

CASOS DE EXCEPCIONALIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Fernando Marinho de Oliveira¹ & Jorge Sadala²

I –Resumo - A exemplo de outras concessionárias de abastecimento público de água, a COPASA dá grande ênfase ao aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, sendo que cerca de 60% dos seus sistemas contam com produção significativa de poços tubulares profundos, havendo portanto grande demanda de estudos hidrogeológicos.

O Estado de Minas Gerais apresenta enorme diversidade geológica, geomorfológica e climática. Geomorfologicamente, trabalha-se tanto em depressões regionais dissecadas quanto em altiplanos ou chapadões. Na geologia temos grandes extensões de terrenos cristalinos Arqueanos, cinturões metamórficos ou faixas móveis do Proterozóico além de terrenos cársticos e sedimentares, tanto na cobertura cratônica ou mais recentes do Cretáceo ou do Terciário. Quanto ao clima trabalha-se desde regiões úmidas com pluviosidade anual superior a 1.500 mm e de temperaturas amenas, até o semi-árido de algumas regiões do norte mineiro e vale do Jequitinhonha, onde o ar é mais seco, as temperaturas elevadas e a pluviosidade é da ordem de 800 mm/ ano.

Nesta diversidade de contextos, em que se observa condicionantes hidrogeológicas bem distintas, foram selecionados três casos de localidades que não apresentavam indícios claros de bom potencial hidrogeológico, e onde foram obtidos resultados satisfatórios. Estas situações para muitos não representam novidades, mas nem sempre são tratadas com a devida atenção.

No primeiro caso, na cidade de Pai Pedro (norte de minas) e em região de contato do Complexo Porteirinha com rochas do Grupo Macaúbas, a ocorrência de água subterrânea não coincide com alinhamentos estruturais esculpidos nos níveis de base da hidrografia e sim com feições cársticas presentes nas cabeceiras de drenagens.

Também na cidade de Pintópolis (região norte mineira e na depressão Sanfranciscana), inserida na porção pouco metamorfizada dos sedimentos do Grupo

¹ COPASA, Rua Mar de Espanha, 525/DVML- tel; (31)250-1605- Fax:(31) 250-1683 - dvml@copasa.com.br

BambuÍ, a ocorrência de água subterrânea se dá em terrenos cársticos e preferencialmente em pontos mais elevados da topografia.

E finalmente o distrito de Dolearina, município de Estrela do Sul (Triângulo mineiro), onde poços tubulares relativamente próximos e situados na região de transição do altiplano (denominado localmente de Chapadões) para o relevo dissecado de granitos apresentam resultados completamente distintos, dependendo de se interceptar ou não camadas de arenito do grupo Bauru.

II - Palavras-chave - Aqüífero Bauru; Aqüífero Cárstico,

III – ESTUDO DE CASOS

III – 1 PAI PEDRO – MG

III -1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Recentemente emancipada do município de Porteirinha, Pai Pedro localiza-se na latitude 15°31'26" S e longitude 43° 04'18" W, região norte mineira.

A sede municipal está parcialmente inserida em rochas graníticas do complexo Porteirinha, tendo entretanto ao norte a passagem gradativa para rochas do grupo Macaúbas (metadiamicititos e quartzitos), formações Terra Branca e Salinas, parte integrante da faixa móvel Araçuaí. Também são observadas na região “ilhas” de calcários do Grupo Bambuí recobrimdo depressões do paleo-relevo granítico.

O poço existente, E-01, situado na praça central e cuja água era rejeitada pela população em razão do sabor salobro, operou na década de 80, reforçando a captação hoje desativada do rio Serra Branca. A água era distribuída “in natura”.

A foto-interpretação evidencia claros alinhamentos estruturais na região granítica aflorante, na porção leste e nas margens do rio Serra Branca (intermitente e nível de base da topografia local), motivo da perfuração em 1988/89 de três poços tubulares C-01, C-02 e C-03, poucos produtivos ou mesmo improdutivos (figura 1 e tabela 1).

Na região oeste e noroeste da área urbana, entre a sede municipal e a serra do Espinho, em drenagens perenes afluentes da margem esquerda do rio Serra Branca e onde predominam rochas do Grupo Macaúbas, estão presentes feições cársticas semelhantes a dolinas, que em pontos escalonados formam bacias arredondadas, provavelmente decorrentes de abatimentos do terreno (figura 1, feição tipo A). Em uma locação inserida no eixo de uma dessas drenagens em uma destas possíveis dolinas,

² COPASA, Rua Mar de Espanha, 525/DVML- tel; (31)250-1605- Fax:(31) 250-1683 - tales@copasa.com.br

perfurou-se em novembro/1989 o poço C-04, obtendo-se a vazão de 6,6 l/s (tabela 1 e figura 1), determinando um potencial bem superior aos poços perfurados na região granítica e que ainda hoje se constitui na principal fonte de produção do sistema.

Após a emancipação do distrito de Pai Pedro, com conseqüente incremento da demanda de água para o abastecimento público, associado ao modesto potencial dos poços tubulares existente e ainda a ausência de alternativas de mananciais de superfície perenes no raio de 20 km, surge a necessidade de nova avaliação hidrogeológica.

Em 1998 foi perfurado o poço C-05 na região leste da região e em um dos pontos perceptíveis em fotografias aéreas, com formas de relevo arredondadas, rasas e côncavas, formando pequenos lagos intermitentes semelhantes a morfologia de dolinas, conforme indicado na figura 1 (feição tipo B) e tabela 1.

Tabela 1:

POÇO No.	Ø REV. (mm)	PROF (m)	VAZÃO (l/s)	NE (m)	ND (m)	Q esp. (l/s x m)	VAZÃO operação (l/s)
E-01	150	?	?	?	?	?	0,5
C-01	150	90	1,36	3,14	57,07	0,0252	#
C-02	150	102	0,58	9,00	79,80	0,0082	-
C-03	150	84	0,80	7,18	61,82	0,0146	-
C-04	150	90	6,66	4,90	15,42	0,6331	5,0 *
C-05	150	120	2,14	1,60	46,29	0,0479	1,5

operou por tempo não identificado com vazão inicial de 1 l/s e foi desativado por queda de vazão.

* bomba de 7,5 CV, instalada aos 36 metros, com gotejamento direto de solução de cloro no poço e operando 24 h/dia.

Os poços C-01, C-02 e C-03 tem perfil litológico descrito como granitos.

O perfil litológico do poço C-04 (perfurado na feição morfológica tipo A) apresenta quartzitos com intercalações de quartzo-biotita xistos brechóide até a profundidade de 38

metros e onde houve a produção de água. Após esta profundidade ocorrem somente xistos e não ocorreram novas entradas de água.

Já o perfil do poço C-05 (perfurado na feição morfológica tipo B) , descreve até 78 metros quartzito de coloração cinza escuro e granito de 78 a 120 metros.

III -1.2 CONCLUSÕES

Pai Pedro apresenta uma demanda de água de projeto para o ano 2010 de 7,3 litros/ segundo e o poço C-04 e C-05 constituem a atual disponibilidade hídrica do sistema, nas seguintes condições operacionais:

Tabela 2:

POÇO No.	VAZÃO OPERAÇÃO (l/s)	NE (m)	ND (m)	TEMPO OPERAÇÃO DIÁRIA (h/dia)
C-04	5,0	10,00	-	24
C-05	1,5	-	-	24

Predominando na região, o substrato granítico apresentou limitado potencial hidrogeológico, conforme resultados dos poços C-01, C-02 e C-03.

As feições do tipo A e B são claramente cársticas apesar dos perfis litológicos não descreverem calcários ou rochas carbonáticas. Entretanto, a proximidade dos sedimentos do Super-grupo Bambuí e a indicação na literatura geológica de metadiamicritos e quartzitos calcio-silicáticos para as rochas do Grupo Macaúbas, corroboram a evolução cárstica do relevo local.

Portanto, Pai Pedro situada parcialmente sobre granitos de baixo potencial de água subterrânea, representa uma grata excepcionalidade, onde o relevo parcialmente

dissecado de rochas meta-carbonáticas do grupo Macaúbas e Bambuí possuem reserva estratégica de água para o abastecimento da população urbana da sede municipal.

III – 2 PINTÓPOLIS

III-2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A sede do jovem município de Pintópolis está situada junto a um pequeno afluente da margem esquerda do rio São Francisco, distante 10 Km da confluência do rio

Urucuia com o rio São Francisco, em plena depressão Sanfranciscana. O seu posicionamento em coordenadas geográficas são: -16°03'33" S e - 45° 09'08" W.

Posiciona-se na porção central do Cráton do São Francisco, onde a influência da tectônica convergente das faixas móveis Brasília e Araçuaí é pequena e os sedimentos se apresentam sub-horizontalizados.

A geologia local é composta na base por sedimentos pelito a pelito-carbonáticos do sub-grupo Paraopeba, grupo Bambuí e no topo por arenitos laterizados da formação Urucuia, de idade Cretássico Superior. Afloramentos praticamente inexitem, havendo eventualmente saprólitos de siltitos e arenitos laterizados. A formação Urucuia mascara freqüentemente feições estruturais e/ou cársticas do substrato Bambuí (figura 2).

Em 1981 , através de convênio com a SUDENE, a COPASA realizou locação e perfuração do poço C-01, cuja vazão foi insignificante (tabela 2, anexo). Através da CODEVASF foi perfurado o poço E-02, reavaliado em 1998 conforme dados da tabela 1. O poço E-0,1 existente e perfurado na década de 70 operou por alguns meses e foi desativado por produção de areia e queda de vazão.

Em 1992/93 são perfurados pela COPASA os poços C-02 e C-03, ainda através de convênio especial. Estão inseridos em alinhamentos estruturais junto ao leito do córrego Riacho Fundo e em ambos foram encontrados calcários margosos sem produção de água subterrânea (tabela 2). Em 21/08/92, junto ao final da rua Dr. Ângelo, a medição a vau por micromolinetete no córrego Riacho Fundo forneceu 92,9 litros/ segundo e em 21/03/94 a nascente Poção Azul forneceu 30 litros/ segundo. É realizado em seguida estudo hidrológico confirmando a capacidade do manancial para o atendimento da demanda e a Prefeitura instala captação, distribuindo a água "in natura" e com reforço do poço E-02.

Em 1998 é realizada nova reavaliação do sistema de abastecimento, quando da assinatura de concessão do sistema à COPASA e instala-se estação de tratamento de água (ETA) com capacidade de 5 litros/ segundo, utilizando a própria captação existente que está logo a montante da sede municipal.

Entretanto, ao mesmo tempo vinha ocorrendo redução significativa da descarga do manancial, que era integralmente captada no período diurno, havendo portanto fluxo para jusante somente durante a noite. Portanto, a descarga do córrego Riacho Fundo variou de 92,9 litros/segundo em 21/08/92 para 5 litros/segundo nos períodos de estiagem de 1998 e 1999.

Este manancial é na verdade alimentado no período das estiagens exclusivamente por duas surgências cársticas conforme ilustração da figura 2, denominadas de Poço Azul e Olho d'água e que também sofreram queda significativa de vazão nos últimos anos.

Agravando ainda mais as limitações de fonte de produção, havia ação judicial por um fazendeiro com o uso histórico das águas deste córrego para a fazenda situada a jusante, que se viu impossibilitado de cultivo agrícola.

Na reavaliação do sistema existente foram recadastrados os poços e surgências, realizada nova interpretação das fotografias aéreas e identificadas sutis feições cársticas do relevo.

São pequenas dolinas de abatimento, localizadas nas encostas suaves e que estão recapeadas por sedimentos arenosos da formação Urucuia. Foi locado um poço tubular em uma dessas morfologias situada junto ao perímetro urbano e próximo a adutora que liga a captação a ETA. Perfurou-se neste local o poço C-04, cujos resultados se encontram na tabela 2. Devido a presença de turbidez elevada mesmo após o desenvolvimento e teste do poço, optou-se pela interligação do mesmo com a ETA.

Também junto à captação (margem esquerda do córrego, conforme figura 2) foi realizada a perfuração com sonda rotopneumática de outro poço, que entretanto não foi concluído devido à dificuldade de limpeza das cavernas atravessadas. Esta mesma sonda perfurou em seguida na margem oposta, a 40 metros deste poço não concluído, a perfuração do poço C-05, que foi improdutivo, sem atravessar fendas e cavernas (tabela 2).

Está programada a perfuração com sonda percussora de um novo poço no local onde não foi concluído o poço com sonda rotopneumática.

Tabela 3:

POÇO No.	Ø REV. (mm)	PROF (m)	VAZÃO (l/s)	NE (m)	ND (m)	Q esp. (l/s x m)	Q operação (l/s)
E-01	150	64	0,83	?	?	?	desativado *
E-02	150	120	2,27	24,74	88,40	0,0356	1,0
C-01	150	102	0,17	22,72	49,70	0,0063	
C-02	200(**)	100	seco	-	-	-	-
C-03	200(**)	105	seco	-	-	-	-
C-04	200	66	6,06	22,80	24,91	2,872	5,0
C-05	Sacado	138	seco	-	-	-	-

* produção de areia

** revestimento sacado

III-2.2 CONCLUSÕES

Na região de Pintópolis afloram os arenitos da formação Urucuia, que entretanto se constituem numa delgada camada de no máximo 20 metros. No substrato, a região possui rochas do sub-grupo Paraopeba do Grupo Bambuí e as evidências são de um contato ou mudança lateral de face junto ao leito do córrego Riacho Fundo. Na margem direita (porção sul) são calcário margosos e siltitos e na esquerda (porção norte) são calcários puros, onde ocorre potencial hidrogeológico. O poço C-04, principal disponibilidade hídrica da sede municipal está inserido nestes calcários e associado a uma feição cárstica do relevo.

Portanto, com base nos fatos obtidos, pode-se afirmar:

- o aquífero cárstico, onde se insere o poço C-04, possui duas descargas naturais identificadas como surgências do Poço Azul e Olho d'água (figura 2) e situadas a montante da captação da COPASA. Ocorre natural variação sazonal, mas nos últimos anos esta queda foi radical. Em 21/08/92 junto ao final da rua Dr. Ângelo a medição a vau no córrego Riacho Fundo por micromolinetete forneceu 92,9 litros/segundo e em 21/03/94 a nascente Poço Azul forneceu 30 litros/segundo. Fatores climáticos, a ocupação e o desmatamento da bacia montante devem ser melhor quantificados para a adequada gestão dos recursos hídricos.

- a área urbana e sua extensão norte, passagem da micro-bacia do Riacho Fundo para a do Córrego Vereda Lavadeira, é onde se desenvolvem inúmeras pequenas dolinas em calcários do grupo Bambuí, parcialmente mascarados pelos arenitos Urucua. Esta região tem potencial hidrogeológico, devendo haver estudos para a expansão racional da bateria de poços para o sistema de abastecimento de Pintópolis;

III -3 DOLEARINA / ESTRELA DO SUL -MG

III -3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Dolearina é distrito do município de Estrela do Sul e situa-se nas margens da rodovia MG- 223 (região do Triângulo mineiro) e o seu posicionamento em coordenadas geográficas: - 18⁰ 42'30" S e 47⁰ 48' 26" W.

O local é parte do extremo nordeste da denominada bacia vulcano-sedimentar do Paraná, zona de contato com o substrato de rochas granitóides gnaíssificadas em intensidades diversas e que se constituem no embasamento regional.

A morfologia local também reflete esta transição geológica. Um grande alinhamento de direção aproximada N 40 W passando pelo distrito, divide o relevo. A leste existem granitóides, com relevo acidentado e drenagem dendrítica, e a oeste existem altiplano contendo sedimentos do grupo Bauru.

Os sedimentos do grupo Bauru, formação Marília, são constituídos, segundo a literatura geológica, por arenitos e conglomerados calcíferos no topo e na base por calcários lacustrinos e calcretes. Conforme reconhecimento de campo, não foram observados calcários na região e os afloramentos cadastrados são de arenitos finos, laterizados e friáveis com possível cimento calcífero, tendo na base fina camada de conglomerado polimítico.

A COPASA vem prestando serviços a esta comunidade através de convênios e programas especiais desde 1988, quando a única fonte de produção era um poço existente, denominado E-01 (figura 3). Em decorrência da produção de areia durante a operação e também pela presença de elevado teor de ferro total na água, foi definida a perfuração de um novo poço, agora inserido em um alinhamento estrutural de direção NNE e captando o aquífero fraturado.

O poço C-01, foi então perfurado, mas as fendas da rocha sã não foram produtivas.

Em seguida optou-se pela substituição do poço E-01, perfurando o C-02 ao lado deste e captando água da cobertura como no poço E-01, porém com a colocação criteriosa de filtros (tabela 4).

Ao comparar os resultados observa-se que o poço E-01 tem vazão específica bem superior, indicando que a circulação mais significativa no freático ocorre acima da profundidade do primeiro filtro (28,70 metros). Por outro lado, ao se posicionar os filtros em maior profundidade no poço C-02, obteve-se a melhoria da qualidade da água, agora com teores brandos de ferro total.

Em 1993, visando complementar a então vazão requerida, perfurou-se o poço C-03 junto ao reservatório elevado e distante 150 metros do C-02 (figura 3), tendo sido colocado filtros a partir de 20 metros e obtida vazão 15 % inferior e específica 50 % menor em relação ao C-02. O poço foi em seguida integrado ao sistema.

Em maio/1998 com a redução das vazões explotadas em razão da superexploração, houve nova reavaliação e perfurou-se o poço C-04 e em agosto do mesmo ano o poço C-05. Ambos foram improdutivos tanto na cobertura, quanto no granitóide do substrato. Não foi obtido o perfil do C-04 e no poço C-05 foi descrito uma camada de quartzito entre 15 e 23 metros, entre 23 e 62 metros não foi definido o material e de 62 em diante gnaisses.

Em setembro/ 1998 é realizada nova reavaliação do potencial hídrico da região, quando são cadastrados os recém construídos poços tubulares da fazenda Batalha (figura 3 e tabela 4). Segundo o gerente e conforme observado na chegada da água no reservatório do sistema de irrigação as vazões são realmente elevadas e os filtros nos poços devem estar nos primeiros metros do freático.

Nesta oportunidade realizou-se novo reconhecimento geológico da região e nova interpretação fotogeológica, e indicado dois pontos para novas perfurações de poços tubulares.

Em junho/1999 foi perfurado o poço C-06 (tabela 4) num destes pontos com o posicionamento de filtros entre 23 e 85 metros, em zonas mais permeáveis do arenito Bauru. A vazão obtida foi de 5,88 l/s com específica de 0,3489 l/seg/m. A água obtida é potável, tendo entretanto ferro total e turbidez entre os limites desejado e permitido pelo Ministério da Saúde.

Tabela 4:

Poço n°	Revest. (mm)	Prof. (m)	Vazão de teste (l/s)	NE (m)	ND (m)	Q esp. (l/s x m)

E-01	150 (*)	36,70	4,08	12,65	19,55	0,5913
E-02 (**)	150	67,00	9,72	?	?	?
E-03 (**)	150	67,00	22,22	?	?	?
E-04(**)	150	67,00	13,33	?	?	?
E-05 (**)	150	56,00	9,72	?	?	?
C-01	150	96	0,75	8,20	70,92	0,0119
C-02	150 (*)	80,20	4,44	12,10	28,72	0,2671
C-03	150(*)	92	3,75	12,04	41,84	0,1258
C-04	#	82	nula	-	-	-
C-05	#	120	nula	-	-	-
C-06	150 (*)	86	5,88	13,13	29,98	0,3489

(*) = Filtros na cobertura.

= Revestimento sacado.

(**) = poço da fazenda Batalha, com informações verbais do gerente.

III - 3.2 CONCLUSÕES

O domínio de rochas granitóides gnaissificadas não apresentou resultado positivo em nenhum dos poços perfurados, mesmo quando inserido em claros alinhamentos estruturais.

Os poços produtores do sistema: E-01, C-02, C-03 e C-06, estão todos inseridos na região que adentra no altiplano e claramente atravessaram os arenitos do grupo Bauru. O poço C-04 está posicionado no extremo leste e já no domínio dos gnaisses. O poço C-01 vedou através de revestimento uma possível contribuição da cobertura e o poço C-05, segundo o perfil litológico, encontrou camada de quartzito decorrente provavelmente de uma zona de cisalhamento onde ocorreu a recristalização do arenito.

Desta forma está sendo viabilizada a realização de uma pesquisa geofísica, através do método dipolo-dipolo de eletroresistividade, onde se pretende definir as hipóteses levantadas, quais sejam:

- Como se sabe, a bacia sedimentar do Paraná foi formada a partir de grandes falhamentos associados a grandes volumes de lava basáltica. São freqüentes as estruturas em host-graben, que são na verdade uma seqüência de falhamentos normais paralelos do centro para as bordas da bacia. Assim, passando pela área

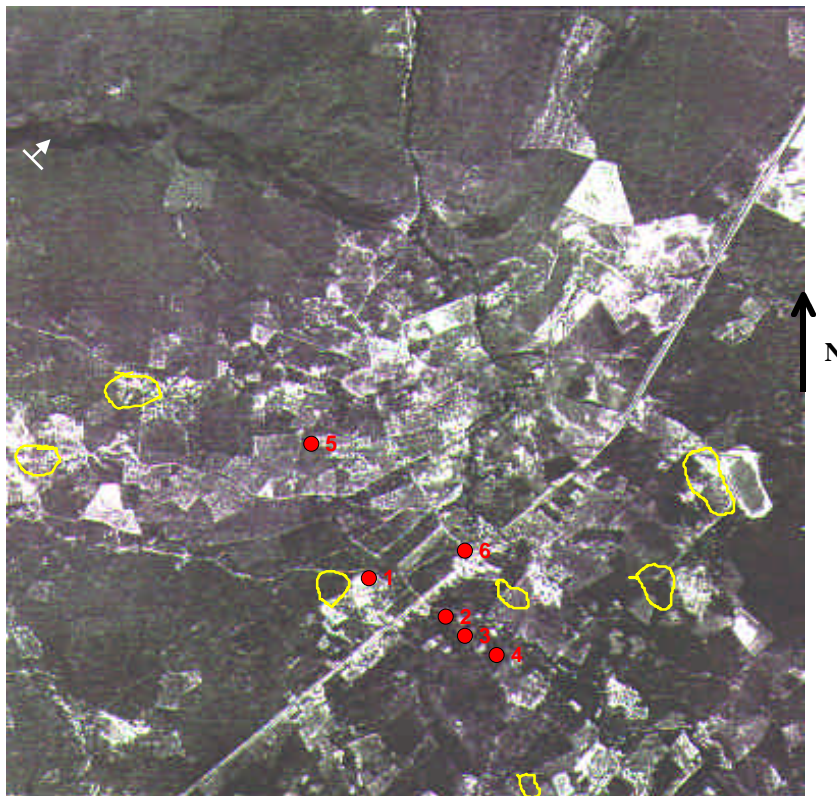
urbana, com direção aproximada N 40 W pode estar ocorrendo um destes falhamentos, que possibilitou a presença de espessas camadas de grupo Bauru (o poço C-06 foi finalizado aos 86 metros no arenito) muito próximo do contato com os granitóides aflorantes na área urbana;

- O espessamento da camada sedimentar do grupo Bauru, interceptado pelos poços E-01, C-02, C-03 e C-06 pode também estar relacionada a simples presença de um paleo-relevo, onde o caimento do paleo-relevo granitóide em direção ao centro da bacia se dá a partir do divisor atual de água e onde se situa a área urbana de Dolearina.

IV REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PEDROSA-SOARES, Antônio Carlos et alli. (1994) “Nota Explicativa dos Mapas Geológico, Metalogenético e de Ocorrências Minerais do Estado de Minas Gerais”. COMIG. Belo Horizonte - MG / 1994;
- COSTA, M. T. da & ROMANO, A. W. “Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1: 1.000.000 e nota explicativa”. Instituto de Geociências Aplicadas (IGA). Belo Horizonte, 1976.
- DARDENE, M. A. “Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central”. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, 1978. Recife. Anais... Recife: SBG, 1978. v. 2, p.579-610.
- Mapa Morfo-Tectônico do Estado de Minas Gerais, 1:2.500.000, Tese de Professor Titular, A. Saadi, 19991, IG-USP.
- Mapa Geológico, Projeto Hidrogeologia do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, 1: 500.000. DNPM/CPRM, 1977.
- Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais, por Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais... Instituto Nacional de Meteorologia, 5^o. Distrito de Meteorologia... Universidade Federal de Viçosa. Belo Horizonte, EPAMIG, 1982.

FIGURA 1 - SEDE MUNICIPAL DE PAI PEDRO - MG



Reprodução foto aérea: Voo AST-10 - Faixa 52B - Nº 53.909

LEGENDA:









- | | |
|---|-------------|
|  | DOLINA |
|  | XISTOSIDADE |
|  | POÇO E-01 |
|  | POÇO C-01 |
|  | POÇO C-02 |
|  | POÇO C-03 |
|  | POÇO C-04 |
|  | POÇO C-05 |

FIGURA 2 - SEDE MUNICIPAL DE PINTÓPOLIS - MG



Reprodução foto aérea: Vôo AST-10 - Faixa 77B - Nº 10.330

LEGENDA:



DOLINA

● 1

Surgência Poção Azul

● 2

Surgência Olho D'água

● 3

POÇO E-01

● 4

POÇO E-02

● 5

POÇO C-01

● 6

POÇO C-02

● 7

POÇO C-03

● 8

POÇO C-04

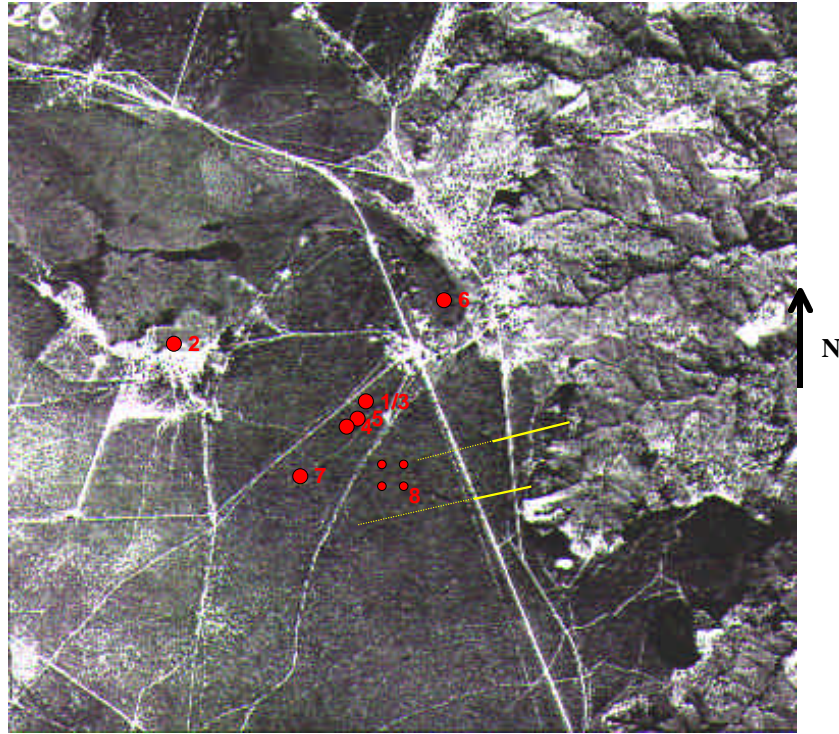
● 9

POÇO C-05

● 10

ETA

FIGURA 3 - DOLEARINA



Reprodução foto aérea: Vôo AST-10 - Faixa 108A - Nº 897

LEGENDA:

- 1/3 POÇO E-01 / C-02
- 2 POÇO C-01
- 4 POÇO C-03
- 5 POÇO C-04
- 6 POÇO C-05
- 7 POÇO C-06
- 8 POÇO E-02 / E-03 / E-04 / E-05 (Fazenda Batalha)
- — Alinhamento estrutural - tracejado onde inferido