

ZONEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS (TRANSMISSIVIDADE E CAPACIDADE ESPECÍFICA) DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL

**Mara Akie Iritani¹; Geraldo Hideo Oda¹; Marisa Chieme Kakazu²;
José Eduardo Campos³; Luciana Martin Rodrigues Ferreira⁴;
Elcio Linhares Silveira⁵ & Anna Artemísia Barracco de Azevedo¹**

Resumo - Neste presente trabalho são apresentados os valores de Transmissividade obtidos com a análise dos testes de bombeamento realizados pelo DAEE na década de 70. É analisada, também, a Capacidade Específica, bem como a correlação destes parâmetros hidrodinâmicos com as variações litoestratigráficas do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo.

A partir dos dados dos testes de bombeamento de 83 poços selecionados, procedeu-se o cálculo das Transmissividades, utilizando-se um *software* específico. De modo geral, os valores de Transmissividade são inferiores a 50 m²/d, com valor de mediana de 16,1 m²/d. Os valores acima de 100 m²/d, concentram-se no extremo oeste do Estado, próximo à região do Pontal do Rio Paranapanema. No restante da área, predominam valores entre 1 a 20 m²/d.

A Capacidade Específica foi analisada com 645 poços, mostrando distribuição espacial semelhante à Transmissividade, com maiores valores, acima de 2 m³/h/m, na região do Pontal do Paranapanema.

A correlação com as unidades litoestratigráficas definidas por Fernandes (1998) mostra que a região de maior produtividade, no oeste do Estado de São Paulo,

¹ Geólogo(a) do Instituto Geológico – IG/SMA, Av. Miguel Stéfano 3900, Água Funda, São Paulo SP, CEP 04301-903, fone: (0xx11) 5595-9994 ramal 2049

² Estagiária do Instituto Geológico – IG/SMA, Av. Miguel Stéfano 3900, Água Funda, São Paulo SP, CEP 04301-903, fone: (0xx11) 5595-9994 ramal 2049, aluna do 3º ano do Instituto Geociências - USP

³ Geólogo do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, Rua Butantã 185, Pinheiros, São Paulo SP, fone: (0xx11) 814-9011 ramal 2175.

⁴ Geógrafa do Instituto Geológico – IG/SMA, Av. Miguel Stéfano 3900, Água Funda, São Paulo SP, CEP 04301-903, fone: (0xx11) 5595-9994 ramal 2048.

⁵ Tecnólogo do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, Rua Butantã 185, 3º and. sala 31, Pinheiros, São Paulo SP, fone: 814-9011 ramal 2164

corresponde ao Grupo Caiuá. O Grupo Bauru, predominante no Estado, apresenta menores valores de Transmissividade e Capacidade Específica.

Palavras-chave - Sistema Aquífero Bauru, Transmissividade, Capacidade Específica.

1. INTRODUÇÃO

Com a execução dos “Estudos das Águas Subterrâneas” das Regiões Administrativas do Estado de São Paulo, desenvolvidos por técnicos do DAEE entre 1972 a 1983, foram cadastrado cerca de 10.000 poços. Durante a execução destes estudos o Governo do Estado de São Paulo instituiu um Programa de Atendimento aos Municípios, visando o abastecimento público. Dessa forma, até a presente data, mais de 600 poços foram construídos no Estado de São Paulo através do DAEE. Na maioria destes poços foram executados testes de aquífero com o acompanhamento e supervisão direta deste órgão. Muitos dados de testes não foram, na época, interpretados para a obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos. Atualmente, mediante o desenvolvimento de novos recursos de informática, e da necessidade da retomada do tratamento dos dados, são aqui apresentados alguns resultados parciais a respeito das características hidrodinâmicas do Sistema Aquífero Bauru, com base, em parte, no tratamento de dados levantados naquela década. Estes resultados servirão de subsídio a um projeto ora em andamento, o qual visa a elaboração da primeira Carta Hidrogeológica do Estado de São Paulo, que vem sendo executada com a parceria das seguintes instituições: DAEE, IG/SMA, CPRM e IPT.

O objetivo principal do presente trabalho consiste na apresentação dos valores de Transmissividade obtidos com a análise dos dados de testes de bombeamento realizados pelo DAEE em poços totalmente penetrantes no Sistema Aquífero Bauru. São também apresentados valores de Capacidade Específica dos poços, bem como a correlação destes parâmetros hidrodinâmicos com as variações litoestratigráficas do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área estudada abrange uma parte da área de ocorrência do Sistema Aquífero Bauru, a qual se estende por cerca de 100.000 km², ocupando quase toda a metade oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Apesar deste sistema aquífero se estender também para outros estados, no presente trabalho são apresentados somente dados referentes ao território paulista.

As coordenadas geográficas da área correspondem a: 48° a 53° de Longitude W e 20° a 23° de Latitude S.

3. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

O Sistema Aquífero Bauru é constituído por uma seqüência sedimentar única correspondente à Bacia Bauru, que atualmente, de acordo com Fernandes (1998), é subdividida em duas unidades geológicas cronocorrelatas: grupos Caiuá e Bauru. Estas unidades são representativas de um mesmo ambiente de deposição, sob clima semi-árido nas bordas e desértico para o interior da bacia. O Grupo Caiuá no Estado de São Paulo localiza-se no extremo oeste do mesmo, junto à calha do Rio Paraná compreendendo os depósitos arenosos de *sand sea*, e de lençóis de areia e extradunas, sendo subdividido, por Fernandes (1998), em: Formação Rio Paraná, Formação Goio Erê (ausente em São Paulo) e Formação Santo Anastácio (Figura 2). O Grupo Bauru, com maior área de ocorrência no Estado, abrange toda a porção oriental da área em questão. Esta unidade compreende os depósitos arenosos de sistema fluvial entrelaçado com lagos subordinados e os leques aluviais rudáceos marginais. Fernandes (*op. cit.*), subdivide este grupo, na porção paulista, em 5 formações a saber: Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (membro Echaporã), mais os analcimitos Taiúva (intrusivo).

O Sistema Aquífero Bauru constitui-se num dos mais importantes sistemas aquíferos do Estado de São Paulo, por ser largamente utilizado para atender, de modo parcial ou total, pequenas e médias cidades. Suas características principais são: aquífero livre a semi-livre, espessura média em torno de 100-150 metros, e vazão média de 18,4 m³/h e mediana de 12,3 m³/h. Segundo CETESB (1997), as cidades abastecidas total ou parcialmente por águas subterrâneas concentram-se na área de ocorrência desta unidade aquífera, apesar de algumas cidades explorarem também os sistemas aquíferos Serra Geral e o Guarani.

Sotopostas ao Sistema Aquífero Bauru ocorrem as rochas efusivas (basaltos) da Formação Serra Geral, cuja seqüência de derrames provocou o confinamento do aquífero Guarani.

4. MÉTODO

A partir de um banco de dados contendo mais de 10.000 poços em todo o Estado de São Paulo, foram criteriosamente selecionados cerca de 1.600, com vistas à confecção de uma carta hidrogeológica do Estado de São Paulo. A partir deste segundo conjunto

foram separados para a área correspondente ao Sistema Aquífero Bauru, 130 poços os quais foram também construídos com acompanhamento e supervisão técnica do DAEE. A partir destes procedeu-se a uma terceira triagem a fim de selecionar os poços que exploravam exclusivamente o aquífero Bauru (poços totalmente penetrantes) e com dados suficientes para o cálculo da Transmissividade. Deste modo, obteve-se um conjunto de 83 poços com informações completas e confiáveis referentes às seguintes características: aspectos construtivos, perfil geológico e dados de testes de bombeamento com duração mínima de 24 horas.

Nos testes de bombeamento as medidas de rebaixamento foram realizadas no próprio poço bombeado devido à inexistência do poço de observação, sendo que as medidas efetuadas durante a etapa de bombeamento sofreram influência das variações da vazão bombeada. Por este motivo, para o cálculo da Transmissividade foram considerados os dados da etapa de recuperação dos testes de bombeamento.

De posse das planilhas de testes, os valores de tempo \times rebaixamento do nível d'água foram armazenados em um banco de dados desenvolvido através do *software* ACCESS.

Para a interpretação dos dados e obtenção dos valores de Transmissividade (T) foi utilizado o *software* AQUIFERTEST, versão 2.0 (WHI, s/ data), utilizando-se o método de Theis-Jacob (Kruseman & Rider 1994), adequado para os dados de recuperação.

Para auxiliar na avaliação da variação espacial da Transmissividade e da Capacidade Específica dos poços foi utilizado o *software* SURFER, para a interpolação de dados (Figura 2, 3 e 4).

Os valores de Capacidade Específica foram obtidos a partir 645 poços selecionados que exploram apenas o Sistema Aquífero Bauru.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com relação à Capacidade Específica, a análise do mapa de distribuição pontual dos valores deste parâmetro (Figura 5) e mapa de isolinhas (Figura 4) permite verificar que a faixa de valores compreendida entre 0 e 1,0 m³/h/m é predominante em área. Os valores maiores, acima de 3 m³/h/m, encontram-se próximo ao Pontal de Rio Paranapanema, na porção oeste do Estado de São Paulo. Esta distribuição é bastante semelhante àquela encontrada por Rocha et al. (1982). O valor médio encontrado para este parâmetro foi de 0,80 m³/h/m. A mediana, de 0,38 m³/h/m, mostra a predominância de baixos valores de Capacidade Específica (Tabela 1).

A vazão dos poços analisados apresenta grande variação, entre 0,2 e 150 m³/h. Entretanto, o valor médio (18,4 m³/h) e da mediana (12,3 m³/h) mostram predominância de vazões baixas, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros hidrogeológicos do Sistema Aquífero Bauru.

Parâmetro	Q/s (m ³ /h/m)	Q (m ³ /h)	T (m ² /d)
média	0,80	18,4	42,6
mediana	0,38	12,3	16,1
mínima	0,004	0,2	1,1
máximo	8,93	150,0	437,0

Os valores de transmissividade referem-se somente àqueles obtidos através dos dados da etapa de recuperação dos testes, os quais foram interpretados através do método de Theis-Jacob. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a maioria deles possui valores inferiores a 50 m²/d como mostram as Figuras 2 e 3. Esta observação é corroborada pelo valor médio de transmissividade obtido, de 42,6 m²/d, e pela mediana, de 16,1 m²/d, como mostra a Tabela 1. Estes valores foram calculados considerando-se os 83 poços analisados. Os valores de transmissividade encontrados variam entre 1,1 e 437 m²/d, entretanto os valores acima de 100 m²/d concentram-se no extremo oeste do Estado, próximo ao Pontal do Rio Paranapanema. Na porção norte da área estudada, encontram-se os menores valores de transmissividade, predominando o intervalo de 1 a 20 m²/d (Figura 3).

A associação com as novas unidades litoestratigráficas definidas por Fernandes (1998) mostra que as transmissividades superiores a 100 m²/d coincidem com a área de ocorrência do Grupo Caiuá, com os maiores valores correspondentes à área da Formação Rio Paraná, no Pontal do Paranapanema (Figuras 2).

Na área de ocorrência do Grupo Bauru os valores de transmissividade mostram, em geral, valores inferiores a 50 m²/d, indicando uma menor produtividade desta unidade em relação ao Grupo Caiuá. Valores inferiores a 20 m²/d encontram-se principalmente na porção norte da área, onde ocorre predominantemente a Formação Vale do Rio do Peixe. Valores superiores a 20 m²/d tem maior ocorrência na porção sul onde encontram-se as Formações Presidente Prudente e Marília.

Analisando-se a equação de Theis, para fluxo em estado não estacionário, observa-se que a transmissividade é diretamente proporcional à capacidade específica. A análise destes parâmetros permitiu avaliar a boa correlação entre eles, mostrando um índice de

correlação linear de 81%. Considerando-se o logaritmo dos parâmetros, este índice de correlação chega a 88% (Figura 6), apresentando uma melhor correlação como indicado por Razack & Huntley (1991).

6. CONCLUSÕES

O intervalo de variação da transmissividade e da capacidade específica é grande, como mostra a Tabela 1, entretanto, fica clara a predominância de valores mais altos na região oeste do Estado de São Paulo. A distribuição espacial destes parâmetros mostra uma melhor produtividade nesta região, concordando com estudos anteriores.

Observou-se através deste estudo que, a nova classificação litoestratigráfica proposta por Fernandes (1998) concorda com a distribuição dos parâmetros obtidos, mostrando uma correlação dos maiores valores de transmissividade e capacidade específica com a área de ocorrência do Grupo Caiuá.

Para o Grupo Bauru, há a necessidade de uma avaliação mais detalhada para determinar variações nos parâmetros hidráulicos e sua correlação com as formações geológicas.

O método de trabalho aqui utilizado poderá ser estendido de forma a avaliar a produtividade dos outros sistemas aquíferos do Estado de São Paulo.

AGRADECIMENTOS

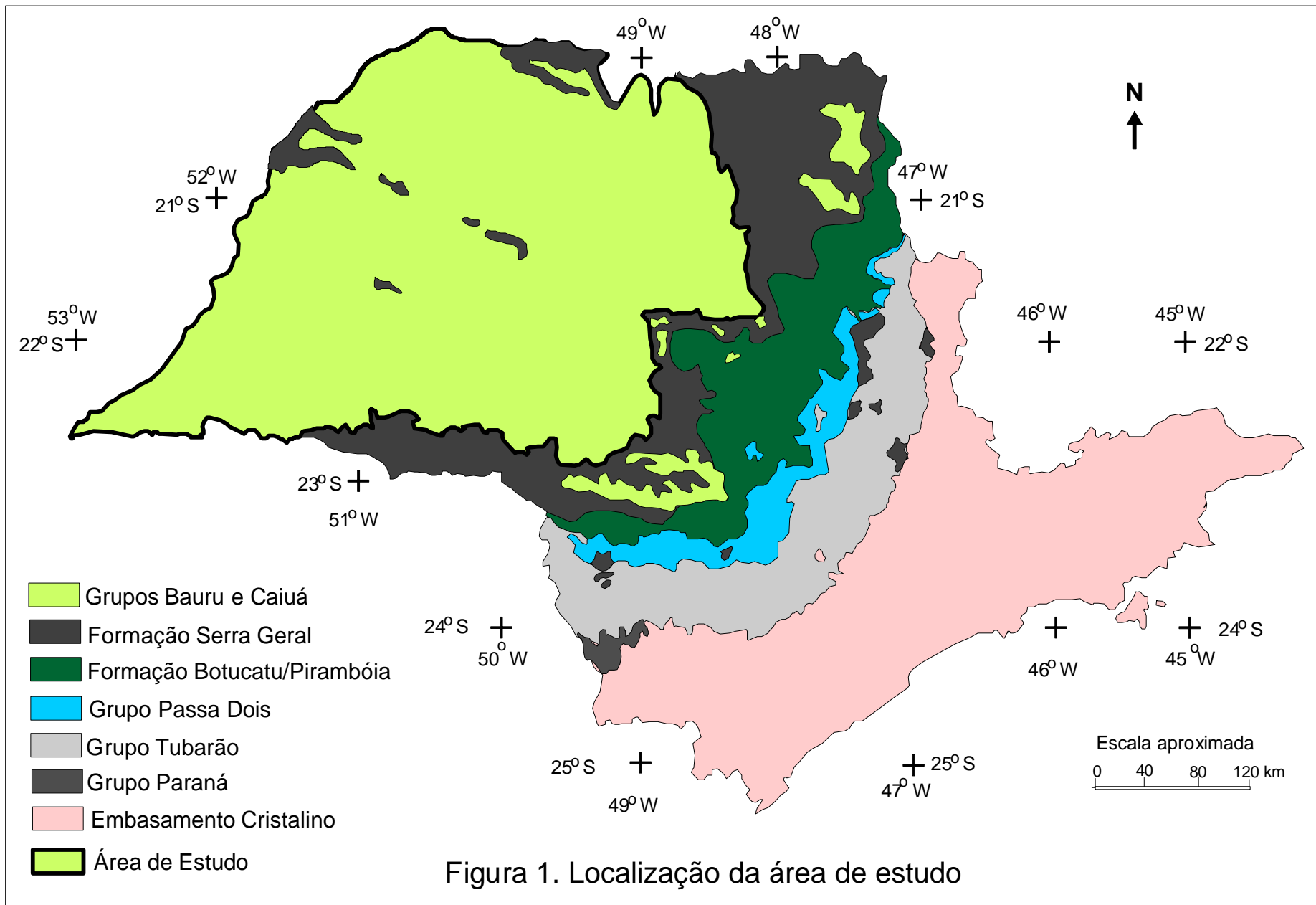
Ao Eng^o Antônio B. de Ângelo do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE pelo desenvolvimento do banco de dados em *ACCESS*.

Ao Eng^o Nilson Guiguer pela explicação na utilização do *software AquiferTest*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. 1998. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo. 1997/CETESB, São Paulo, 1998, 106 p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. 1979. Estudo de águas subterrâneas, Regiões Administrativas 10 e 11, Presidente Prudente e Marília, 3v. São Paulo, 1979 (Atlas).
- FERNANDES, L.A. 1998. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências - USP. São Paulo. 1998. 215 (?) páginas.

- KRUSEMAN, G. P. & RIDDER, N. A. 1994. *Analysis and evaluation of pumping test data*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Holanda. Bulletin 47, 200 p.
- RAZACK, M. & HUNTLEY, D. 1991. Assessing transmissivity from specific capacity in a large and heterogenous alluvial aquifer. *Ground Water*, 29 (6): 856-861.
- ROCHA, G.A. et al. 1981. Tentativa de zoneamento das características hidráulicas e hidroquímicas do aquífero Bauru. In: 1º Encontro de Geologia e Hidrogeologia. "O Grupo Bauru no Estado de São Paulo". São Paulo. *Publicação Especial*, ABAS/SBG. 1982, pp.37-55.
- WHI – Waterloo Hydrogeologic Inc. sem data. *Aquifer Test. User's manual*. Waterloo Hydrogeologic Inc., Waterloo, Canadá. 176 p.



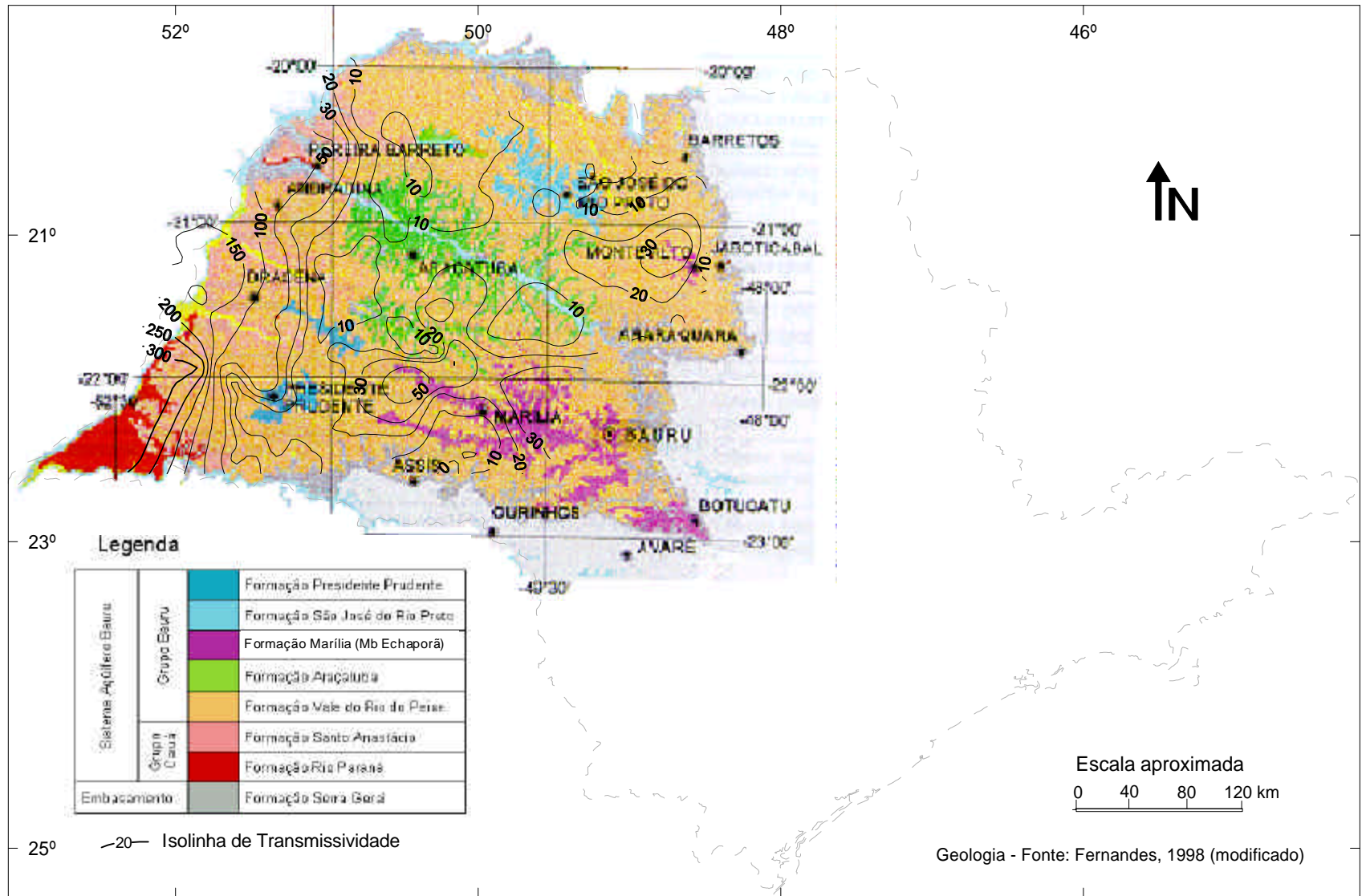


Figura 2. Mapa geológico da Bacia Bauru no Estado de São Paulo, com isolinhas de transmissividade.

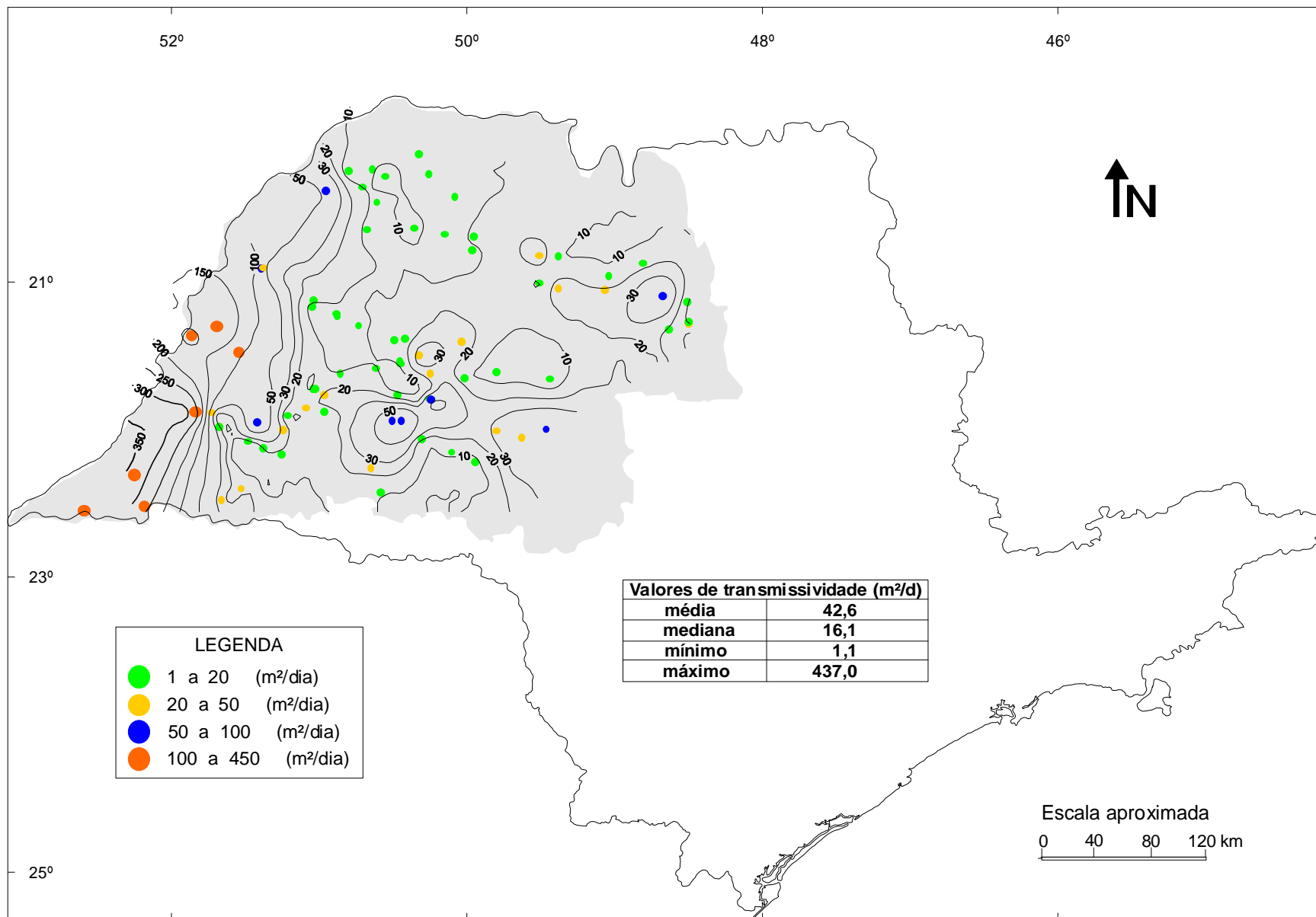


Figura 3. Mapa de isotransmissividade do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo

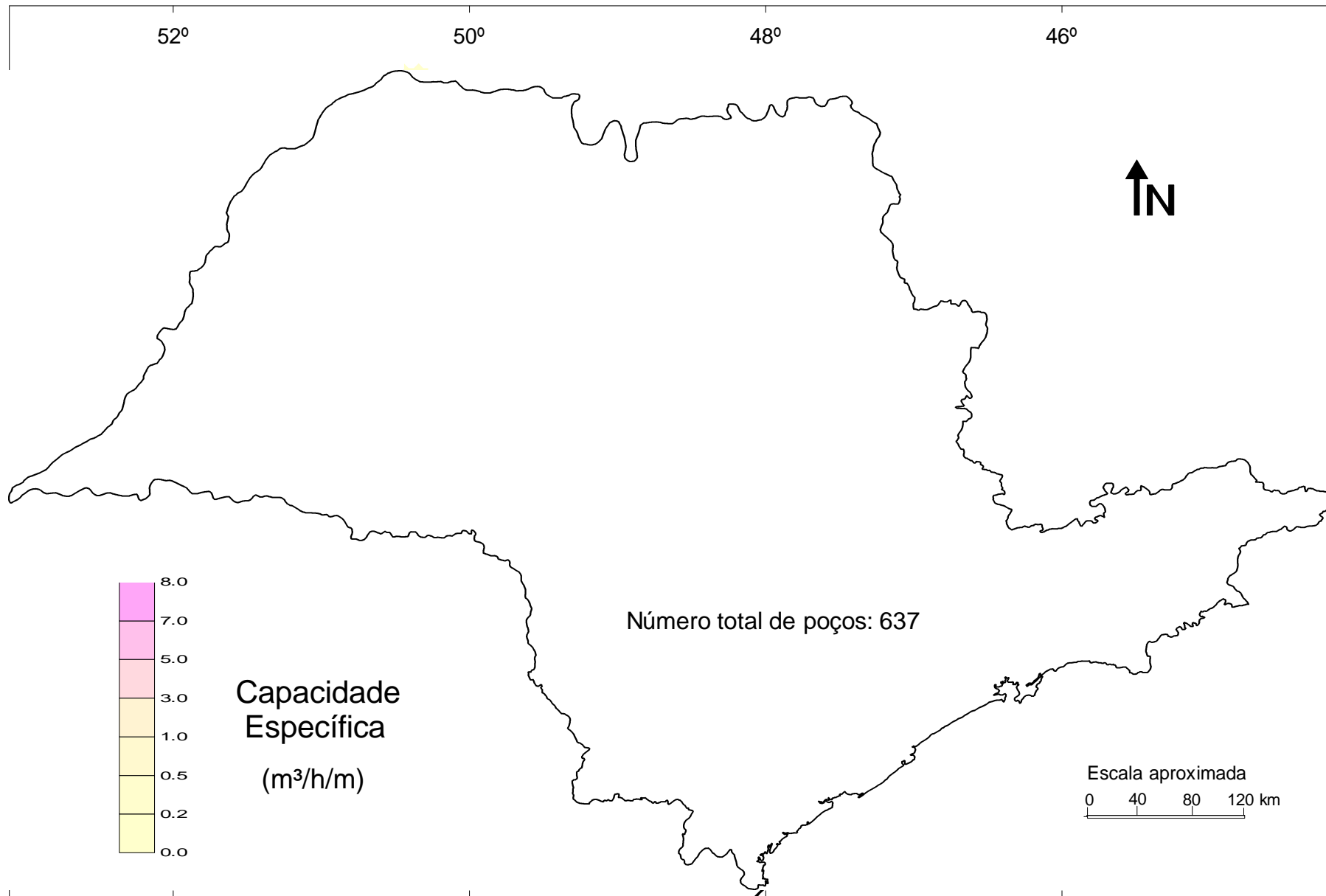


Figura 4. Mapa de isocapacidade específica do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo

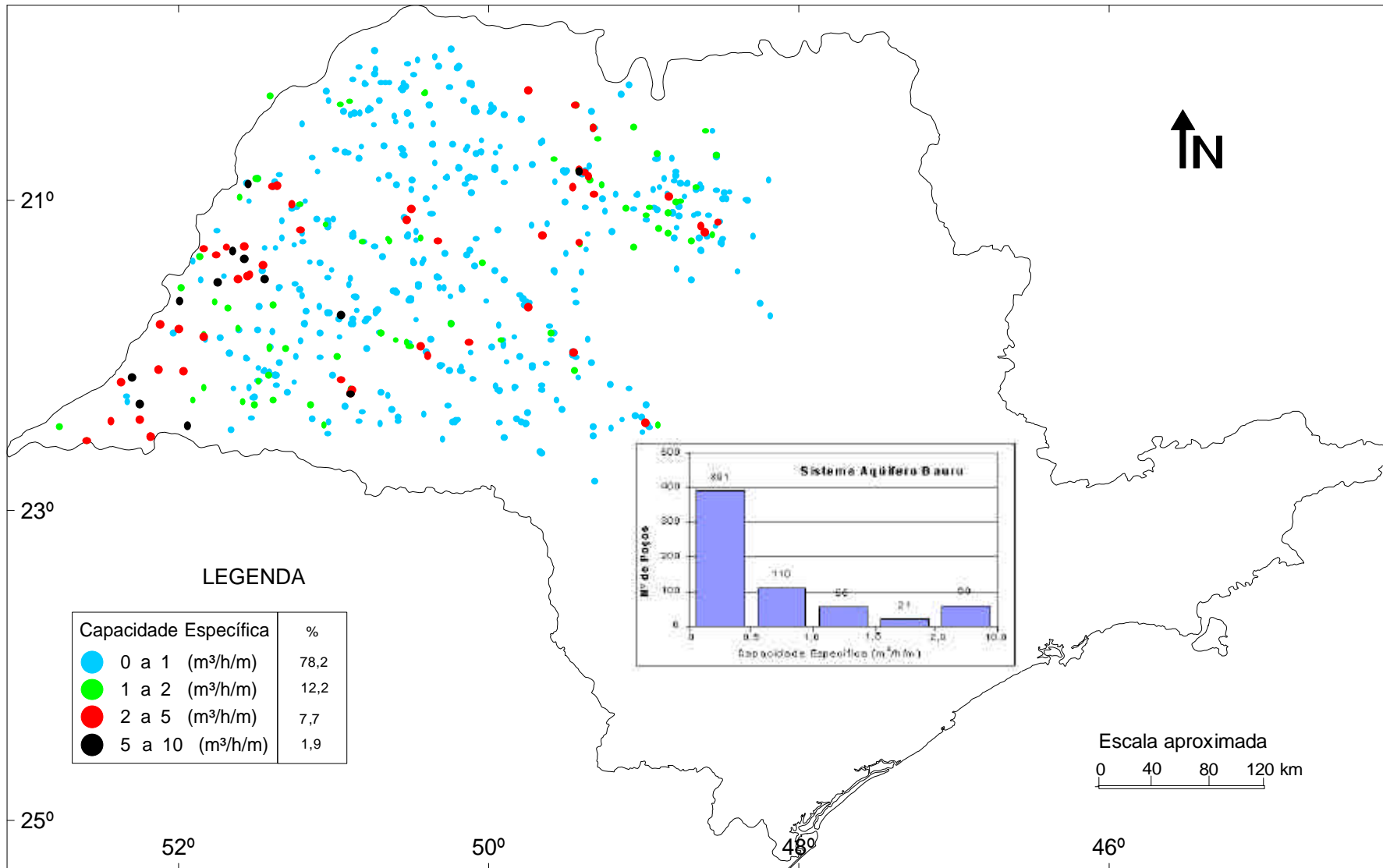


Figura 5. Distribuição da capacidade específica do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo

Figura 6 - Correlação entre Q/s e T

