífero, que é pequena devido à amplitude dos processos erosivos seqüenciais desenvolvidos na área. A espessura do arenito vai de 60 a 200 metros. A tendência de aumento de vazão dos poços ocorre a partir do contato da Formação Botucatu com a Formação Rosário do Sul. A região tem uma boa capacidade de retenção das águas freáticas mas, em geral, a condutividade é menor. A declividade das água freáticas na região próxima à superfície em geral é menos pronunciado devido à morforlogia menos escarpada. Existe uma diferença, quanto ao rendimento dos aquíferos, entre os arenitos expostos e os arenitos cobertos por basalto. Nos últimos, o arenito fica

confinado, apresentando maior circulação que no primeiro. Em Teutônia, os poços perfurados diretamente no arenito, apresentam vazões muito menores ( $6,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) que aqueles que apresentam cobertura por basalto ( $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ). A figura 2, mostra o diagrama de freqüência de vazões para a Formação Serra Geral influenciada pelo aquífero Botucatu, onde foram considerados 56 poços como amostra.



**Fig. 2** – Diagrama de freqüências de vazões



**Fig.3** – Diagrama de frequência de vazões dos poços

A unidade hidrogeológica do Sistema Aqüífero Rosário do Sul apresenta rendimentos muito parecidos com os do Sistema Aqüífero Botucatu, sendo às vezes confundido com este último. Entretanto, há lugares onde os poços apresentam excelente rendimento, como é o caso de Venâncio Aires, onde as vazões chegam até 75 m<sup>3</sup>/h, mas o rendimento médio desses poços esta por baixo de 10 m<sup>3</sup>/h. A figura 3, mostra o

diagrama de frequência de vazões dos poços da Formação Rosário do Sul, onde foram utilizados 39 poços como amostra.

Informações disponíveis permitem registrar para a faixa dos Sedimentos Quaternários profundidades médias da ordem de 5 metros para poços rasos que captam água subterrânea em condições livres, cujas vazões médias são da ordem de  $2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Potencialidade das Águas Subterrâneas na Bacia -** Foram analisados digitalmente, por meio de técnicas de Sistema Geográfico de Informações (SIG), aspectos da distribuição espacial de lineamentos, litologia e relevo. Foram introduzidos no SIG, os dados de litologia e relevo, criando-se assim arquivos de pontos geocodificados e georeferenciados. Por meio de interpolações gerou-se as respectivas grades regulares (matrizes), com resolução espacial de  $250 \times 250 \text{ m}$ , constituindo estas duas grades, em planos de informação (PI) relativos à distribuição espacial da litologia e a variação da forma do terreno na área.

A etapa seguinte, foi de classificação dos planos de informação gerados na fase anterior, processo conhecido como “fatiamento”. Classificou-se o PI relativo ao relevo em três classes, as quais foram denominadas de alta (cota acima de  $750 \text{ m}$ ), média ( $450 <$

cota < 750), e baixa (cota abaixo de 450m).

Para integrar os lineamentos à análise, foram introduzidos no SIG, o PI constituído pelos lineamentos, caracterizando desta maneira o tipo de rocha que predomina nessa região, sempre associando a produção dos poços aos lineamentos. Cabe ressaltar que os três PI's (litologia, relevo e lineamentos), foram gerados ou convertidos para uma mesma resolução espacial. Isto significa que as células componentes apresentam dimensões idênticas nos três PI's (250x250m). Tratando-se de um sistema georeferenciado, células correspondentes em cada um dos três PI's cobrem a mesma região geográfica.

Finalmente, foram então analisados, simultaneamente, a variabilidade espacial dos três PI's aqui considerados, isto é, a litologia, o relevo e os lineamentos. A análise georeferenciada permite uma análise espacial e simultânea dos atributos em estudo.

Devido à estrutura do SIG possibilitar o armazenamento dos planos de informação de forma espacialmente interrelacionada, torna possível a realização de operações lógicas ou matemáticas, ponto a ponto, de forma a gerar novos planos derivados. Desta maneira, o cruzamento dos planos de informação possibilita analisar cada célula segundo os diversos atributos analisados nos PI's, apresentando-se como uma ferramenta muito útil no manuseio de elevado volume de informação.

Assim, através do cruzamento, ponto a ponto, toda a grade é analisada, sendo gerada uma grade (imagem temática) resultante do cruzamento dos PI's considerados, onde cada célula desta nova grade é associada a uma classe definida em função das combinações das classes em que esta célula ocupa nos diversos PI's. Por exemplo, se uma célula cujas coordenadas geográficas são  $X_i$  e  $Y_i$ , apresentar nas matrizes que compõem os PI's uma combinação entre as classes do tipo: alta densidade de lineamentos, relevo plano acima de 750m e formação Serra Geral, então, por consequência, todas as demais células que apresentarem a mesma combinação entre as classes dos PI's pertencerão obrigatoriamente à mesma classe que a célula na grade obtida após o cruzamento.

Então, como resultado do processamento, obtém-se um mapa temático, onde a cada classe esta associada uma única combinação entre as classes presentes nos PI's envolvidos. A Figura 4 representa o **“Mapa de Potencialidade de Águas Subterrâneas na Bacia do Rio Taquarí - RS”**, resultante do cruzamento efetuado considerando-se os planos de informação relativos à litologia, relevo e lineamentos.

A Figura 4, mostra a distribuição espacial conjunta de parâmetros hidrogeológicos condicionantes dos diversos aquíferos. Procurou-se analisá-lo com a produtividade dos

poços localizados na área, no intuito de se observar as correlações existentes entre as variáveis hidrogeológicas estudadas e a capacidade produtiva dos poços.

Na formação Serra Geral, as potencialidades aquíferas dependem da envergadura da zona fraturada por efeitos tectônicos e da situação geomorfológica envolvida. Poços profundos locados sobre as fraturas, especialmente em cruzamentos de fraturas com comprimento superior a 10 km e nas zonas de morfologia menos escarpada, podem fornecer vazões de várias dezenas de m<sup>3</sup>/h. Vazões menores estarão relacionadas as fraturas de menor envergadura ou às fraturas simples, sendo que poços locados fora da influência de fraturas geralmente são secos ou de vazão inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h.

Na formação Botucatu, em posição sotoposta às rochas basálticas da formação Serra Geral, de origem essencialmente eólica, existem registros de vazões médias da ordem de 5 m<sup>3</sup>/h para poços com profundidade média de 90 metros. Entretanto, é possível obtenção de vazões na faixa de 20 a 30 m<sup>3</sup>/h se os poços forem locados em cruzamentos de fraturas.

A unidade hidrogeológica do sistema aquífero Rosário do Sul apresenta rendimentos muito parecidos com os do sistema aquífero Botucatu, na média inferiores a 10 m<sup>3</sup>/h.

A faixa dos Sedimentos Quaternários, as profundidades médias são da ordem de 5

metros, para poços rasos que captam água subterrânea em condições livres, cujas vazões médias são da ordem de 2 m<sup>3</sup>/h. Entretanto, existe o uso generalizado de poços do tipo cacimba, que captam entre 1 a 2 m<sup>3</sup>/h no aquífero livre dos primeiros 10 metros de profundidade e que está sujeito a efeitos de contaminação.

### **BIBLIOGRAFIA**

HAUSMANN, Abrahão. 1962. Aspectos hidrogeológicos das áreas basálticas do Rio Grande do Sul. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, n. 18/20, p. 177-213.

