

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO HIDROGEOLOGICO DO SISTEMA AQUIFERO BOTUCATU/PIRAMBOIA E METODOLOGIA DE PERFURACAO

. FERNANDO WILI BASTOS FRANCO FILHO
. JOAO CARLOS SIMANKE DE SOUZA
..KENICHI YAMAMOTO
..VALDOMIRO ALEGRI

RESUMO

O presente trabalho foi elaborado com o intuito de revisar e definir características hidrogeológicas e hidroquímicas da água das Formações Botucatu e Pirambóia, a partir de dados obtidos durante a perfuração de poço tubular profundo para reforço do abastecimento público da cidade de Fernandópolis - São Paulo, servindo de base para recuperação de poço tubular existente, ambos explorando o sistema aquífero acima citado.

. Geólogos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - (SABESP)
..Geólogos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - (CPRM)

INTRODUÇÃO

Com o incremento da demanda de água potável para o abastecimento público da cidade de Fernandópolis-SP, agravado pela queda de produção dos Poços P.I e P.II existentes, tornou-se necessário a perfuração de novo poço para suprir esta deficiência de manancial. Foi contratada a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM- a qual ficou encarregada dos serviços de perfuração, complementação, desenvolvimento e testes de produção do mesmo. O projeto, executado pela equipe técnica da SABESP, visava a captação de água subterrânea do aquífero Botucatu/Pirambóia estimando-se uma vazão em torno de 500 m³/h. Após a perfuração do poço foi obtido como resultado final um poço com vazão jorrante de 99 m³/h, vazão de teste de 520 m³/h com nível estático + 13 m, nível dinâmico 79,35 m e teor de areia de 3 ppm.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A região em estudo encontra-se na porção NE da Bacia Sedimentar do Paraná, a NW do Estado de São Paulo. O Poço III perfurado situa-se a cerca de 7 km a NW da cidade de Fernandópolis, tendo como acesso a rodovia Prefeito João Carlos Stuchi, próximo à margem esquerda do Córrego da Aldeia, definido pelas coordenadas UTM 7760 N e 580,35 E. De acordo com levantamento altimétrico feito pela SABESP, a cota da boca do poço é de 436 m acima do nível do mar; nas figuras 1 e 2 temos respectivamente a posição da área em relação ao Estado de São Paulo e no contexto geral da Bacia do Paraná.

GEOLOGIA REGIONAL

A área em estudo localiza-se na porção NW do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 50°30'W - 20°00'S e 50°00'E, quase na sua totalidade aflorando rochas pertencentes ao Grupo Bauru. Este é constituído pelas Formações Adamantina e Santo Anastácio e em pequena área aflorante da Formação Serra Geral - Grupo São Bento. Cessados os derrames da FM. Serra Geral observou-se uma tendência geral para o soerguimento epirogenético em toda a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro. A porção N da Bacia, entretanto, comportou-se como uma área negativa, relativamente aos soerguimentos marginais. Nesta área deprimida acumulou-se o Grupo Bauru no Cretáceo superior, recobrindo os derrames tabulares basálticos do Planalto Ocidental (fig. 1). Segundo Suguio et alii (1977, pág. 241) contemporaneamente à sedimentação Bauru não ocorreram intensos movimentos tectônicos, a não ser

e contínuo soerguimento dos arcos marginais, nas áreas próximas às bordas da bacia.

- FORMAÇÃO ADAMANTINA

Esta formação ocorre por vasta extensão do W do Estado de São Paulo sobrepondo-se às unidades pretéritas, sendo recoberto, em parte, pela Formação Marília e por depósitos Cenozóicos. Forma um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação fina a muito fina, cor róseo a castanho, com espessuras variando entre 2 e 20m e bancos de lamitos e siltitos de cor castanho avermelhado a cinza castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro. São comuns a ocorrência de cimento e nódulos carbonáticos. As maiores espessuras, encontram-se entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema. O contato inferior da Formação Adamantina com a Formação Santo Anastácio é transicional e interdigitada e localmente contatos bruscos e o contato com os basaltos da Formação Serra Geral é erosivo, aparecendo as vezes um delgado nível de brecha.

= FORMAÇÃO SERRA GERAL

O Grupo São Bento de idade Jurássico-Cretácea, divide-se em dois pacotes distintos: - Formação Serra Geral com basaltos toleíticos e a Formação Botucatú/Pirambóia mais antiga, de natureza eólica e fluvial. Do Neo-Triássico ao Neo-Cretáceo o continente Sul Americano foi sujeito a intenso fraturamento em área de grande extensão; imensa quantidade de magma do sítio extravasou através destas geoclases produzindo uma série de derrames ou trapps. Os dados de sondagens e executadas nesta Formação indicam espessuras da ordem de 2 a 3m até 95 a 98m para cada derrame. O maior número de derrames conhecidos no Estado ocorre na área do poço de Presidente Prudente (CPRM) num total de 33 derrames (em 1220m de basalto), enquanto que a maior espessura dos mesmos é no poço da Petrobrás em Presidente Epitácio com 1532m em 32 derrames. Ocorrem também arenitos interderrames de maneira generalizada com espessuras de 2 a 40m, granulação fina a muito fina cor castanho rosado. Inúmeros são também os diques e sills de diabásio referíveis ao mesmo ciclo magmático de vulcanismo, confirmando os através de datações absolutas.

- FORMAÇÃO BOTUCATU

A Formação Botucatú (JK b) em São Paulo, está numa faixa contínua às faldas das Serras basálticas e em suas escarpas. Cobre área mais extensa entre os rios Piracicaba e Mogi-Guaçu. O contato inferior, no Vale do rio Grande, na região Nordeste do Estado faz-se localmente com rochas pré-Cambrianas, porém na Depressão Periférica ela recobre a Formação Pirambóia. Neste caso, o contato pode ser concordante, com modificação gradual da litologia. Noutros locais a mudança litológica é brusca podendo ocorrer na base da Formação Botucatú, camadas ou lentes de arenito conglomerático com estratificação cruzada. O contato superior com a Formação Serra Geral, faz-se por interdigitação. A Formação Botucatú constitui-se quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média uniforme. São avermelhados e exibem estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte. Localmente, sobretudo nas partes baixas do pacote intercalam-se arenitos de deposição sub-aquosa. Constituem corpos lenticulares de arenitos heterogêneos de granulação média a grossa passando a arenitos conglomeráticos. A espessura total da Formação Botucatú varia em São Paulo entre 50 e 100m, porém em sondagens provavelmente esses valores podem chegar a 200m, na área em estudo variou entre 84 e 143 m.

- FORMAÇÃO PIRAMBÓIA

A Formação Pirambóia (Tr Jp) está exposta ao longo de toda a faixa de ocorrência dos sedimentos mesozóicos na Depressão Periférica, porém inexistente no Vale do rio Grande. A mesma repousa em discordan

o contínuo soerguimento dos arcos marginais, nas áreas próximas às bordas da bacia.

- FORMAÇÃO ADAMANTINA

Esta formação ocorre por vasta extensão do W do Estado de São Paulo sobrepondo-se às unidades pretéritas, sendo recoberto, em parte, pela Formação Marília e por depósitos Cenozóicos. Forma um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação fina a muito fina, cor róseo a castanho, com espessuras variando entre 2 e 20m e bancos de lamitos e siltitos de cor castanho avermelhado a cinza castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro. São comuns a ocorrência de cimento e nódulos carbonáticos. As maiores espessuras, encontram-se entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema. O contato inferior da Formação Adamantina com a Formação Santo Anastácio é transicional e interdigitada e localmente contatos bruscos e o contato com os basaltos da Formação Serra Geral é erosivo, aparecendo as vezes um delgado nível de brecha.

= FORMAÇÃO SERRA GERAL

O Grupo São Bento de idade Jurássico-Cretácea, divide-se em dois pacotes distintos: - Formação Serra Geral com basaltos toleíticos e a Formação Botucatú/Pirambóia mais antiga, de natureza eólica e fluvial. Do Neo-Triássico ao Neo-Cretáceo o continente Sul Americano foi sujeito a intenso fraturamento em área de grande extensão; imensa quantidade de magma do síma extravasou através destas geoclases produzindo uma série de derrames ou trapps. Os dados de sondagens e executadas nesta Formação indicam espessuras da ordem de 2 a 3m até 95 a 98m para cada derrame. O maior número de derrames conhecidos no Estado ocorre na área do poço de Presidente Prudente (CPRM) num total de 33 derrames (em 1220m de basalto), enquanto que a maior espessura dos mesmos é no poço da Petrobrás em Presidente Epitácio com 1532m em 32 derrames. Ocorrem também arenitos interderrames de maneira generalizada com espessuras de 2 a 40m, granulação fina a muito fina cor castanho rosado. Inúmeros são também os diques e sills de diabásio referíveis ao mesmo ciclo magmático de vulcanismo, confirmados através de datações absolutas.

- FORMAÇÃO BOTUCATU

A Formação Botucatú (JK b) em São Paulo, está numa faixa contínua às faldas das Serras basálticas e em suas escarpas. Cobre área mais extensa entre os rios Piracicaba e Mogi-Guaçu. O contato inferior, no Vale do rio Grande, na região Nordeste do Estado faz-se localmente com rochas pré-Cambrianas, porém na Depressão Periférica ela recobre a Formação Pirambóia. Neste caso, o contato pode ser concordante, com modificação gradual da litologia. Noutros locais a mudança litológica é brusca podendo ocorrer na base da Formação Botucatú, camadas ou lentes de arenito conglomerático com estratificação cruzada. O contato superior com a Formação Serra Geral, faz-se por interdigitação. A Formação Botucatú constitui-se quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média uniforme. São avermelhados e exibem estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte. Localmente, sobretudo nas partes baixas do pacote intercalam-se arenitos de deposição sub-aquosa. Constituem corpos lenticulares de arenitos heterogêneos de granulação média a grossa passando a arenitos conglomeráticos. A espessura total da Formação Botucatú varia em São Paulo entre 50 e 100m, porém em sondagens provavelmente esses valores podem chegar a 200m, na área em estudo variou entre 84 e 143 m.

- FORMAÇÃO PIRAMBÓIA

A Formação Pirambóia (Tr Jp) está exposta ao longo de toda a faixa de ocorrência dos sedimentos mesozóicos na Depressão Periférica, porém inexistente no Vale do rio Grande. A mesma repousa em discordan

cia angular sobre camadas paleozóicas. No topo, a Formação Pirambóia pode passar à Formação Botucatú por mudança litológica mais ou menos gradual, ou manifesta-se em discordância erosiva quando a formação inferior se inicia por arenito conglomerático ou conglomerado basal. Litologicamente a formação caracteriza-se por uma sucessão de camadas arenosas mais comumente vermelhos, que alcançam em superfície até 350m de espessura. Os arenitos são geralmente de granulação média a fina, possuindo fração argilosa mais na parte inferior que na superior da formação, onde localmente ocorrem arenitos grossos, conglomeráticos. A Formação Pirambóia representa por suas características litológicas estruturais depósito de ambiente continental úmido, oxidante, predominantemente fluvial, em canais meandantes e planícies de inundações com pequenas lagoas esparsas.

GEOLOGIA ESTRUTURAL

A Bacia Sedimentar do Paraná comportou-se estruturalmente como uma sineclise intracratônica simétrica, onde não se tem notícias de atuação de esforços compressivos de vulto. A NW e NE do Estado temos falhas com direção NW e NS anteriores ao Cretáceo; a partir do Jurássico Superior temos a fase tectônica mais intensa que afetou esta região e vizinhanças (MS e PR), representada por um tectonismo do tipo tensional que originou fraturamentos e falhamentos normais, arqueamentos regionais e o aparecimento de estruturas dômicas. Na figura 2 acham-se indicadas as estruturas de maior ordem da bacia, assim como sua Depressão Central, de mais persistente subsidência, e os alinhamentos estruturais mais claramente reconhecíveis em São Paulo. Acha-se assinalada a posição que ocupa o Estado no NE da Bacia, disposto entre duas estruturas de tendência escensional, a Flexura de Goiânia (próxima à área estudada) e o Arco de Ponta Grossa. Na referida figura acham-se também assinalados os alinhamentos estruturais de Guapiara e do Tietê.

CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO LOCAL

A região estudada hidrogeologicamente apresenta 4 aquíferos distintos a saber: a) Formação Adamantina com espessuras entre 40 e 200 m constituindo-se aquífero pobre, com vazões oscilando entre 2 e 20 m³/h capacidades específicas da ordem de 0,06 a 0,8 m³/h.m e transmissividades de 5 a 50 m²/dia. A Comunidade de Fernandópolis conta com 15 poços, alguns aproveitáveis, sendo que inúmeras comunidades menores e distritos são abastecidas por água subterrânea desta Formação, a través de poços tubulares. No presente caso este aquífero é isolado e revestido constituindo-se o espaço para câmara de bombeamento dos poços de grande porte. b) Formação Serra Geral com espessuras em torno de 1200m constituindo-se um aquífero médio a bom, com vazões oscilando entre 8 e 100 m³/h, capacidades específicas de ordem de 0,12 a 62 m³/h.m e transmissividades altas. Nesta formação temos 65 poços perfurados na região com profundidades de 65 a 220 m. Sua condição é de semi-confinamento acompanhando o grosso modo os níveis piezométricos do aquífero sedimentar sobreposto (níveis estáticos de 3 a 40 m). c) Formação Botucatú com espessura local de 84 a 143 m; um aquífero excelente, com vazões oscilando entre 500 e 700 m³/h, capacidades específicas entre 4 e 19 m³/h.m (S.J. Rio Preto) e transmissividade aparente em torno de 600 m²/dia. d) Formação Pirambóia com características semelhantes à Formação acima apresentada provavelmente transmissividade, vazão e capacidade específicas menores em face do maior teor de argila presente nos arenitos, motivo pelo qual tem contribuição irrisória ou inexistente nos poços responsáveis pelo abastecimento da cidade. Apresentamos na figura 3 a seção geológica com relacionamento as respectivas formações supracitadas. Acreditamos que

os parâmetros hidrogeológicos citados não são por si sô representati vos a ponto de estabelecer domínios estanques de valores visto ser desejável para uma formação ou sistema aquífero (com tendências homogêneas e isotrópicas) estabelecer limites mais coerentes. Tal discrepância e variação de parâmetros é diretamente proporcional ao conhecimento intrínseco das formações e características construtivas dos poços tubulares nelas penetrantes, aspectos que serão abordados no escopo deste trabalho.

HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS

Os poços explorando o sistema Botucatu/Pirambôia apresentam diferença de qualidade físico-química em relação à alcalinidade tendo o Poço I pioneiro características menos incrustantes que o Poço II; tal diferença foi sensivelmente notado na prática, pois a partir do funcionamento do Poço II iniciou-se um ciclo contínuo de manutenções ao usuário, motivado pela incrustação de redes e de ligações domiciliares que chegavam à oclusão total. Paralelamente a este fato iniciou-se um processo lento de decréscimo da vazão original do Poço II com descenso progressivo do nível dinâmico acompanhado de queda de vazão específica; naturalmente tal situação era fruto da incrustação interna às paredes do poço e seções filtrantes produzidas, conforme verificado em manutenção corretiva efetuada após a perfuração do Poço III (este com características semelhantes ao Poço I, ou seja, pouco incrustante). No caso específico a água subterrânea captada estaria classificada (Berkaloff e Piper) na família dos bicarbonatados cálcicos. Outras características dignas de citação são o geotermalismo (57º a 59ºC) presença de fluoretação natural compatível e recomendada para a temperatura da região (7,0ppm) o que permitiu a instalação de estação balneária explorando as qualidades terapêuticas da água do sistema Botucatu/Pirambôia.

METODOLOGIA DE PERFURAÇÃO DOS POÇOS

Os Poços P.I e P.II pioneiros, paralelamente a construção de poços próximos na região (Jales - São José do Rio Preto) constituiram-se / na base sólida para a construção do Poço III com critérios construídos voltados para a solução do item "qualidade de água". Com base em dados de controle operacional objetivou-se, na perfuração do novo poço, tentar identificar a fonte das incrustações carbonáticas antes da completação da mesma. A perfuração foi sustada com o poço próximo a penetração no arenito (1006m) correndo-se perfisagens do tipo câliper, temperatura, potencial espontâneo, raios gama e resistividade no intervalo de 0 a 990 m visando testar a Formação Serra Geral; foi executado lavagem do poço com água limpa e soda cáustica para execução de teste de vazão com sistema air-lift (resultado nulo). Utilizando a amostragem e perfisagens foram escolhidos, ao longo da FM. Serra Geral, 10 intervalos para coletas pontuais com amostrador especial visando detectar eventuais anomalias; o resultado das mesmas é representado no anexo. Em virtude de anomalia de 19C a maior na profundidade de 332m - contato interderrames - indicativo de possível comunicação com o poço I ou entrada d'água, foi executada uma operação de cimentação "squeeze" para isolamento da mesma. Para optarmos pelo isolamento da Formação Pirambôia no poço III levamos em consideração análises químicas do filtrado (2 laboratórios de controle de lâmina para coleta de material) efetuadas em intervalos conhecidos, com fluido à base de bentonita. Foram coletadas 97 amostras de filtrado (78 furo-guia - 19 reabertura) a partir de 1312 m analisando-se dureza - pH e alcalinidade (carbonatos - bicarbonatos - total), com registro de horários e metragem de perfuração. A somatória das informações - descrição litológica, perfil de penetração, testes com ação do amostras de calha, perfisagens elétricas, análises químicas de filtrado e espessura de reboco - forneceram subsídios para escalarmos

os filtros produtores utilizando parte da Formação Botucatu (84m x 66 m filtros) e o topo da Formação Piramböia (248m x 36m filtros) considerados levemente carbonáticas. O intervalo entre 1006 e 1269 apresentou um trecho (em torno de 1150m) muito carbonático; por motivos de segurança a rosca esquerda foi alçada até 959,57 m com a finalidade de posicioná-lo em centro de derrame eliminando assim qualquer problema eventual com o intervalo suspeito. Antes da completação todo o fluido à base de bentonita foi substituído por água e sal visando impedir a surgência do poço mantendo o peso de 8,82b/gal utilizado no alargamento; apesar de desenvolvido por um longo período de 120 h (superbombeamento) percebe-se que a operação de troca de fluido por água e sal no caso de poços jorrantes é extremamente benéfica para remoção da bentonita sendo prática, simples e de baixo custo. Com os resultados obtidos nesta perfuração efetuamos a operação de recuperação do Poço II com vistas a eliminação da fonte do carbonato, que consistiram nas seguintes etapas: a) repassagem do conduto basáltico com ϕ 12.1/4"; b) assoreamento do trecho lateral na Formação Piramböia e Corumbataí efetuando-se tampão de cimento a 1486,82m; c) acidificação com aplicação de HCl concentrado inibido para Fe. Após estas operações foi efetuado teste de vazão ficando a capacidade específica semelhante ao poço recém construído (4,29 m³/h.m contra 5,96 m³/h.m original) fato que deve ser atribuído à perda de carga do tipo de filtro utilizado - jaquetado no P.II e hiper-reforçado no P.III além de posição dos filtros; na figura 4 apresentamos as posições comparativas dos revestimentos aplicados nos 3 poços.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados obtidos durante os trabalhos até aqui relatados apresentamos abaixo algumas sugestões e recomendações sobre a captação de água subterrânea no Sistema Aquífero Botucatu/Piramböia: a) necessidade de acompanhamento permanente de técnico de laboratório para controle do fluido utilizado com vistas a minimizar danos às formações bem como a resposta a interação fluido/formação no caso de polímeros (nem sempre tão inertes); b) considerando os problemas operacionais até hoje enfrentados no tocante a presença de areia seria recomendável análise granulométrica da formação antes da aquisição dos filtros (no caso Botucatu/Piramböia a faixa predominante de tamanho de grão é $< 0,2$ mm); há que se inverter a seqüência de projeto para que tal medida se processe; c) necessidade de testes isolados por formação, aplicável principalmente aos basaltes, para optar (ou não) pelo revestimento do mesmo; d) para esta região ficou patente a diferença de qualidade da água subterrânea apresentando a Formação Piramböia numa gradação crescente e progressiva, do topo para a base, características incrustantes; daí recomendamos aplicação de filtros no máximo até o topo da FM. Piramböia; e) em situação ideal seria preferível estabelecer-se um conduto único do aquífero à superfície (revestimento total do basalto) evitando interferências indesejáveis entre 2 sistemas com regras hidráulicas tão diferentes (fissurado x sedimentar); f) verificou-se também uma diminuição de espessura da Formação Botucatu com consequente aumento da Formação Piramböia de SW-NE sem alteração da capacidade hídrica do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FREITAS, R.O. de - 1964 - Grupo Bauru, Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, (41):126-147.
IHERING, R. - 1911 - Fosséis de São José do Rio Preto. R. Mus. Paul. São Paulo. (8):141-146.
MEZZALIRA, S. - 1974 - Contribuição ao conhecimento da estratigrafia

gia e paleontologia do Arenito Bauru. Bol. Inst. Geogr. Geol. São Paulo, (51):1-163, il.

MURATOV, V. - 1972 - Principal types of basins of ancient platform and the problems of their origin. Intern. Geol. Rev., 16(2):125-132.

SÃO PAULO - Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000-São Paulo-1981 2v.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. - 1980 - Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. R. Bras. Geoci, São Paulo, 10 (3):177-185.

SUGUIO, K.; FÚLFARO, V.J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L.A. - 1977 - Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru, nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA I, São Paulo, 1977 - Atas... São Paulo, SBG, p.231-244.

WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum geology of the state of São Paulo Brazil. Bol. Com. Geogr. Geol. São Paulo (22):1-282, il.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE) - 1976 - Estudo de Águas Subterrâneas - Reg. Adm. 7, 8 e 9, Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba, São Paulo, 4 v il.



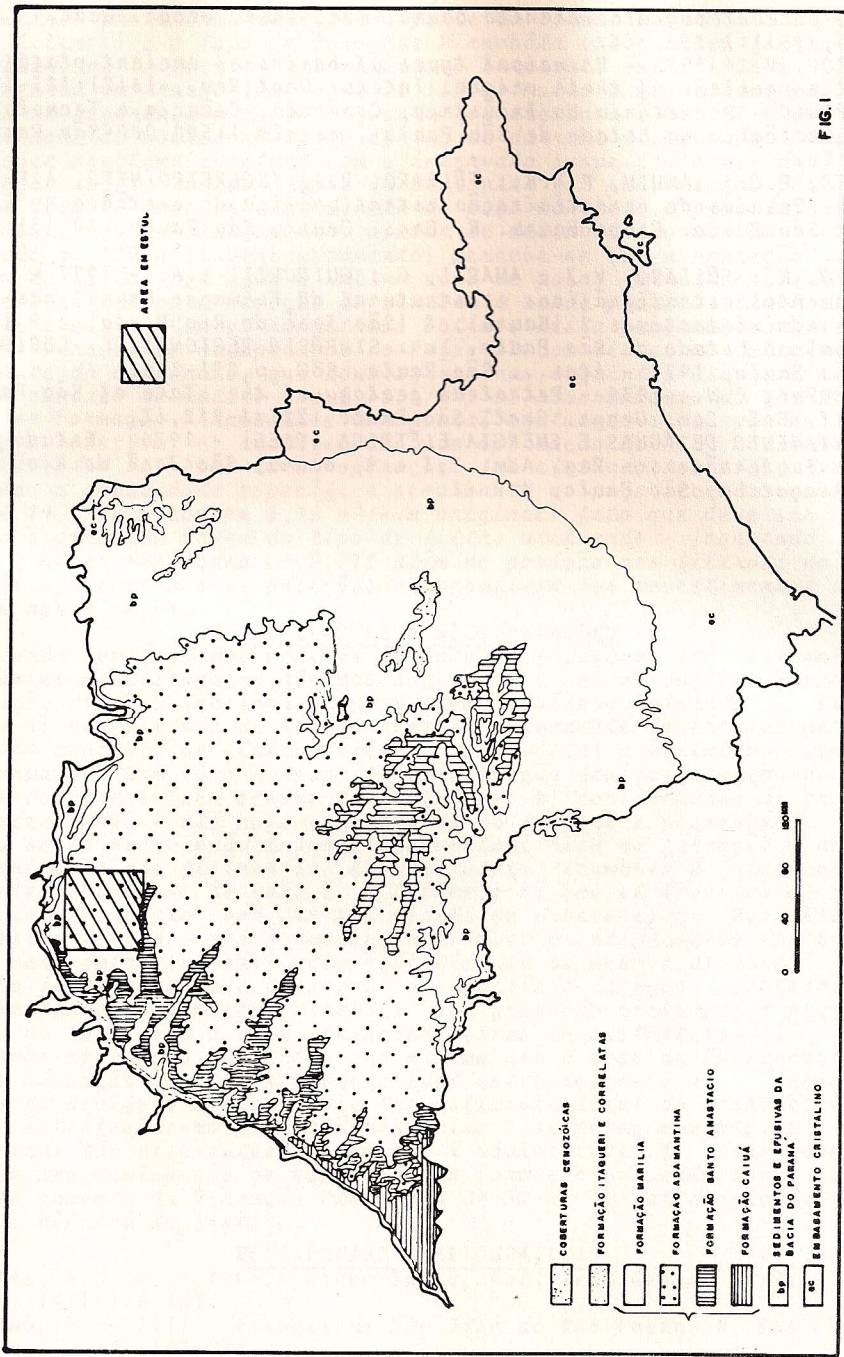
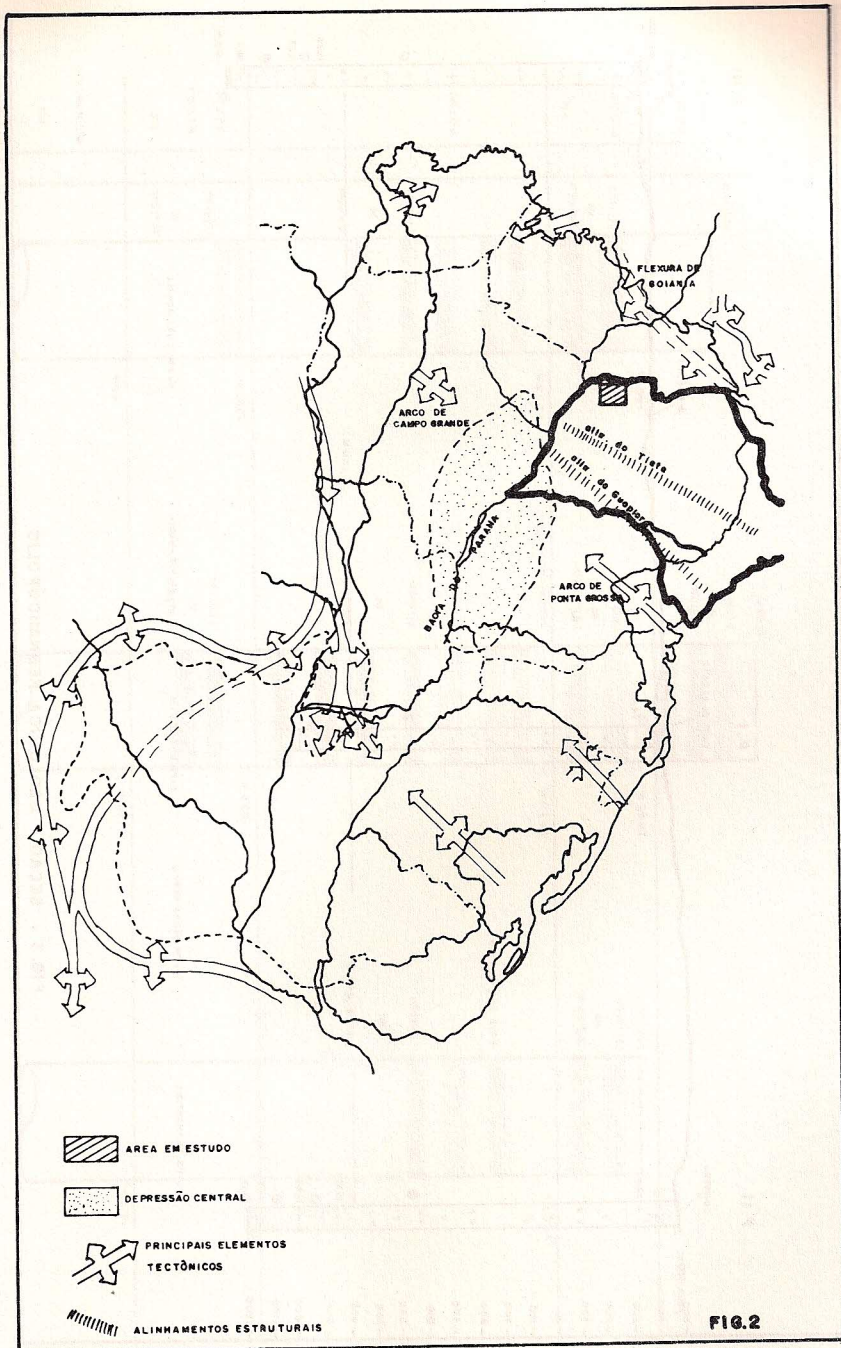


FIG. 1



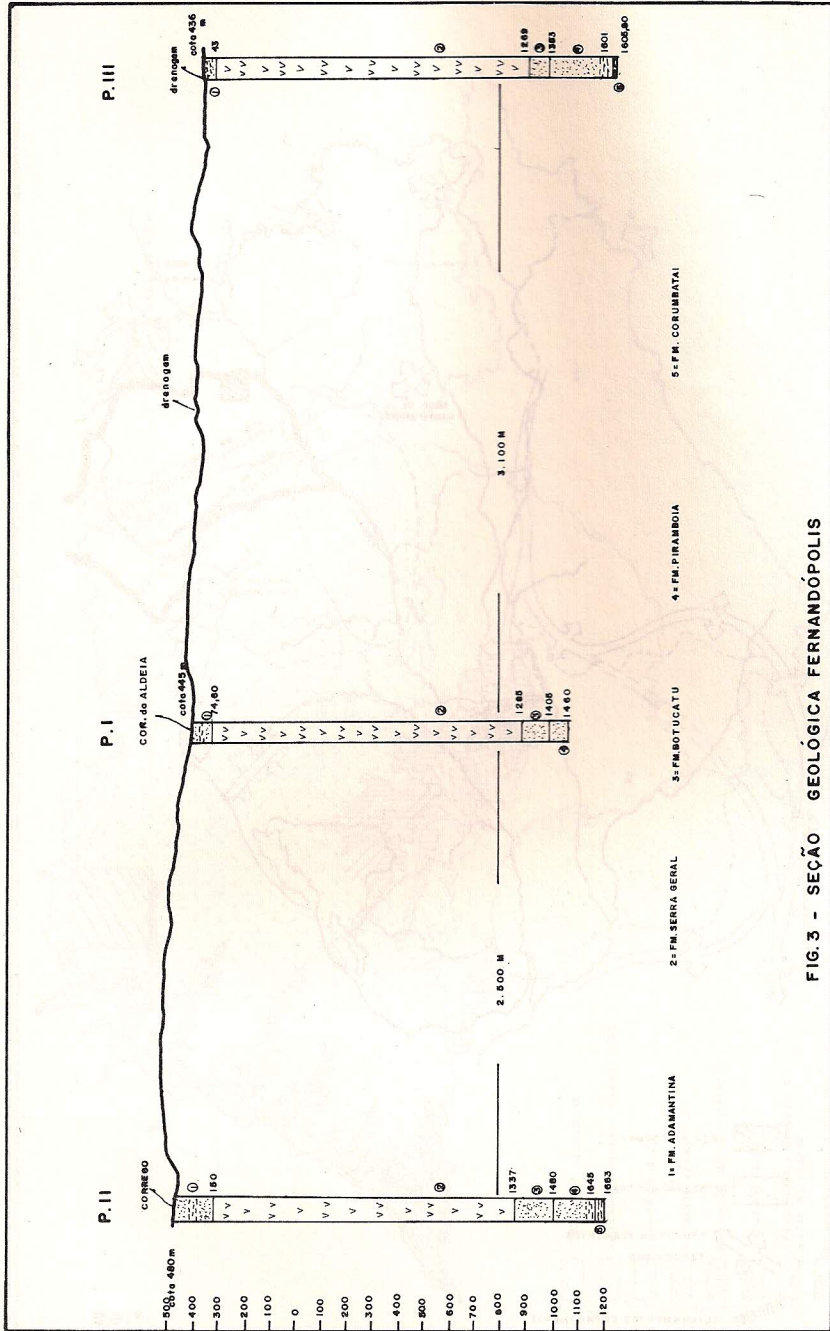


FIG. 3 - SEÇÃO GEOLÓGICA FERNANDÓPOLIS

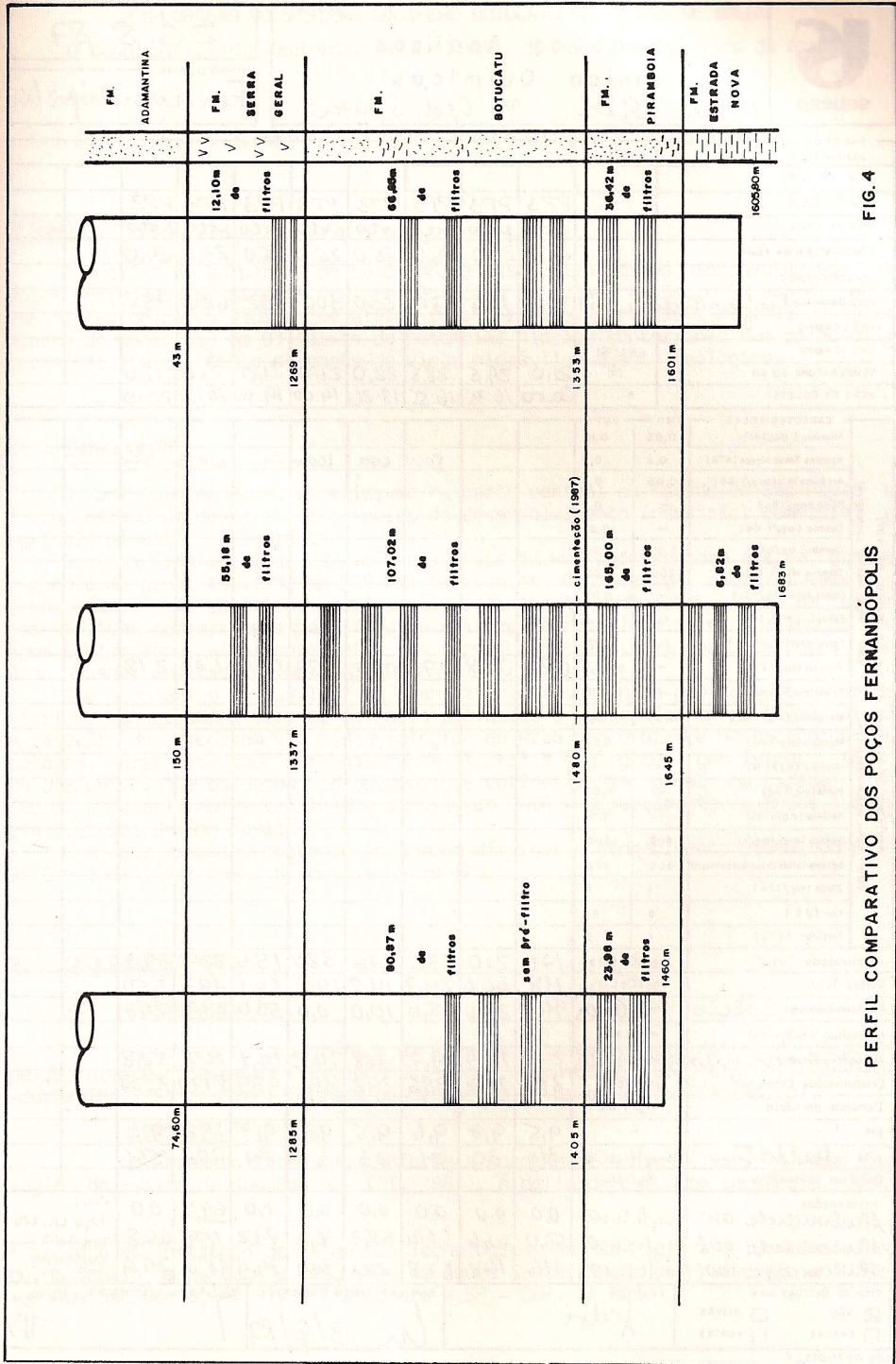


FIG. 4

PERFIL COMPARATIVO DOS POÇOS FERNANDÓPOLIS



Laudo de Análises Físico Químicas

1ª Via SDI q/c Geol. Souza

DATA COLETA

26.8.87

PROCEDÊNCIA

Fernandópolis

DADOS DA COLETA		UNIDADE								
PARÂMETROS										
Nº DA AMOSTRA	24-416	Fernandópolis q/c Biol. Nelson								
Nº PTO. COLETA	-	PP3	PP3	PP3	PP3	PP3	PP3	PP3	PP3	PP3
TIPO DE ÁGUA	-	MGO	MGO	MGO	MGO	MGO	MGO	MGO	MGO	MGO
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	24,0	26,0	26,0	25,0	25,0	25,0	23,0	24,0	
ASPECTO FÍSICO	-									
TIPO DE OBR	Profundidade (m)	104	144	174	230	300	332	620	755	
CRT - CAMPO	mg/IC1									
CRL - CAMPO	mg/IC1									
TEMPERATURA DO AR	°C	21,0	29,5	28,5	22,0	21,0	21,0	19,0	18,0	
HORA DA COLETA	h	20.00	16.35	16.55	18.26	19.00	19.30	20.50	22.50	

PORTARIA Nº 56/98b DE 14 DE MARÇO DE 1977 VMP: Valor máximo desável	CARACTERÍSTICAS										
	Alumínio (MG/Al)	VMD 0,05	VMP 0,10								
Agentes Tenso Ativos (ATA)	0,2	0,5	1000 com 1000 m LMPs								
Arsênico Total (mg/l AS)	0,05	0,1									
Bário (mg/l Ba)	-	0,1									
Cádmio (mg/l Cd)	-	0,01									
Chumbo (mg/l Pb)	0,05	0,1									
Cloreto (mg/l Cl)	200	600									
Cromo Total (mg/l Cr)	-	0,05									
Cobre (mg/l Cu)	0,2	1,0									
Ferro Total (mg/l Fe)	0,3	1,0									
Fluoreto (mg/l F)	-	0,6-1,7	0,36	0,58	0,72	0,82	0,89	0,94	1,72	2,18	
Fenóis (mg/l Fenol)	-	0,007									
Manganês (mg/l Mn)	0,05	0,5									
Merúrio (mg/l Hg)	-	0,02									
Nitrato (mg/l N)	-	10									
Prata (mg/l Ag)	-	0,05									
Selênio (mg/l Se)	-	0,01									
Sólidos Totais (mg/l)	500	1500									
Sólidos Totais dissolvidos (mg/l)	500	1000									
Zinco (mg/l Zn)	1	5									
Cor (U.C.)	5	20									
Turbidez (NTU)	1	5									
Alcalinidade Total	mg/l CaCO ₃	170	210	132	276	320	153	229	99,7		
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	118	44,4	24,7	14,8	14,8	64,1	793	350		
Índice de Sulfato	mg/l CaCO ₃	94,0	25,0	15,0	10,0	0,0	50,0	693	297		
Nitrogênio Amônia	mg/l N										
Nitrogênio Nitrato	mg/l CaCO ₃	24,3	19,4	9,7	4,8	14,8	14,1	100	52,8		
Condutividade Específica	umho/cm	314	267	286	292	331	939	8170	3800		
Demanda de Cloro	mg/l Cl ₂										
pH	-	9,5	9,7	9,6	9,5	9,6	9,7	11,2	9,4		
pH _s	Sulfato	mg/l SO ₄	34	30	21	23	40	84	905	1546	
Oxigênio Consumido	mg/l O ₂										
Observações											
Alcalinidade OH ⁻	mg/l CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,8	0,0	Obs: Pip. LAVADO com soln. CALIFORNIA. (USENTE)	
Alcalinidade CO ₃ ²⁻	mg/l CaCO ₃	56,0	61,6	64,4	55,2	76,0	73,2	159	69,8		
Alcalinidade HCO ₃ ⁻	mg/l CaCO ₃	114	148	67,8	221	304	79,4	0,0	29,9		
CHUVAS ÚLTIMAS 24h.	COLETA:		ENC. LAB. FÍSICO-QUÍMICA				LABORATÓRIO ENHORA				
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> MÉDIAS	Sodri		Lu 3/9/87							
<input type="checkbox"/> FRACAS	<input type="checkbox"/> FORTES										