

CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM FORMAÇÕES CENOZÓICAS DA DEPRESSÃO PERIFÉRICA

" A Experiência de Porto Ferreira - SP "

GROUND WATER EXPLORATION IN CENOZOIC FORMATIONS OF PERIPHERAL DEPRESSION

"The Porto Ferreira - SP Experience"

FLAVIO DE PAULA E SILVA

Geodata - Consultoria e Projetos Hidrogeológicos
Rua Dr. Aldo Lupo, 316 - Araraquara / SP
CEP 14802-520 Telefax (0162) 369930

SERGIO APARECIDO ANTONINI

Prefeitura Municipal de Porto Ferreira
Praça Cornélio Procópio, 90

RESUMO

A perfuração de poços para captação de água subterrânea realizadas na Cidade de Porto Ferreira, leste-nordeste do Estado de São Paulo, em sedimentos cenozóicos atribuídos à Formação Pirassununga, propiciaram informações geológicas até então ignoradas. Constataram, também, a viabilidade dessas captações no abastecimento público municipal. As características hidrogeológicas excelentes comprovadas em amostras de calha, perfis geofísicos e poços da área, permitem a captação a pequenas profundidades (inferior a 50 metros) e em grandes volumes (25 a 50 m³/h). O controle da topografia pretérita na deposição das camadas cenozóicas e sua influência nas características hidrodinâmicas ficaram claramente demonstrados pelos dados hidrogeológicos obtidos, direcionando as locações dos poços para as porções deprimidas do embasamento. Dentro do contexto geomorfológico da Depressão Periférica Paulista vislumbra-se a existência de áreas urbanizadas em bacias correlatas, cujos processos genéticos atuantes na deposição de seus sedimentos guardam estreita correlação, tornando-as, em consequência, atrativas e promissoras para captação através de poços tubulares rasos, como são os casos de Rio

Claro, Vargem Grande do Sul, Casa Branca, entre outros.

ABSTRACT

A drilling program for water in Cenozoic deposits (Pirassununga Formation) for the city of Porto Ferreira, in eastern-northeastern of São Paulo State has provide valuable data of their water resources and lithology. Large volumes of water (25 to 50 m³/h) can be obtained at depths as shallow as 50 m or less. Basement topography has a strong control on the water yield of these Cenozoic deposits - yield in highest in erosional vallies filled with thick rather than thin Cenozoic sands. These relations should also apply elsewhere - in Rio Claro, Vargem Grande do Sul, Casa Branca, etc - in the Perifheral Depression of São Paulo State.

1 - INTRODUÇÃO

As coberturas sedimentares cenozóicas designadas genericamente de "formações superficiais", apesar de mostrarem extensa distribuição por todo o território paulista, "tem sido normalmente

consideradas como uma delgada cobertura desprezível nos levantamentos geológicos" (MELO et. al., 1983). O reflexo desta postura se traduz no descaso quanto ao desenvolvimento de pesquisas que possam auxiliar no conhecimento de sua estratigrafia, características litológicas, gênese e avaliação do potencial hídrico para fins de abastecimento público.

Perfurações pioneiras, bem projetadas tecnicamente, adequadas às condições hidrogeológicas locais, realizadas na cidade de Porto Ferreira, leste-nordeste do Estado de São Paulo, em sedimentos cenozóicos atribuídos à Formação Pirassununga depositados em porções deprimidas do embasamento paleozóico, propiciaram informações geológicas até então ignoradas e constataram a viabilidade dessas captações no abastecimento público municipal.

Considerando o posicionamento estratigráfico das coberturas cenozóicas no contexto geomorfológico da Depressão Periférica Paulista, jazendo normalmente sobre formações paleozóicas pouco permeáveis e de baixa produtividade, vislumbra-se a perspectiva de obtenção de resultados semelhantes em bacias correlatas, presentes em áreas urbanizadas, como Rio Claro, Vargem Grande do Sul, Casa Branca, etc.

2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA LOCAL

Entre os trabalhos prévios de levantamento geológico realizados na área de Porto Ferreira, em escala de detalhe, destaca-se o de MASSOLI (1983). No presente texto a ênfase será dada apenas às formações geológicas relacionadas diretamente aos objetivos do trabalho, desconsiderando-se as formações aluvionares quaternárias. Dada a íntima associação entre gênese dos depósitos cenozóicos e evolução do relevo da Depressão Periférica, teceremos algumas considerações geomorfológicas pertinentes. Os dados de poços tubulares que deram origem a este trabalho encontram-se na TABELA 01.

2.1 - Geomorfologia

A região de Porto Ferreira situa-se em domínios da Depressão Periférica Paulista (FIGURA 01), zona do Mogi Guaçu, conforme proposta de ALMEIDA (1964). Caracteriza-se a Depressão Periférica por um compartimento deprimido situado entre o Planalto Atlântico, a leste e as Cuestas Basálticas, a oeste, correspondendo à faixa de ocorrência das sequências sedimentares infrabasálticas paleozóicas e mesozóicas e pequenas áreas de rochas pré-cambrianas.

A topografia da área é bastante suave, constituindo colinas levemente onduladas e altitudes variando de 600 metros nos interflúvios a 520 nas drenagens. Em direção ao norte-nordeste o relevo torna-se mais acentuado, com morros sustentados por diabásio, atingindo altitudes de 800 metros, constituindo soleiras locais (MASSOLI, 1983).

A rede hidrográfica é governada pelo Rio Mogi Guaçu que atravessa a cidade em seu traçado conseqüente em direção ao oeste paulista.

2.2 - Estratigrafia

A área em questão compreende um substrato paleozóico constituído pela Formação Corumbataí, com eventuais intrusões de diabásio, recoberto nos interflúvios por depósitos cenozóicos atribuídos à Formação Pirassununga. Ao longo dos vales das principais drenagens ocorrem depósitos aluvionares quaternários (FIGURA 02).

a) - Formação Corumbataí

Caracteriza-se a Formação Corumbataí por camadas de siltitos e argilitos, de cores arroxeadas, esverdeadas e acinzentadas, maciços ou com acamamento plano-paralelo, podendo ocorrer intercalações de arenitos finos e siltitos carbonáticos, em camadas centimétricas (MASSOLI, 1983).

Sua área de ocorrência restringe-se aos vales dos principais cursos de água, onde sofreu entalhe e recobrimento parcial por depósitos aluvionares atuais. Seu topo apresenta-se bastante irregular no contato com as formações superficiais, como atestam os dados da Tabela 01.

b)- Formação Pirassununga

A Formação Pirassununga (FREITAS et alii, 1979) é descrita como "sedimentos inconsolidados, cor castanho claro, sem estruturas sedimentares, areno-argilosos, granulação variando entre frações areia fina e silte grosso (com predomínio desta), muito pobremente selecionados, com linha de seixos ou cascalheira com seixos de quartzo, quartzito e limonita na base e espessura bastante variável, atingindo até 15 metros em sondagens " (MASSOLI, 1983).

Os dados obtidos com a perfuração de poços foram discordantes com as assertivas acima e evidenciaram um arcabouço geológico diferente para a referida formação. As características litológicas observadas em amostras de calha permitem a distinção de dois intervalos estratigráficos: o superior, com espessuras que variam grosso modo desde 15 a 20 metros, constituído por depósitos arenosos de granulometria fina a média, elevado teor de matriz siltico-argilosa e coloração predominantemente avermelhada; o inferior, com espessuras variando, em média, desde 20 a 25 metros, constituído por areias de granulometria variável, desde fina a grossa, às vezes conglomeráticas, com seixos de quartzo e quartzito, de tonalidades castanho claro, mal selecionadas, com freqüente película e fragmentos de limonita e ocasionais intercalações de camadas delgadas de argilito de cores amarela a vermelha.

Os poços perfurados constataram espessuras totais variando de 38 a 43 metros para os sedimentos cenozóicos, com exceção do poço P-4 (Cohab) que detectou apenas 24. Neste último, somente a sequência superior foi observada, o que demonstra o controle da e da topografia pretérita do substrato na deposição desta unidade.

Todas as perfurações mencionadas atravessaram o Cenozóico e atingiram o topo do Paleozóico, representado pela Formação Corumbataí, com exceção do poço P-1 que atingiu um corpo de diabásio na cota 552 metros. Outra constatação bastante interessante é que neste

último a unidade basal é relativamente mais argilosa comparada aos outros poços, fato que reafirma a influência das irregularidades do substrato no controle deposicional da unidade.

2.3 - Gênese da Formação Pirassununga

Os sedimentos atribuídos à Formação Pirassununga, no entender de autores como ANDRADE & SOARES (1971), são correlacionáveis à Formação Rio Claro, definida por BJORNBERG & LANDIM (1966). Por outro lado, CAVALCANTE et alii (1979) entendem que não se pode ainda estabelecer correlações regionais, contudo, admitem que a distribuição desta unidade seja mais ampla. PONÇANO (1981) considera que estas relações não estão ainda suficientemente esclarecidas, limitando a designação de Formação Rio Claro à área onde foi originalmente definida.

Estudos efetuados por FÚLFARO & SUGUIO (1968) distinguem na Formação Rio Claro duas sequências: uma inferior, com espessura máxima de 20 metros, constituída de arenitos a arenitos conglomeráticos e, secundariamente, por argilas dispostas em leitos; a superior mais argilosa, com brechas intraformacionais freqüentes e lentes arenosas subordinadas. BJORNBERG & LANDIM (op. cit.) caracterizam-na como constituída por sedimentos predominantemente areníticos, por vezes conglomeráticos, com lamínas e leitos de argila subordinados, com até 30 metros de espessura, ocupando patamares topográficos entre as cotas 600 e 800 metros, conforme definição formal. As características estratigráficas apontadas por FÚLFARO & SUGUIO (op. cit.) para a Formação Rio Claro parecem concordar plenamente com aquelas verificadas na Formação Pirassununga em Porto Ferreira. Mesmo admitindo tratar-se de bacias independentes "alveolares escalonadas ao longo de antigos eixos de drenagem", de acordo com concepção de PENTEADO (1976), pode-se inferir que os condicionantes geológicos, geomorfológicos e climáticos atuaram de modo similar em ambas as bacias.

mil reais), muito pequeno se comparado com os custos para perfuração de poços muito profundos, da ordem de R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais) ou mais.

Os projetos de captação através de poços tubulares devem obedecer aos seguintes critérios na sua elaboração:

- a locação do poço deverá ser definida nas porções onde o substrato paleozóico é mais deprimido, ou seja, a espessura do cenozóico será maior. Somente nestas porções é que ocorrem arenitos grosseiros a conglomeráticos na base da unidade, com excelentes características e permoporosidade.

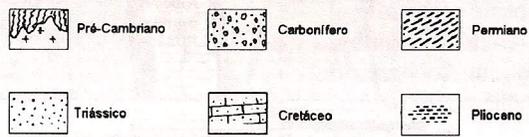
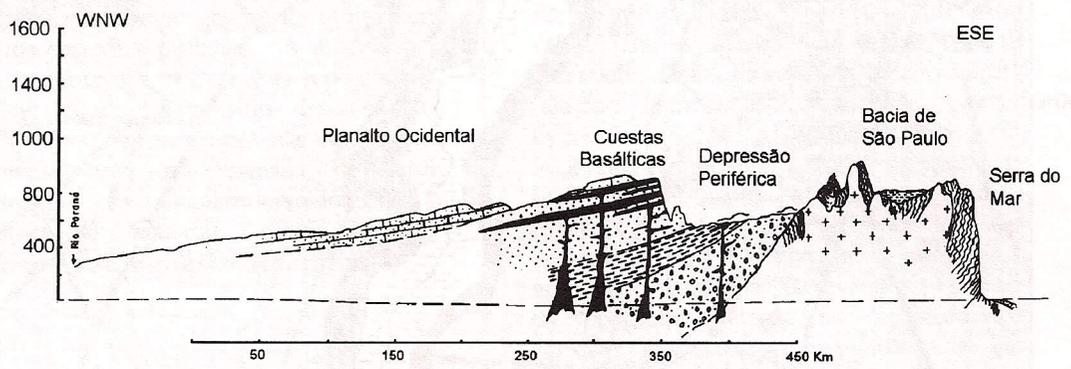
devido às características hidroquímicas do aquífero cenozóico os projetos devem dar preferência a revestimento em PVC para evitar ataques corrosivos, gosto de ferrugem na água e aumentar a durabilidade dos poços.

TABELA 01 - Dados de Poços Perfurados em Porto Ferreira - SP

	Poços Perfurados				
	1	2	3	4	5
Dados Gerais					
Local	Jd. S. Marta	Jd. A. Claras	G. Lamela	Cohab	M. Jesus
Coordenada UTM X	243,35	241,75	245,85	246,00	244,45
Coordenada UTM Y	7578,40	7582,15	7580,65	7580,85	7578,50
Cota Terreno (m)	590	590	570	570	565
Ano de Perfuração	1994	1993	1992	1992	1990
Profundidade (m)	46	50	50	28	50
Dados Estratigráficos					
Prof. do Embasamento (m)	38	43	42	24	40
Cota do Embasamento (m)	552	547	528	546	525
Embasamento	diabásio	Fm. Corumbataí	Fm. Corumbataí	Fm. Corumbataí	Fm. Corumbataí
Espessura do Cenozóico (m)	38	43	42	24	40
Dados Hidrogeológicos					
Nível estático (m)	12,10	28,14	25,30	21,30	22,64
Cota do Nível Estático (m)	577,90	581,86	544,70	548,70	542,36
Vazão de Produção (m³/h)	12,00	33,60	30,00	1,00	11,98
Vazão Específica (m³/h/m)	1,37	12,13	9,52	0,19	7,93

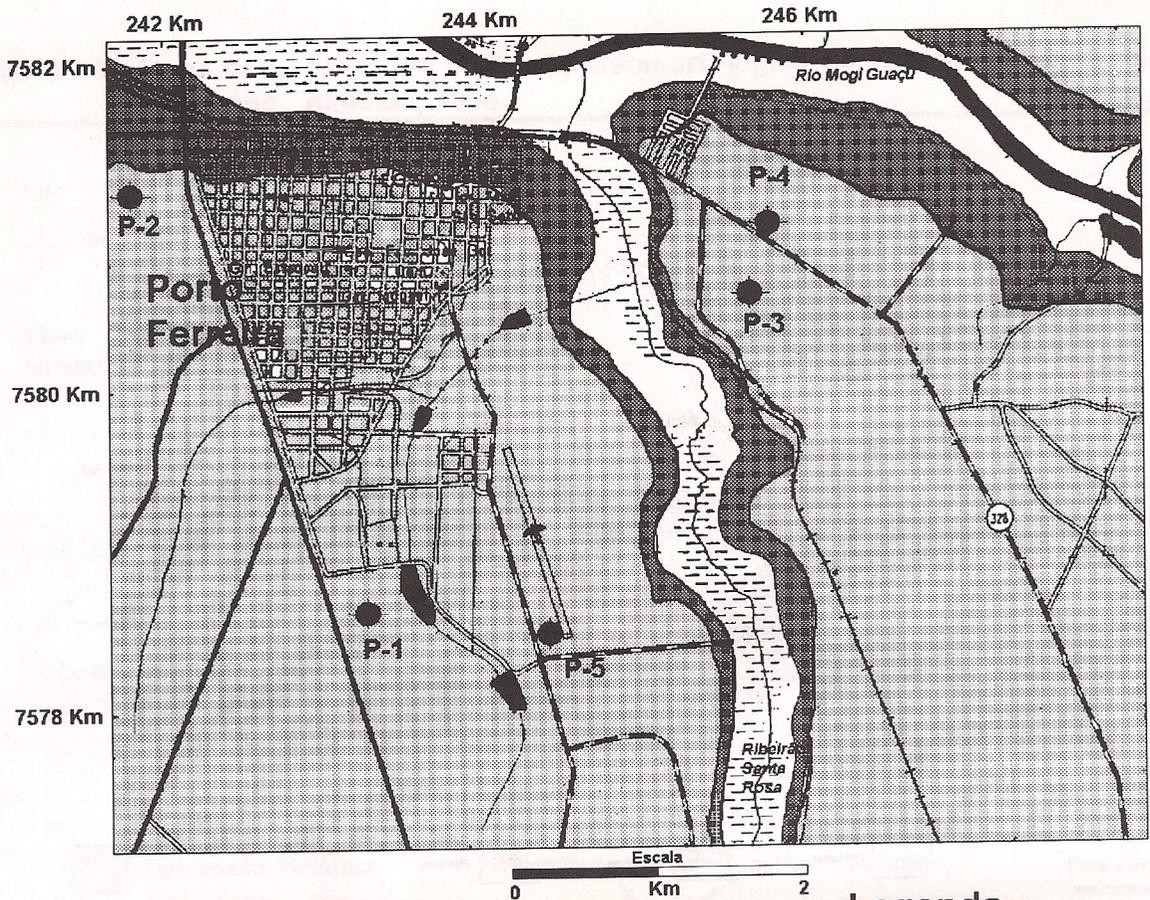
Figura 01 - Mapa de Localização e Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, segundo Almeida, 1964.





* Modificado de Ab'Saber, 1956

(Continuação Figura 1)



Estratigrafia

-  **Aluviões Atuais**
Quaternário
-  **Formação Pirassununga**
Terciário
-  **Formação Corumbatal**
Permiano

Legenda

-  Cidade
-  Rodovia
-  Drenagem
-  Contato Geológico
-  Poços Estudados

Figura 02 - Mapa Geológico Simplificado da Área Estudada

Sob esta ótica, parece-nos mais provável um modelo de deposição fluvial para a Formação Pirassununga, baseado na interpretação de FÚLFARO & SUGUIO (op. cit.) para a Formação Rio Claro. A deposição teria-se dado inicialmente no preenchimento das irregularidades escavadas pela própria drenagem conseqüente durante fase morfogenética, de modo torrencial e sob controle de soleiras a norte-nordeste, atestados pelos arenitos grosseiros e conglomeráticos da seqüência basal. A presença de delgadas camadas de argila intercaladas às areias grosseiras indicariam efêmeros episódios lacustres. À medida em que se acentuavam os desníveis topográficos entre as soleiras e o sítio deposicional, ocorria um represamento da drenagem juntamente com a expansão do sítio deposicional e conseqüentemente, a deposição de materiais mais finos e argilosos sob águas mais calmas.

3 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA FORMAÇÃO PIRASSUNUNGA

Os dados hidrogeológicos obtidos com a perfuração de poços na Formação Pirassununga, em Porto Ferreira, estão dispostos na Tabela 01. A localização dos poços dentro do contexto geológico local pode ser visualizada na Figura 02.

Os estudos pioneiros realizados em Porto Ferreira com o objetivo de captar água subterrânea para abastecimento público foram iniciados a partir de 1990 com a perfuração do poço P-5, na entidade assistencial de menores conhecida como Mansão de Jesus. Até então, os estudos hidrogeológicos existentes na área eram pessimistas com relação à captação de água através de poços. A obra, construída com verba do estado, havia sido projetada para vazão máxima de 5 m³/h, com base nos levantamentos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo -

DAEE. Durante a perfuração do poço constatou-se a presença de areias grosseiras a conglomeráticas na metade inferior do pacote cenozóico, fato que despertou a atenção para a possibilidade de obtenção de vazões mais elevadas. A partir daí, as perfurações seguintes passaram a ser melhor planejadas e os resultados alcançados foram expressivos.

Os poços tubulares tecnicamente bem projetos e locados em Porto Ferreira podem extrair vazões da ordem de 25 a 50 m³/h, em profundidades médias de 40 a 45 metros. As vazões específicas tem variado de 1,37 a 12,13 m³/h/m, contudo, sabe-se que estes valores tendem a aumentar com o grau de desenvolvimento do poço, fato observado pela relação incremento da vazão versus incremento da vazão específica na Tabela 01. Poços que captam água somente da seqüência superior da Formação Pirassununga, como é o caso do P-04 (Cohab), locado fora das depressões do "embasamento paleozóico" apresentam vazões desprezíveis. O controle da topografia pretérita na deposição das camadas cenozóicas e sua influência nas características hidrodinâmicas pode ser constatado no P-01, onde o embasamento local constituído por um sill de diabásio ligeiramente alçado, propiciou a deposição de sedimentos mais ricos em argila e silte, resultando num poço com vazão específica comparativamente mais baixa, da ordem de 1,37 m³/h/m.

As cotas da superfície livre do lençol aquífero mostram alguma variabilidade que pode ser explicada por dois motivos: erro na avaliação da cota do terreno extraída de mapas topográficos na escala 1:50.000 e compartimentação e desnivelamento das sub-bacias, favorecendo a diversificação dos regimes de fluxo subterrâneos.

As vantagens da captação de água subterrânea através de poços tubulares na Formação Pirassununga podem ser agrupadas em:

características hidrogeológicas excelentes observadas em amostras de calha, perfis geofísicos e poços da área, permitindo a captação a pequenas profundidades (inferior a 50 metros) e em grandes volumes (25 a 50 m³/h);

- custo total do investimento, incluindo construção do poço e instalação de equipamentos, inferior a R\$ 20.000,00 (vinte

04 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos e perfurações realizados na área urbana de Porto Ferreira, em sedimentos cenozóicos atribuídos à Formação Pirassununga, propiciaram a aquisição de informações geológicas até então ignoradas e mostraram a viabilidade do suprimento de água da cidade através de poços tubulares de pequena profundidade, estrategicamente localizados e tecnicamente bem construídos.

A despeito dos resultados concretos alcançados, o nível de conhecimento hidrogeológico da área é ainda insuficiente devido a inexistência de afloramentos e escassez de dados precisos de subsuperfície, aliados às irregularidades do embasamento paleozóico, fator determinante no comportamento aquífero do cenozóico local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura de Porto Ferreira pela cessão dos dados dos poços tubulares municipais e incentivo ao desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também aos professores da UNESP de Rio Claro, Paul E. Potter e José Alexandre J. Perinoto, pela elaboração do Abstract e sugestões.

Dentro do contexto geomorfológico da Depressão Periférica Paulista vislumbra-se a existência de áreas urbanizadas em bacias cenozóicas correlatas ou similares, cujos processos genéticos atuantes na deposição de seus sedimentos guardam estreita correlação. Em consequência, as perspectivas de abastecimento através de poços tubulares rasos tornam-se atrativas e promissoras, como é o caso de Rio Claro, Vargem Grande do Sul, Casa Branca, etc.

Por outro lado, os Municípios presentes nessas áreas precisam ser conscientizados da importância estratégica desses reservatórios subterrâneos e investirem em projetos que concretizem o mapeamento das áreas de ocorrência desses aquíferos; a determinação das características hidrodinâmicas como permeabilidade, transmissividade, armazenamento, interferência, etc; normas de proteção aos aquíferos e fiscalização das perfurações; mapas de vulnerabilidade, etc.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de - 1964 - **Os fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. Bol. IGG, São Paulo, (41):169-263.
- ANDRADE, S. M. de & SOARES, P. C. - 1971 - **Mapa Geológico de semi-detalhe do Centro-Leste de São Paulo, Bacia do Paraná**. Rio de Janeiro, Petrobrás DESUL. Escala 1.100.000.
- BJORNBERG, A. J. S. & LANDIM, P. M. B. - 1966 - **Contribuição ao Estudo da Formação Rio Claro (neocenoico)**. Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 15 (4):43-67.
- CAVALCANTE, J. C. et alii - 1979 - **Projeto Sapucaí, Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; relatório final de geologia**, Brasília, DNPM/CPRM, Superintendência Regional de São Paulo. 299 p. il. (DNPM, Série Geologia 5. Seção Geológica Básica 2).
- FREITAS, R. O. de et alii - 1979 - **Projeto de Levantamento Geológico de Formações Superficiais**. In: 2º Simpósio Regional de Geologia, Rio Claro - SP, V.2, p. 263-277.
- FÚLFARO, V. J. & SUGUIO, K. - 1968 - **A Formação Rio Claro, neocenoico, e seu ambiente de deposição**. OIGG, São Paulo, 20:45-60.
- MEZZALIRA, S. - 1965 - **Folha Geológica Provisória de Casa Branca**. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico. Escala 1:100.000.
- MELO, M. S. de et al - 1983 - **Gênese, Distribuição e Estratigrafia dos Depósitos Cenozoicos no Estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT. São Paulo. Monografia 9.
- MASSOLI, M. - 1983 - **Geologia da Folha de Pirassununga**. Rev. Instituto Geológico, São Paulo, 4(1/2):24-51, jan/dez.
- PONÇANO, W. L. - 1981 - **O Cenozoico Paulista**. In: Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, v1, escala 1:500.000.
- PENTEADO, M. M. - 1976 - **Geomorfologia do Setor Centro Ocidental da Depressão Periférica Paulista**. São Paulo, IGEOG/USP. 86p. (Série Teses e Monografias 22).