

O CONTATO ENTRE AS FORMAÇÕES PIRAMBÓIA E BOTUCATU NA ÁREA DE RIBEIRÃO PRETO (SP)

Marcos MASSOLI ¹ & Maria Rita CAETANO-CHANG ²

(1) Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, DEPRN-SMA. Avenida Barão do Bananal, 1950. CEP 14092-000. Ribeirão Preto, SP. Endereço eletrônico: marcosmas@cprn.sp.gov.br.

(2) Departamento de Geologia Aplicada, Universidade Estadual Paulista/Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: mrchang@rc.unesp.br

Introdução
Poços e Perfilagens Geofísicas
Fácies de Arenitos Grossos / Conglomeráticos
Conclusões
Referências Bibliográficas

RESUMO – Em poços perfurados para captação de água subterrânea, na área urbana de Ribeirão Preto, foram encontrados arenitos grossos a conglomeráticos, subfeldspáticos, formando extensa camada com espessura média em torno de 30 metros. Estes arenitos têm sido considerados, em trabalhos mais recentes, como tendo sido depositados em leques aluviais, ao final da sedimentação da Formação Pirambóia, em diferentes áreas da região central e leste do Estado de São Paulo. Na área estudada, estes arenitos conglomeráticos, inseridos na porção extremo-superior da Formação Pirambóia, representam importante marco litoestratigráfico, pois assinalam o contato com a Formação Botucatu. Seu reconhecimento foi feito por meio de perfilagens geofísicas e da descrição de perfis geológicos de poços perfurados no município de Ribeirão Preto, uma vez que esta litofácies conglomerática não aflora na área.

Palavras-chave: arenitos conglomeráticos; leques aluviais; perfilagens geofísicas; formações Pirambóia e Botucatu.

ABSTRACT – *M. Massoli & M. R. Caetano-Chang - Pirambóia and Botucatu Formations Contact in the Ribeirão Preto Area.* In water wells of the Ribeirão Preto city area was found an extensive bed of coarse to conglomeratic subfeldspathic sandstones, which show a thickness average of 30 meters. These sandstones are mostly considered to be deposited on alluvial fans, at the ending times of Pirambóia Formation sedimentation, over many areas at the central and eastern portions of São Paulo State. In the study area, these conglomeratic sandstones represent an important lithostratigraphic mark at the contact between the Pirambóia and Botucatu Formations. These rocks do not outcrop in the Ribeirão Preto city, and the present study was based on water well data from geophysical logs and well cuttings descriptions.

Keywords: conglomeratic sandstones; alluvial fans; geophysical profiles; Pirambóia and Botucatu Formations.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de arenitos grossos a conglomeráticos aflorando nas vizinhanças de Ribeirão Preto já havia sido descrita por Soares (1973), Cottas et al. (1986) e Pressinotti (1991). Nos dois primeiros trabalhos, esse intervalo de arenitos rudáceos foi colocado na base da Formação Botucatu, enquanto em Pressinotti (1991) foi inserido na Formação Pirambóia.

Em outras regiões do Estado de São Paulo, são citadas ocorrências de depósitos de arenitos grossos e conglomeráticos, como em Bósio (1973) e Soares (1973), na região de São Pedro, que os posicionaram na base da Formação Botucatu; ou como em Caetano-Chang (1997) e Caetano-Chang & Wu (1992; 1993; 1995; 2006), na região que engloba as cidades de São Pedro, Itirapina e Descalvado, que os posicionaram no topo da Formação Pirambóia. Em Caetano-Chang & Wu (2006), tais depósitos são denominados formalmente Arenitos Itirapina e atingem espessura de cerca de 45 m na região

de Itirapina. Também Assine & Soares (1995) reconheceram a presença de arenitos conglomeráticos na metade superior da Formação Pirambóia, como consequência do avanço de leques aluviais provenientes de terras altas situadas à leste da Bacia do Paraná.

Na região da serra do Cadeado, no noroeste do Paraná, Riccomini et al. (1984) constataram a ocorrência de níveis conglomeráticos, frequentes na porção superior da Formação Pirambóia. Para os autores, ocorrem, nestes sedimentos, estruturas e grãos com características que evidenciariam origem eólica.

Na área do município de Ribeirão Preto (Figura 1), Massoli (2007) identificou, em subsuperfície, contínua camada de arenitos grossos a conglomeráticos, intercaladas a arenitos finos a médios, com espessura média de cerca de 30 m. As unidades geológicas aflorantes na área de Ribeirão Preto são apresentadas no mapa geológico da Figura 2.

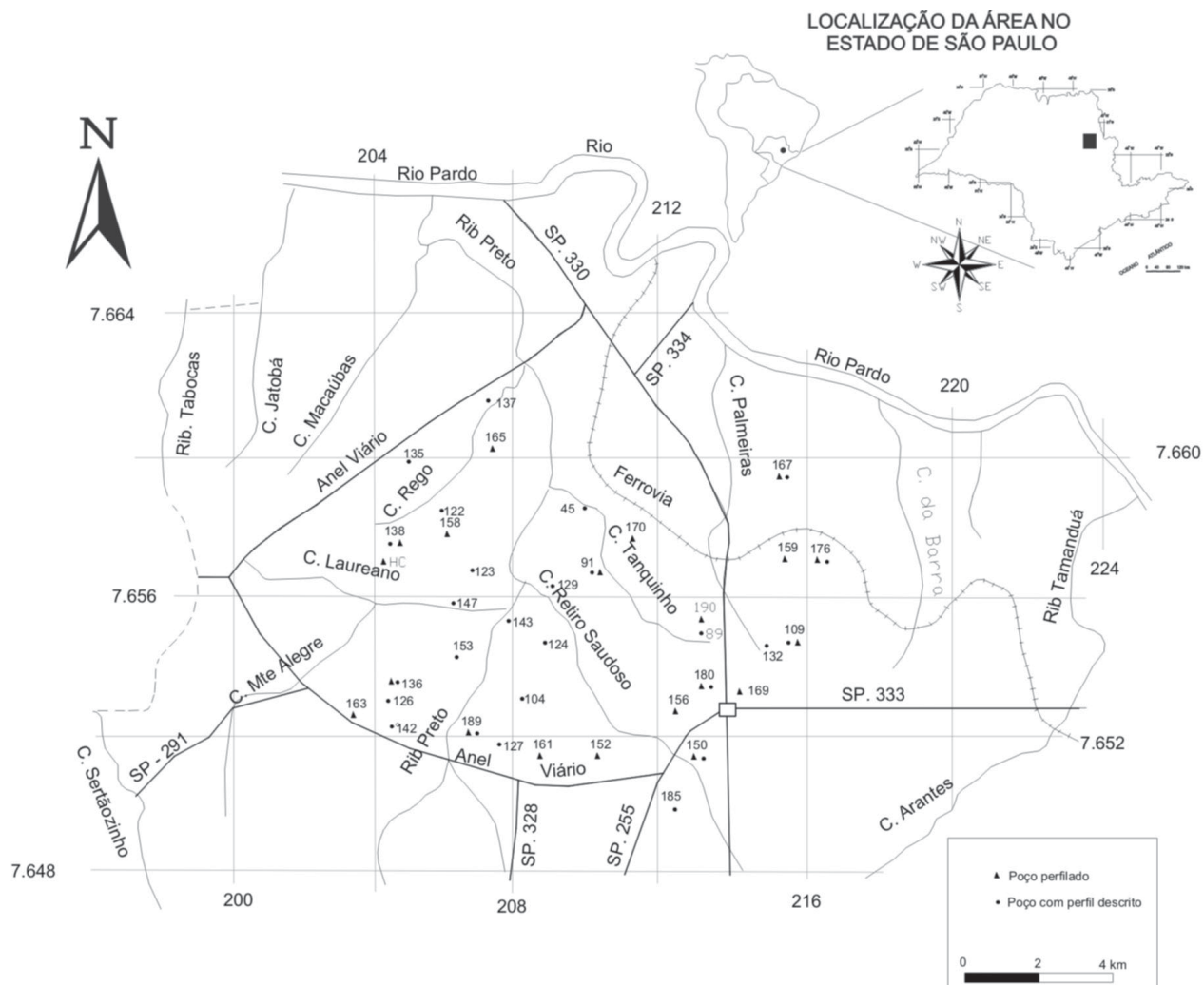


FIGURA 1. Mapa de localização da área e dos poços estudados.

POÇOS E PERFILAGENS GEOFÍSICAS

A interpretação de curvas de perfisagens geofísicas tem sido amplamente utilizada na correlação faciológica de unidades litoestratigráficas em subsuperfície, principalmente quando os poços de uma área não são testemunhados. Exemplos do uso dessa metodologia no estudo de unidades litoestratigráficas em bacias brasileiras podem ser vistos em Lanzarini et al. (1986), Milani et al. (1994), Paula e Silva (2003), Paula e Silva et al. (2003), dentre outros.

Como a área do município de Ribeirão Preto não dispõe de afloramentos para descrição das rochas sedimentares que compõem o Sistema Aquífero Guarani, e os poços tubulares, aí existentes, não apresentam testemunhagem contínua, foram utilizadas curvas de perfisagens geofísicas de raios gama e resistividade para a interpretação textural dos sedimentos estudados. Além das

perfisagens, foram também utilizadas descrições de perfis litológicos de alguns poços, obtidas a partir de amostras de calha. Com base nestas informações, foi possível a calibração das curvas geofísicas com os perfis litológicos, permitindo correlações litoestratigráficas na área.

O comportamento das litologias atravessadas pelas perfisagens está esquematizado na Figura 3. A curva de raios gama com valores muito baixos indica reduzida porcentagem de finos na matriz da rocha; a curva de eletrorresistividade, ao contrário, mostra valores elevados, sugerindo sedimentos bastante resistentes, como arenitos limpos. Por outro lado, valores elevados de raios gama indicam a presença de intervalo com alta porcentagem de material pelítico, enquanto o perfil de eletrorresistividade revela valores muito baixos nesta mesma condição.

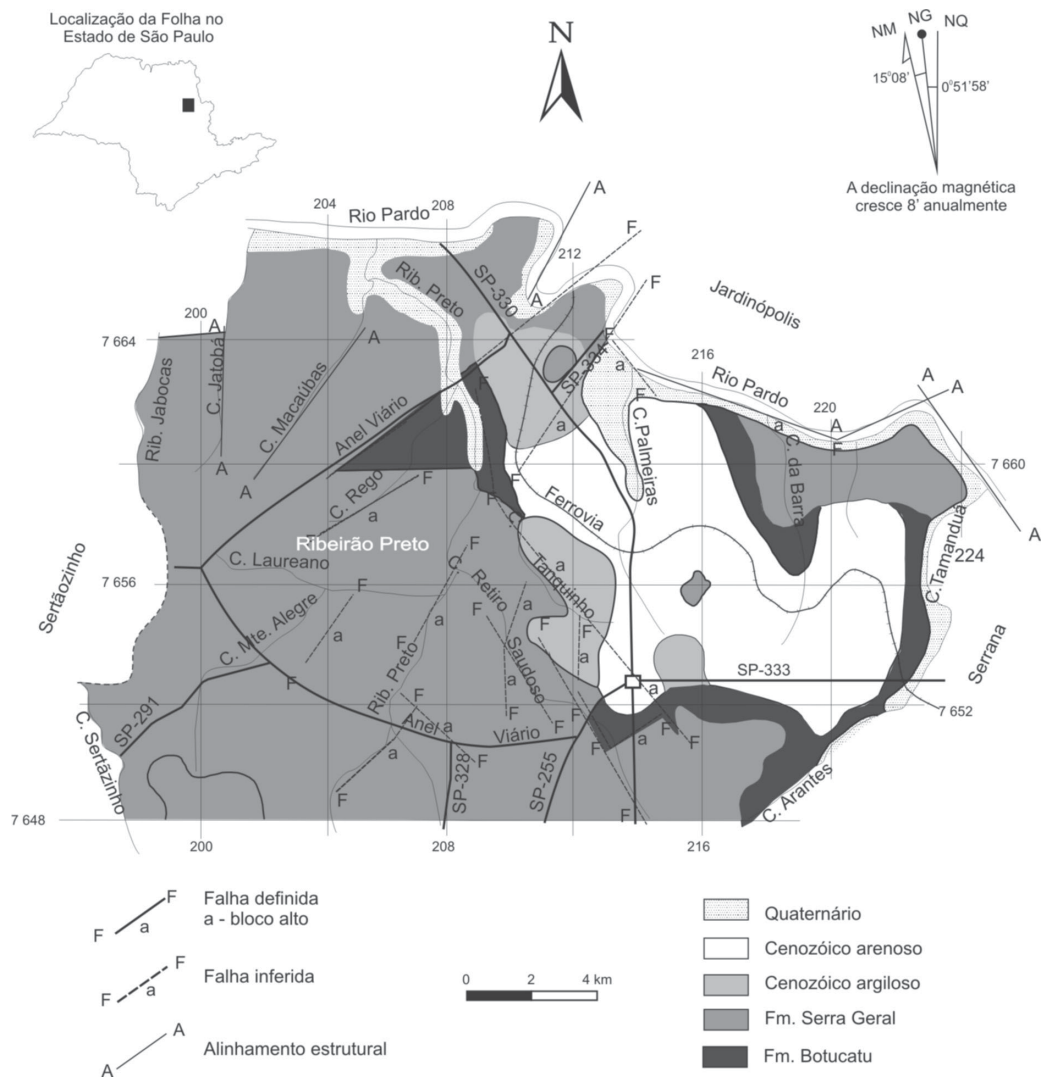


FIGURA 2. Mapa geológico da área estudada (Fonte: Massoli, 2007).

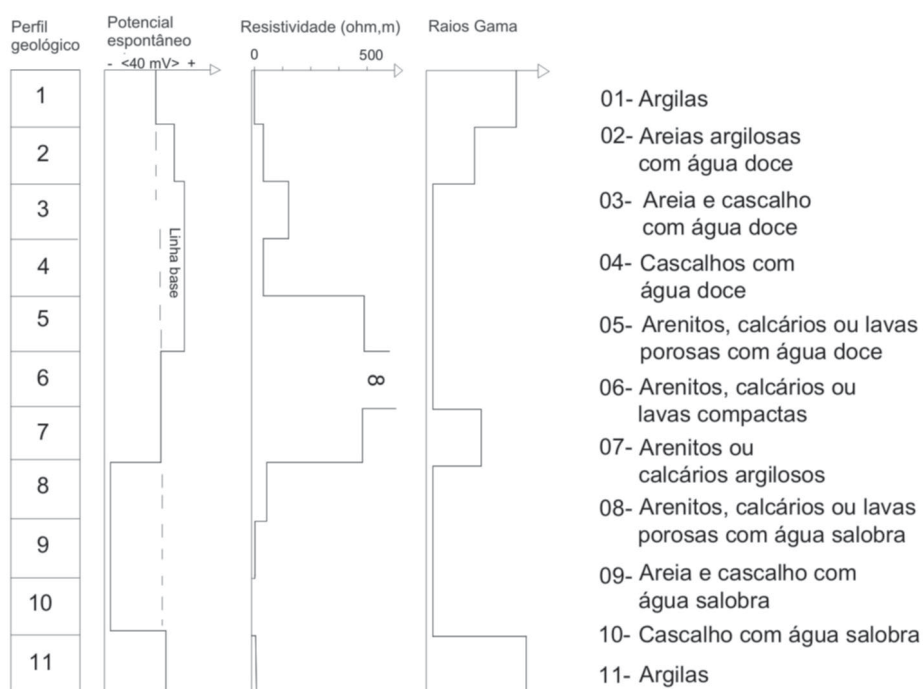


FIGURA 3. Comportamento dos perfis geofísicos conforme as litologias atravessadas (Fonte: Astier, 1975).

FÁCIES DE ARENITOS GROSSOS / CONGLOMERÁTICOS

A análise de perfis de poços permitiu situar a litofácies de arenitos grossos a conglomeráticos na porção superior da Formação Pirambóia. Estes arenitos sotopõem-se à Formação Botucatu, sobrejacente, em contato discordante. Segundo Pressinotti (1991), nas proximidades de São Simão, cerca de 40 km a sudeste de Ribeirão Preto, ocorrem afloramentos de arenitos conglomeráticos, feldspáticos, pertencentes à porção superior da Formação Pirambóia. Na região que engloba os municípios de Itirapina, São Pedro e Descalvado (SP), Caetano-Chang & Wu (2006) descreveram um pacote de arenitos fluviais e eólicos, resultantes da deposição em barras de canais fluviais entrelaçados, submetidos a freqüente retrabalhamento por dunas eólicas.

A Figura 4 mostra o contato entre as formações Pirambóia e Botucatu, onde a litofácies de arenitos grossos a conglomeráticos ocorre entre as profundidades de 95 e 110 m do poço 176, perfurado no Parque dos Flamboyants. Este poço, com 263 m de profundidade, está situado na porção leste do município de Ribeirão Preto (Figura 1), em área de afloramento da Formação Botucatu, principal unidade do Sistema Aquífero Guarani. A curva de raios gama apresentada nessa figura mostra deflexão para direita (intervalo entre 95 e 110 m), com valores de menos de 15 API passando para cerca de 30 API. Este intervalo, de cerca de 15 m de espessura, acusa presença de arenitos com matriz argilosa intercalados entre sedimentos com muito baixo teor em finos (até 15 API). Estes, por sua vez,

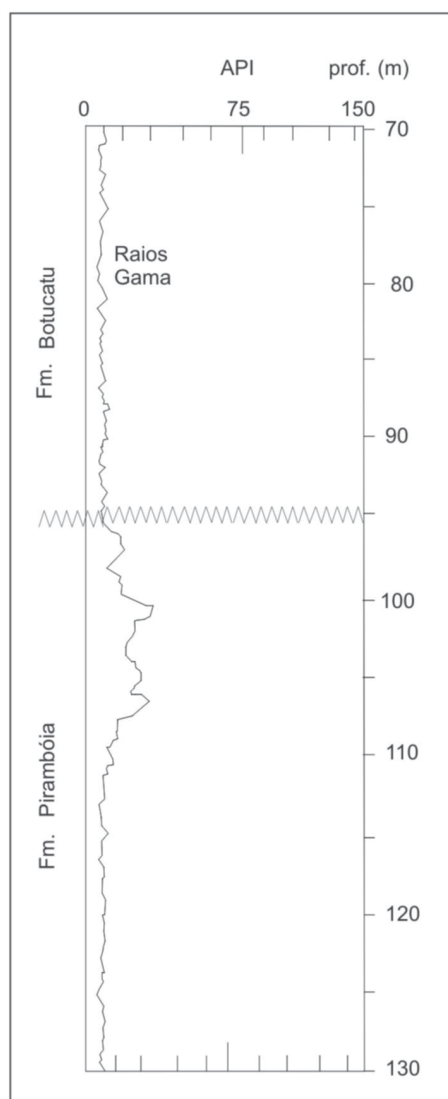


FIGURA 4. Perfil de raios gama do poço 176 (Parque dos Flamboyants; coordenadas UTM 7657,20 x 216,40), mostrando o contato entre as formações Pirambóia e Botucatu.

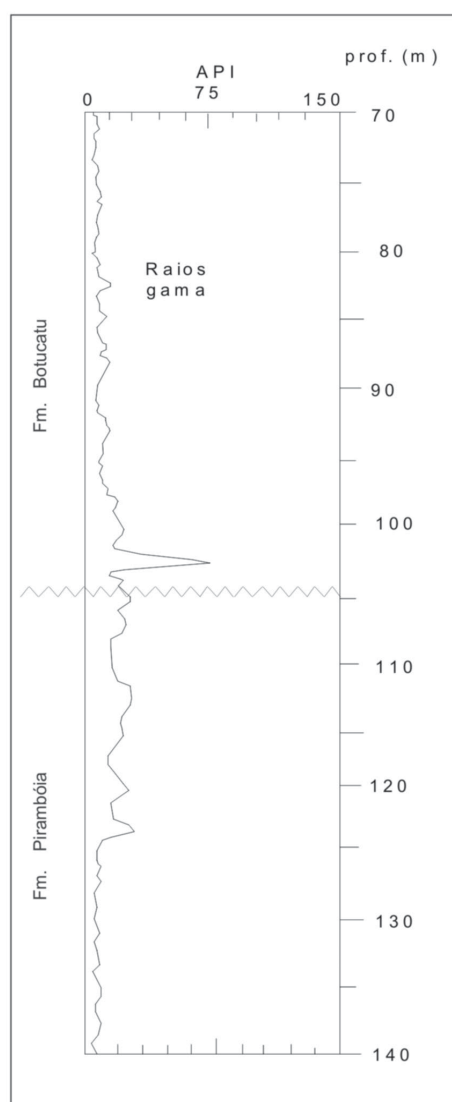


FIGURA 5. Perfil de raios gama do poço 169 (Parque dos Lagos; coordenadas UTM 7653,40 x 214,25), mostrando o contato entre as formações Pirambóia e Botucatu.

são considerados arenitos limpos e atribuídos a fácies de dunas eólicas pertencentes à Formação Pirambóia, abaixo, e à Formação Botucatu, acima.

O contato entre as formações Pirambóia e Botucatu também é mostrado na Figura 5 (Poço 169), onde se identifica uma camada de arenitos conglomeráticos entre as profundidades de 105 e 125 m, intervalo em que a curva de raios gama deflete marcadamente para a direita.

O poço 132 (Figura 6), perfurado cerca de 2 km a sudoeste do poço 176 e com perfil geológico descrito, mostra que na mesma altitude ocorre uma camada, com cerca de 20 m de espessura, composta por arenitos grossos a conglomeráticos, de cores esbranquiçadas, com grãos mal selecionados, reforçando a interpretação da curva de raios gama dos poços 176 e 169 acima referidos.

A Figura 7 mostra a correlação litoestratigráfica entre poços estudados, em seção aproximadamente perpendicular à direção das camadas, onde se pode observar a continuidade lateral da litofácies de arenitos conglomeráticos por pelo menos 15 km. Esta camada encontra-se limitada, tanto abaixo quanto acima, por arenitos limpos das formações Pirambóia e Botucatu,

respectivamente. Com exceção da curva de raios gama do poço 138, as outras duas perfilagens da figura mostram aumento da radioatividade no trecho da litofácies considerada. Esse intervalo areno-rudáceo, identificado com auxílio de amostras de calha, está interceptado por falha no vale do córrego do Tanquinho, com direção NW-SE, cuja existência é indicada pelo deslocamento do contato da Formação Serra Geral com a Formação Botucatu, configurando tectonismo pós-vulcanismo básico.

No geral, a descrição da litofácies areno-rudácea, em sondagens realizadas na área, revela presença de arenitos grossos a conglomeráticos, mal selecionados, de cores acinzentadas, freqüentemente subfeldspáticos. As espessuras variam de 20 m, atingindo cerca de 100 m na porção sudoeste da área, como pode ser observado no mapa de isópacas desses arenitos (Figura 8). A análise desse mapa indica a ocorrência de paleocorrentes para SW ou WSW, em parte concordante com dados de Caetano-Chang (1997); com base em medidas obtidas de *foresets* de estratificações cruzadas dos arenitos conglomeráticos Itirapina, a autora identificou rumos de paleocorrentes para W e NW.

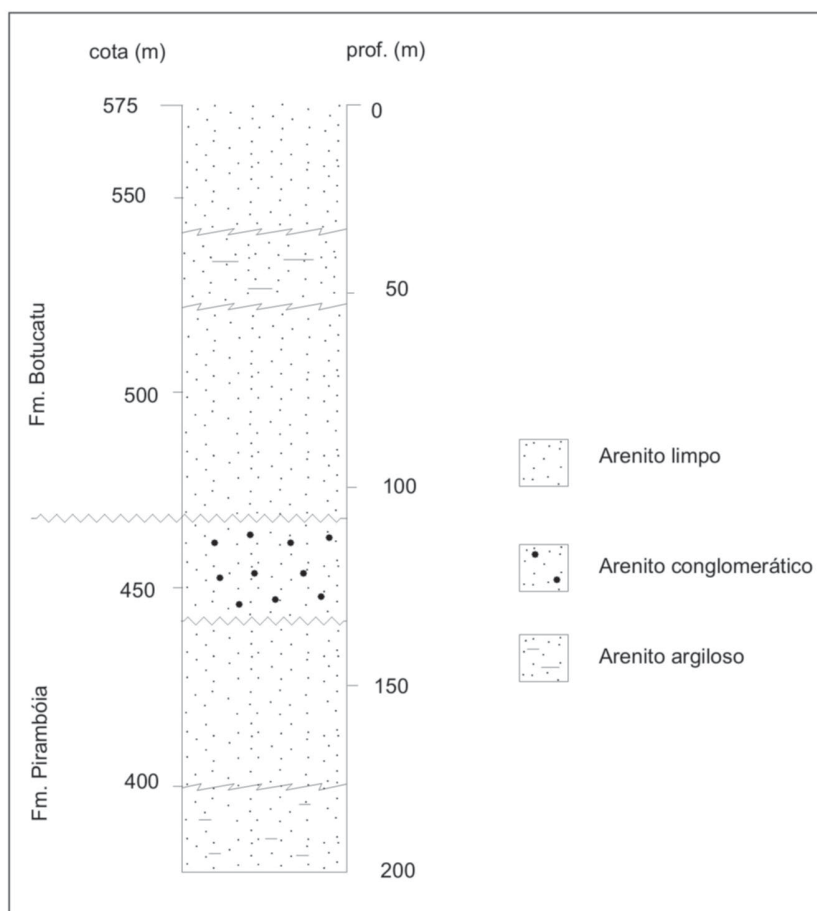


FIGURA 6. Perfil litológico do poço 132 (Parque São Sebastião; coordenadas UTM 7655,03 x 214,93), mostrando o contato entre as formações Pirambóia e Botucatu.

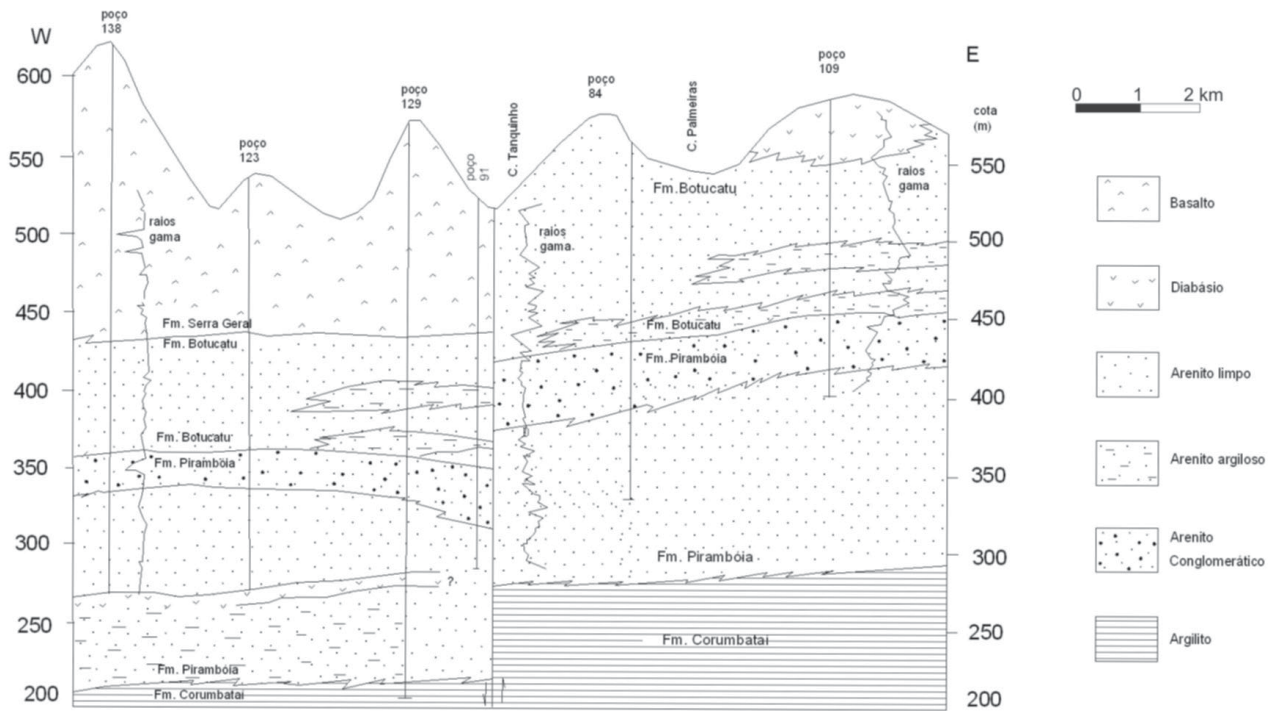


FIGURA 7. Correlação litoestratigráfica entre poços perfilados e perfis geológicos descritos.

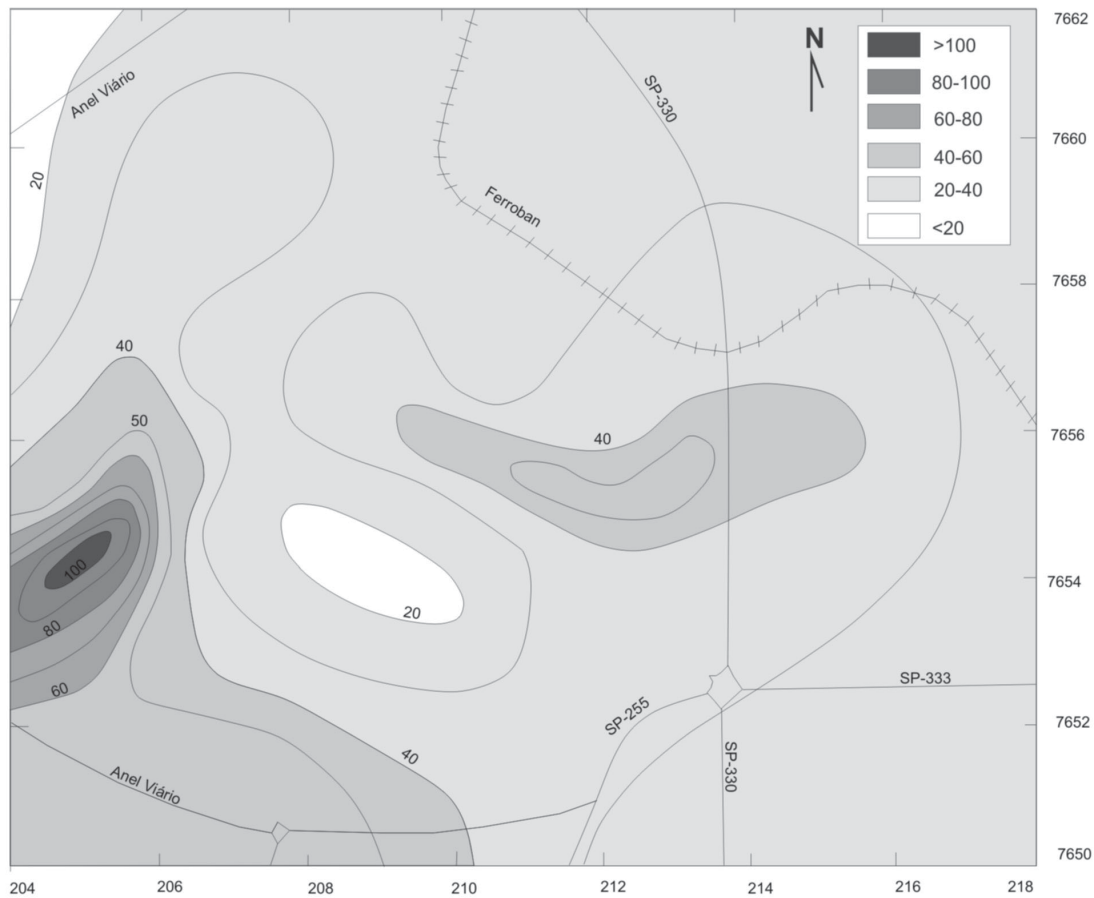


FIGURA 8. Mapa de isópachas da litofácies de arenitos conglomeráticos do topo da Formação Pirambóia, na área de Ribeirão Preto (Fonte: Massoli, 2007).

Arenitos conglomeráticos da porção superior da Formação Pirambóia, aflorantes nos arredores de São Simão (SP), são classificados como imaturos devido à abundante quantidade de caulinitas, resultantes, provavelmente, da decomposição de grãos de feldspatos. A composição feldspática dos arenitos conglomeráticos aqui identificados, mencionada em diversas descrições de poços, indica imaturidade mineralógica dos sedimentos, que podem ser considerados subarcóseos. Tal constituição evidencia deposição sob condições de instabilidade tectônica, indicando área-fonte predominantemente quartzo-feldspática, tal como as rochas arqueanas do Complexo Varginha (migmatitos, granulitos), que fazem parte do Embasamento Cristalino na região, ou mesmo os arenitos imaturos, arcoseanos, da Formação Aquidauana (Wu, 1981), que se sobrepõem às rochas cristalinas.

O intervalo areno-pseftítico, aqui estudado, é correlacionável aos Arenitos Itirapina descritos por Caetano-Chang & Wu (2006), constituindo provavel-

mente fácies de leques aluviais de borda de deserto, depositados em canais fluviais entrelaçados, cujos depósitos sofreram frequente retrabalhamento eólico. No entanto, as rochas descritas por estes autores, diferentemente dos arenitos ora descritos, são principalmente quartzarenitos. Isto ocorre porque, como explicam Caetano-Chang & Wu (2006), “*os depósitos de leques aluviais podem ter suas áreas de suprimento bastante restritas, haja vista a compartimentação do sistema via canais alimentadores que abastecem o leque*”, de forma que a constituição litológica desses arenitos pode variar amplamente em diferentes áreas.

Os sedimentos da Formação Pirambóia, soto-postos à litofácies conglomerática, na área de Ribeirão Preto, são arenitos limpos ou possuem baixo teor de finos, como indicam os perfis de raios gama. Estes arenitos apresentam área-fonte e condições deposicionais diferentes das que deram origem aos arenitos grossos e conglomeráticos sobrepostos.

CONCLUSÕES

Os arenitos grossos e conglomeráticos encontrados na área do município de Ribeirão Preto são correlacionáveis estratigraficamente aos Arenitos Itirapina, descritos por Caetano-Chang & Wu (2006). Diferem, no entanto, quanto à maturidade mineralógica, uma vez que os arenitos conglomeráticos de Ribeirão Preto podem ser considerados subarcoseanos, com matriz caulínítica, em grande parte provavelmente derivada da decomposição de feldspatos.

O reconhecimento desta fácies, na área de estudo, foi feito por meio de perfilagens geofísicas e pela descrição litológica de poços tubulares. Nas curvas de raios gama e de resistividade, as evidências de elevado conteúdo em argilominerais (alta radioatividade e baixa resistividade) distinguiram-na das fácies essencialmente eólicas, adjacentes.

Estes arenitos conglomeráticos soto-põem-se à Formação Botucatu, em contato discordante, constituindo

importante marco de controle litoestratigráfico na área de estudo, principalmente quando se utilizam dados de poços perfurados para captação de águas, que em geral não atingem a base do Sistema Aquífero Guarani.

A presença de arenitos grossos e conglomeráticos, inclusive conglomerados, imaturos a submaturos, indica sua posição na parte médio-superior de leques aluviais, em condições de instabilidade tectônica, cujos depósitos são constantemente retrabalhados pelo vento. A imaturidade desses sedimentos sugere sua origem, na área, tanto a partir de rochas quartzo-feldspáticas do Embasamento Cristalino (Complexo Varginha), como de arenitos feldspáticos da Formação Aquidauana.

O mapa de isópacas da litofácies de arenitos grossos e conglomeráticos do topo da Formação Pirambóia mostra que as maiores espessuras situam-se na porção sudoeste da área, indicando paleocorrentes para SW ou WSW.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto (DAERP), pelo acesso ao banco de dados da instituição, e ao LEBAC (Laboratório de Estudos de Bacias/ UNESP), pelo suporte técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSINE, M.L. & SOARES, P.C. Interação flúvio-eólica na Formação Pirambóia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1995, Águas de São Pedro. **Boletim de Resumos...** Rio Claro: SBG/NSP, 1995, p. 65.

2. ASTIER, J.L. **Geofísica Aplicada a la Hidrogeología**. Editora Paraninfo, Madrid, Espanha, 344 p., 1975.
3. BÓRIO, N.J. **Geologia da Área de São Pedro, SP**. Rio Claro, 1973. 125 p. Tese (Doutoramento) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro.
4. CAETANO-CHANG, M.R. **A Formação Pirambóia no Centro-Leste do Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1997. 196 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
5. CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. Bacia do Paraná: Formações Pirambóia e Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Roteiro de Excursão...** São Paulo, 1992, n. 2, p. 1-19.
6. CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. A composição faciológica das formações Pirambóia e Botucatu no centro-leste paulista e a delimitação do contato entre as unidades. In: SIMPÓSIO DE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1, 1993, Rio Claro/SP. **Boletim de Resumos...** Rio Claro, 1993, p. 93.
7. CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. As formações Pirambóia e Botucatu no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1995, Águas de São Pedro. **Boletim de Resumos...** Rio Claro SBG/NSP, 1995, p. 64.
8. CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. Arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Pirambóia no centro-leste paulista. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, p. 296-304, 2006.
9. COTTAS, L.R.; GODOY, A.M.; GERALDES, M.C. Novas considerações petrográficas e estratigráficas sobre as formações Pirambóia e Botucatu da Bacia Sedimentar do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1986, n. 1, p. 191-205.
10. LANZARINI, W.L.; COSTA, M.G.F. DA; CRUZ, C.E.S. Reconhecimento da fácies sedimentar eólica em subsuperfície: critérios e exemplos de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1986, n. 1, p. 233-245.
11. MASSOLI, M. **Caracterização Litofaciológica das Formações Pirambóia e Botucatu, em Subssuperfície, no Município de Ribeirão Preto (SP), e sua Aplicação na Prospecção de Águas Subterrâneas**. Rio Claro, 2007. 171 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
12. MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.
13. PAULA E SILVA, F. **Geologia de Subssuperfície e Hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. Rio Claro, 2003. 166 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
14. PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO-CHANG, M.R. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. **Geociências**, v. 22 (nº Especial), p. 21-32, 2003.
15. PRESSINOTTI, M.M.N. **Caracterização Geológica e Aspectos Genéticos dos Depósitos de Argilas do Tipo “Ball Clay” de São Simão**. São Paulo, 1991. 141 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
16. RICCOMINI, C.; GIMENEZ FILHO, A.; ALMEIDA, F.F.M. DE. Considerações sobre a estratigrafia do Permo-Triássico na região da Serra do Cadeado, Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, v. 2, p.754-763, 1984.
17. SOARES, P.C. **O Mesozóico Gondwânico no Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1973. 153 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro.
18. SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P.M.R. Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973, v. 1, p. 209-228.
19. WU, F.T. **Minerais Pesados das Seqüências Paleozóica e Mesozóica no Centro-Leste do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. 78 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

*Manuscrito Recebido em: 18 de setembro de 2007
Revisado e Aceito em: 16 de janeiro de 2008*