

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO ATUAL SISTEMA DE GESTÃO DOS AQUÍFEROS CÁRSTICOS, NO MUNICÍPIO DE SETE LAGOAS (MG)

AUTORES:

- Paulo Henrique Galvão (USP) - hidropaulo@gmail.com
- Jorge Peñaranda Salgado (Servmar) - jorge.penaranda@servmarambiental.com.br
- Ricardo Aoki Hirata (USP) - rhirata@usp.br
- Arnaldo Cordeiro da Silva (Servmar) - arnaldo.cordeiro@servmarambiental.com.br
- Daniela Barbati Osorio (Servmar) - daniela.barbati@servmarambiental.com.br
- Gilcélia Cristina Barboza (Servmar/SAAE) - gilcelia.barboza@servmarambiental.com.br
- Maria Fátima de Melo L'Abbate (SAAE) - comunicacao@saaesetelagoas.com.br



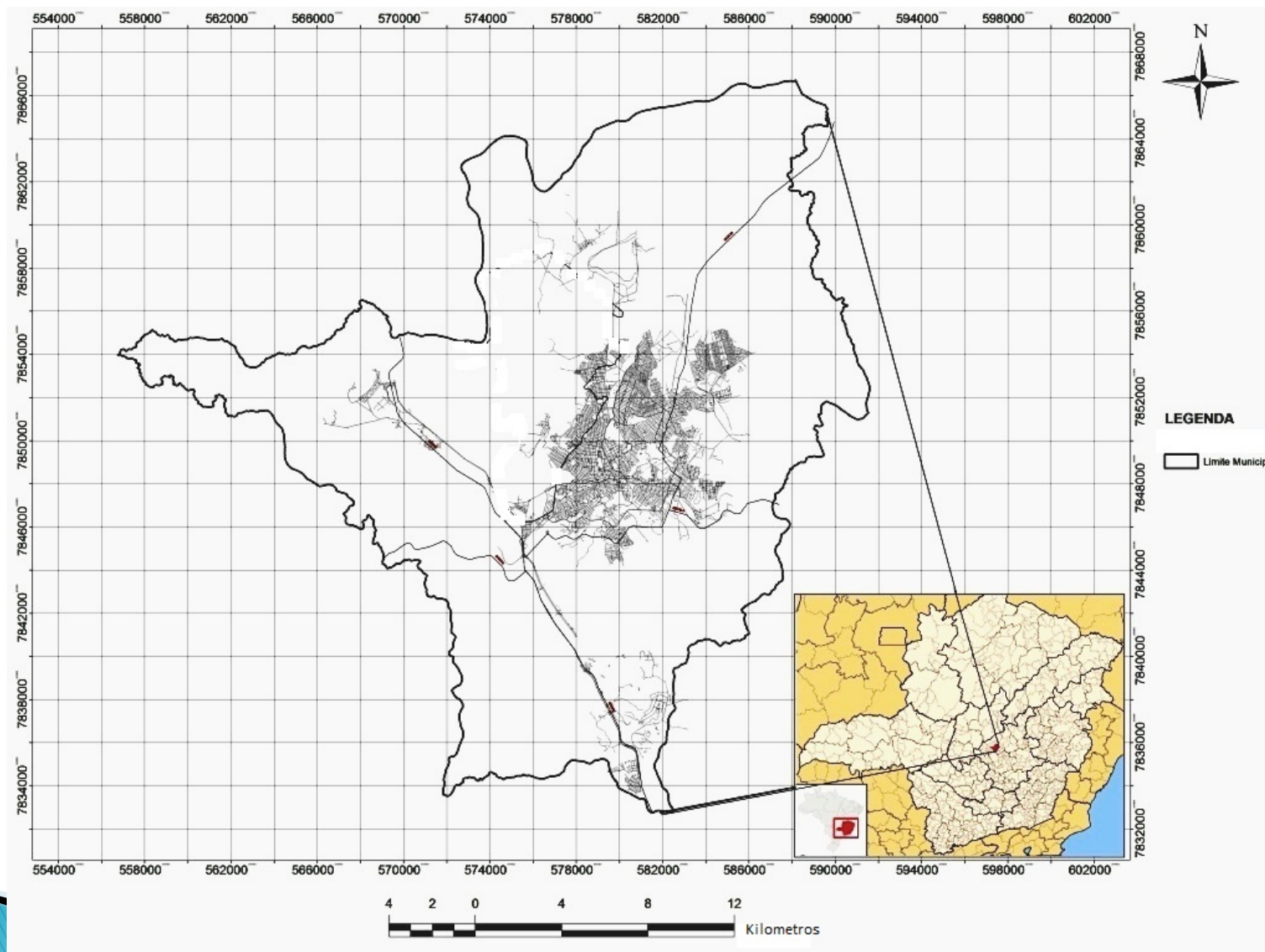
JUSTIFICATIVA

- ▶ O crescimento acelerado do município de Sete Lagoas (MG) e da demanda pelo uso da água que é suprida por fontes subterrâneas, faz com que estudos e ferramentas mais eficazes de diagnóstico e análise de sistemas cársticos sejam desenvolvidos, a fim de contribuir para um modelo de gestão racional dos recursos hídricos subterrâneos.

OBJETIVOS

- ▶ **Objetivos Gerais:** desenvolver um modelo de gestão dos recursos hídricos em aquíferos cársticos, estabelecendo mecanismos para uma exploração sustentável, permitindo um melhor planejamento da ocupação urbana, com a minimização dos riscos de degradação das águas e de conflitos.
- ▶ **Objetivos específicos:** 1) estimar o recurso hídrico subterrâneo disponível para atender as necessidades do município, quanto às vazões seguras a serem permitidas; 2) avaliar possíveis impactos da expansão do sistema de captação de água subterrânea (novos poços) sobre os aquíferos e rios locais; e 3) propor ferramentas para induzir a proteção das águas subterrâneas, baseadas em perímetros de proteção de poço, vulnerabilidade de aquíferos à contaminação e cadastros de fontes potenciais de contaminação, inclusive com novos métodos específicos a aquíferos cársticos.

LOCALIZAÇÃO



XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

METODOLOGIAS

Etapa 1

Fase 1 – Coleta de dados existentes:

- Levantamentos bibliográficos;
- Levantamento de imagens;
- Levantamento de mapas e dados geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, topográfico, entre outros; e
- Visita em instituições.

Fase 2 e 3 – Atualização e Interpretação de Dados:

- Sensoriamento remoto;
- Estudo das características construtivas dos poços existentes;
- Caracterização hidrodinâmica dos aquíferos (09 teste de aquífero: bombeamento 48h);
- Análises químicas (56 amostragens – íons maiores, menores e potabilidade);
- Isótopos ambientais (^{18}O e ^2H);
- Mapeamento geológico de detalhe (escala: 1:25.000); e
- Hidroclimatologia.

■ Executado ■ Em execução ■ A ser executado

METODOLOGIAS

Etapa 2

Fase 1 – Modelo Conceitual Hidrogeológico e Hidrogeoquímico

- Mapa hidrogeológico, seções hidrogeológicas, mapas de isópacas e isóbatas;
- Mapa geológico atualizado, seções geológicas;
- Hidroquímica das águas do município, classificação e suas origens; e
- Estudos isotópicos, origens das águas, tempo de residência e possíveis conexões entre águas.

Fase 2 – Modelo de Gestão dos Recursos Hídricos

- Avaliação do sistema de gestão dos aquíferos;
- Mapa de recarga dos aquíferos;
- Mapa de vulnerabilidade;
- Mapa de favorabilidade hídrica; e
- Mapa de perímetro de proteção do poço.

■ Executado ■ Em execução ■ A ser executado

SERVIÇOS REALIZADOS E RESULTADOS PRELIMINARES

PRIMEIRAS IMPRESSÕES SOBRE A GESTÃO

- ▶ O SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) é o órgão público que atualmente cuida das questões referentes aos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário do município;
- ▶ Toda a captação de água é feita através de 106 poços tubulares profundos (aproximadamente 150 m de profundidade), que é bombeada até as estações elevatórias de água (EEA), onde é feito tratamento por simples desinfecção através de cloração;
- ▶ Durante os estudos, foi observado que os poços não possuíam um sistema de nomenclatura definitiva, o que gerava certa confusão quanto ao tratamento e coleta de dados;
- ▶ Comunicação pouco efetiva entre os departamentos (manutenção, compras, administrativo, engenharias, etc.); e
- ▶ Falta de um banco de dados integrando informações sobre poços, reservatórios, localizações, vazões, períodos de manutenção, etc.

ATIVIDADES DE CAMPO

Quantitativos

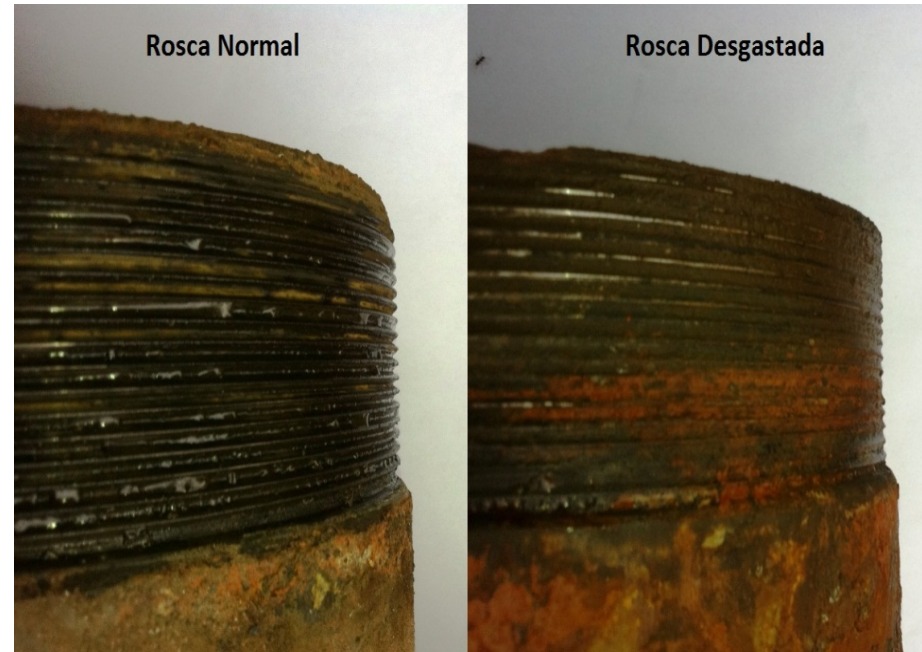
- ▶ Cadastramento adotando-se uma nomenclatura padrão em todos os poços (PT-01, PT-02, PT-03...);
- ▶ Inserção de todos os poços, reservatórios, estações elevatórias no Sistema de Informação Geográfica (SIG);
- ▶ Inserção de outros mapas ao SIG, como forma de integrar informações;
- ▶ 60 poços desmontados, adequados e desinfectados;
- ▶ 56 testes escalonados;
- ▶ 30 perfilagens óticas;
- ▶ 56 poços com análises químicas e isotópicas; e
- ▶ Mapeamento geológico, escala 1:25.000.

ATIVIDADES DE CAMPO - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO

- ▶ Antes de todos os testes de bombeamento, houve a adequação dos poços por meio da retirada do equipamento de bombeamento, cadastramento em ficha de campo e reinstalação do equipamento, mais o acréscimo do tubo de medição de nível e a posterior desinfecção do mesmo.



Espaço insuficiente entre tubulação e revestimento do poço.



Comparativo entre roscas sem e com elevado grau de desgaste.

ATIVIDADES DE CAMPO - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO



Furos encontrados na tubulação.



Desinfecção do poço.



Sensor óptico responsável pela captação das imagens.

ATIVIDADES DE CAMPO - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO

- ▶ **Teste Escalonado** – bombeamento e registro dos rebaixamentos no próprio poço, com 04 etapas com vazões (Q) progressivamente crescentes, seguido de um período de recuperação. A cada etapa de 2 horas de duração, a vazão foi constante, passando de uma etapa para outra através do aumento brusco da vazão, obedecendo uma progressão geométrica, em função do rendimento da bomba.
- ▶ Para a **medição e controle da vazão**, foi utilizado um medidor de vazão ultrassônico (Portaflow 200, da Micronics).



Medidor de vazão ultrassônico.

ATIVIDADES DE CAMPO - ANÁLISES QUÍMICAS

- ▶ **Etapa pós-teste** – momentos prévios ao final dos testes de bombeamento, os poços tiveram suas águas coletadas e enviadas para o laboratório. Os parâmetros analisados foram íons maiores e menores, e potabilidade. Para a análise de dióxido de carbono livre, foram adotados os procedimentos de titulação da amostra, em campo, de modo a determinar o seu valor de forma indireta.



Procedimento de titulação da amostra de água.

RESULTADOS - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO

Situação Construtiva dos Poços

- ▶ 10% dos poços avaliados apresentam espaço entre o revestimento interno e externo menor que $\frac{3}{4}$ " , o que impede a instalação de tubos de monitoramento dos níveis de água;
- ▶ A utilização de tiras de borrachas para a fixação dos cabos elétricos à tubulação se mostrou ineficiente, uma vez que estas sempre foram encontradas “esticadas”, caídas no fundo dos poços ou dentro das cavidades cársticas;
- ▶ Na maioria dos poços, as tubulações mostram sinais de desgaste e precário estado de conservação;
- ▶ Os poços avaliados dificilmente passaram por serviços de manutenção preventiva;
- ▶ Dificuldade de acesso a alguns poços. Futuras manutenções ou reparos serão igualmente prejudicadas ou mesmo impedidas.

RESULTADOS - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO

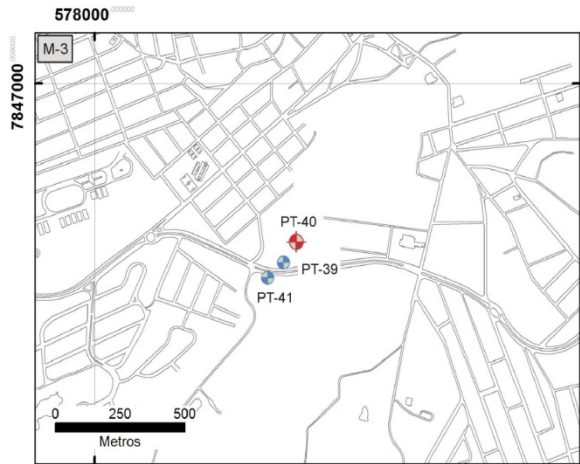
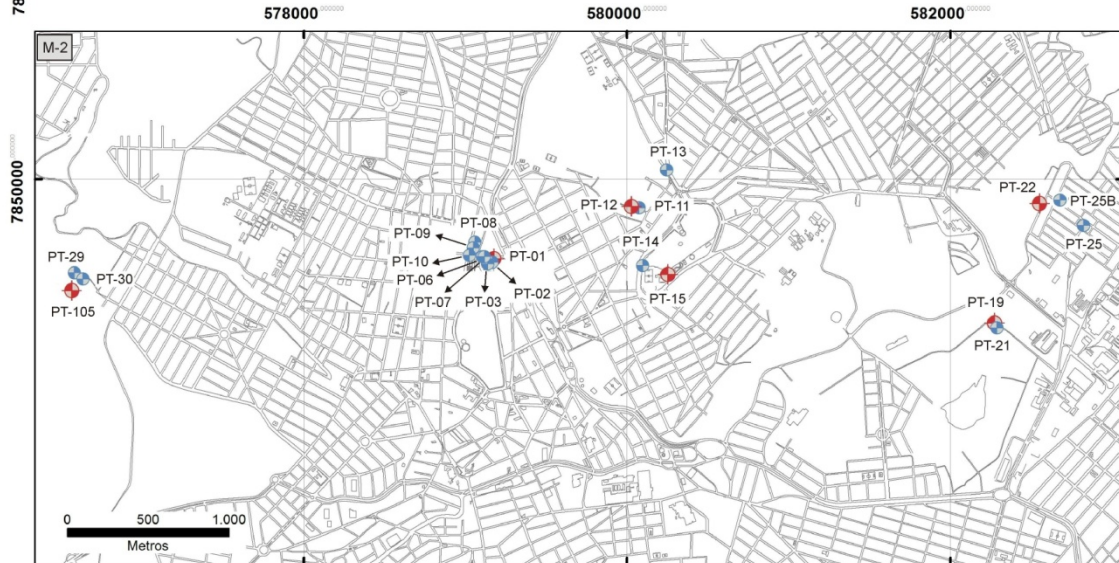
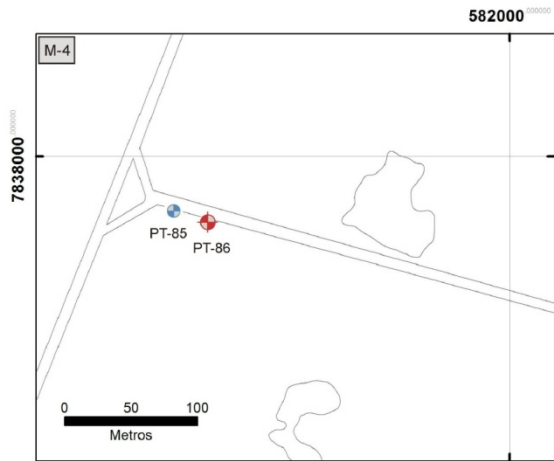
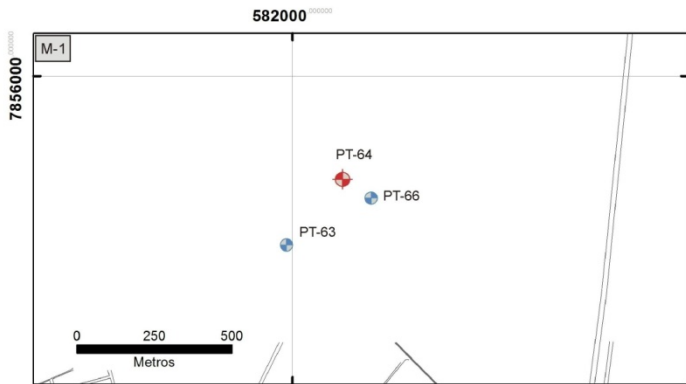
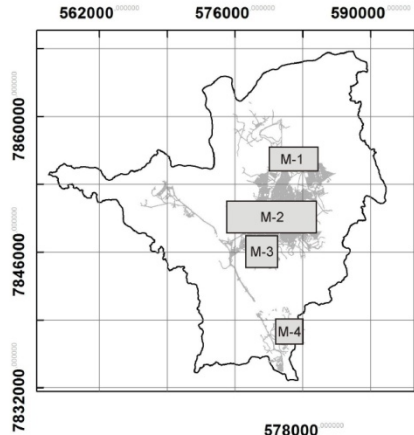
Testes de escalonados

Em torno de 55% dos testes realizados o resultado mostrou uma baixa eficiência hidráulica (abaixo de 70%), o que pode explicado por:

- ▶ Desgaste da tubulação (furos, roscas desgastadas);
- ▶ Bombas submersas subdimensionadas e/ou desgastadas;
- ▶ Obstrução mecânica do poço (tubulações e parede do poço, cabos elétricos, tiras de borracha);
- ▶ Obstrução química do poço (incrustações das paredes internas do poço ou bomba submersa).

Obs.: Tratando-se de testes realizados em região cárstica, os resultados devem ser considerados com ressalvas, devido a heterogeneidade do meio hidrogeológico.

TESTES DE AQUÍFERO



Legenda

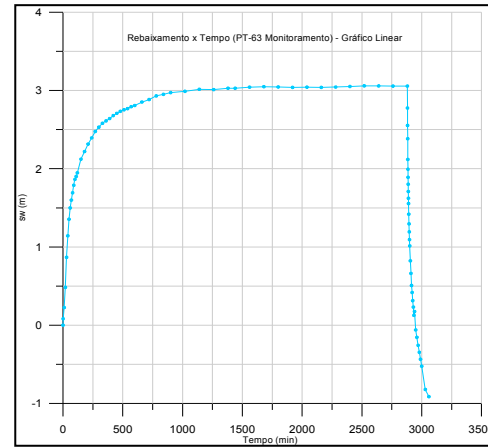
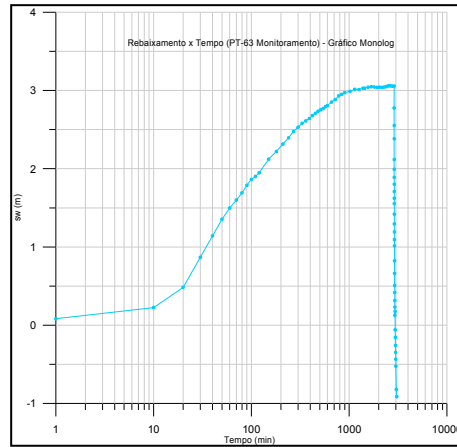
- Malha de Ruas
- ◆ Poço Bombeado
- Poço Monitorado



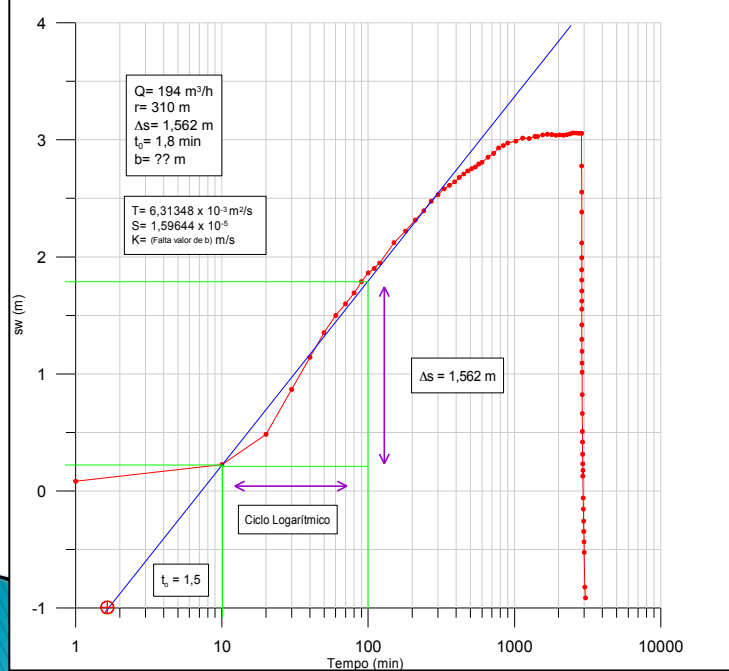
TESTES DE AQUÍFERO

Tipo Aquífero	Poço Bombeado	Nível Estático (m)	Duração Teste (min)	Vazão Q (m ³ /h)	Poço Observação	Distâncias Poço Bombeado (m)	Nível Estático Poço Observado (m)
Cárstico	PT-01	55,565	3030	128	PT-02	25	57,725
					PT-03	51	57,31
					PT-06	72	57,63
					PT-07	60	58,013
					PT-08	155	58,63
					PT-09	145	58,69
					PT-10	153	57,775
Cárstico	PT-12	57,39	3060	96,2	PT-11	70	57,02
					PT-13	280	63,823
Cárstico	PT-15	49,67	3210	40,4	PT-14	200	55,481
Cárstico	PT-19	9,9	3210	128,2	PT-21	72	9,744
Cárstico	PT-22	12,079	3030	92,2	PT-25	420	17,745
					PT-25B	75	9,36
Cárstico	PT-40	0,76	3000	61,5	PT-39	175	2,14
					PT-41	230	2,524
Cárstico	PT-64	22,45	3060	194	PT-63	310	29,114
					PT-66	70	18,75
Fraturado	PT-86	10,13	3210	4,6	PT-85	57	11,74
Cárstico	PT-105	29,72	3210	47	PT-29	28,3	31,661
					PT-30	31,85	29,115

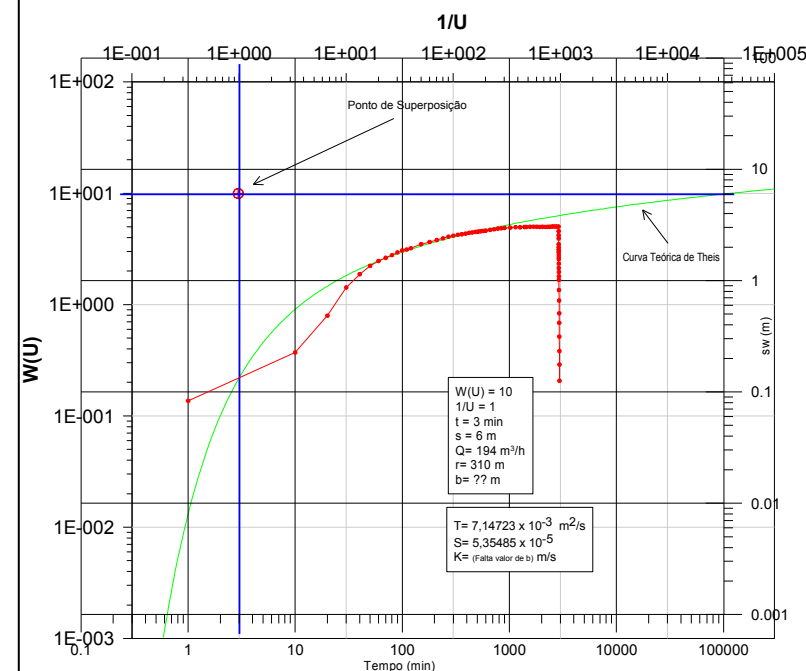
TESTES DE AQUÍFERO PT-63 Monitoramento



Determinação dos Valores de T e S, utilizando o método de Cooper-Jacob (PT-63)

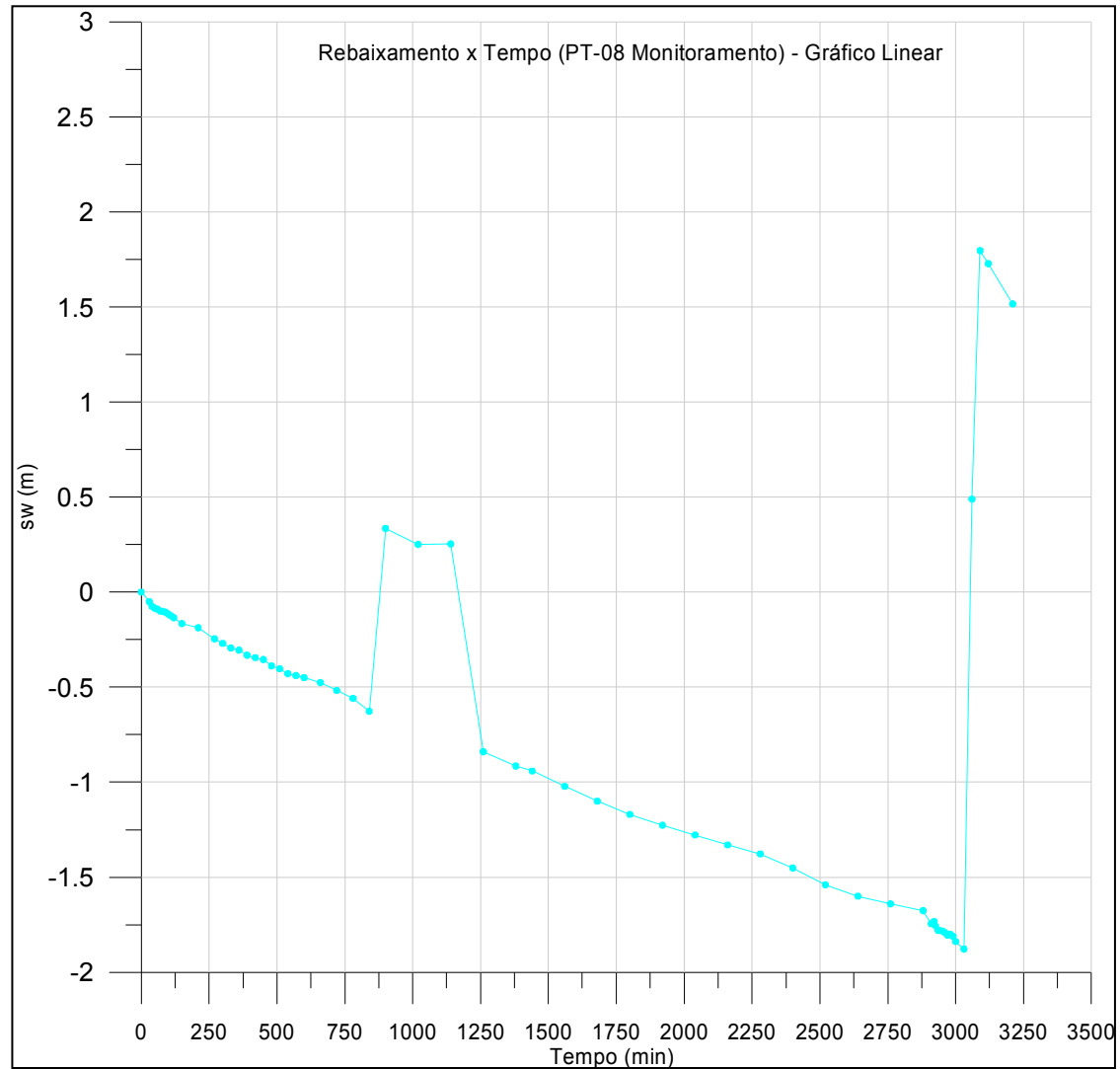


Determinação dos Valores de T e S, utilizando o método de Theis (PT-63)



TESTES DE AQUÍFERO

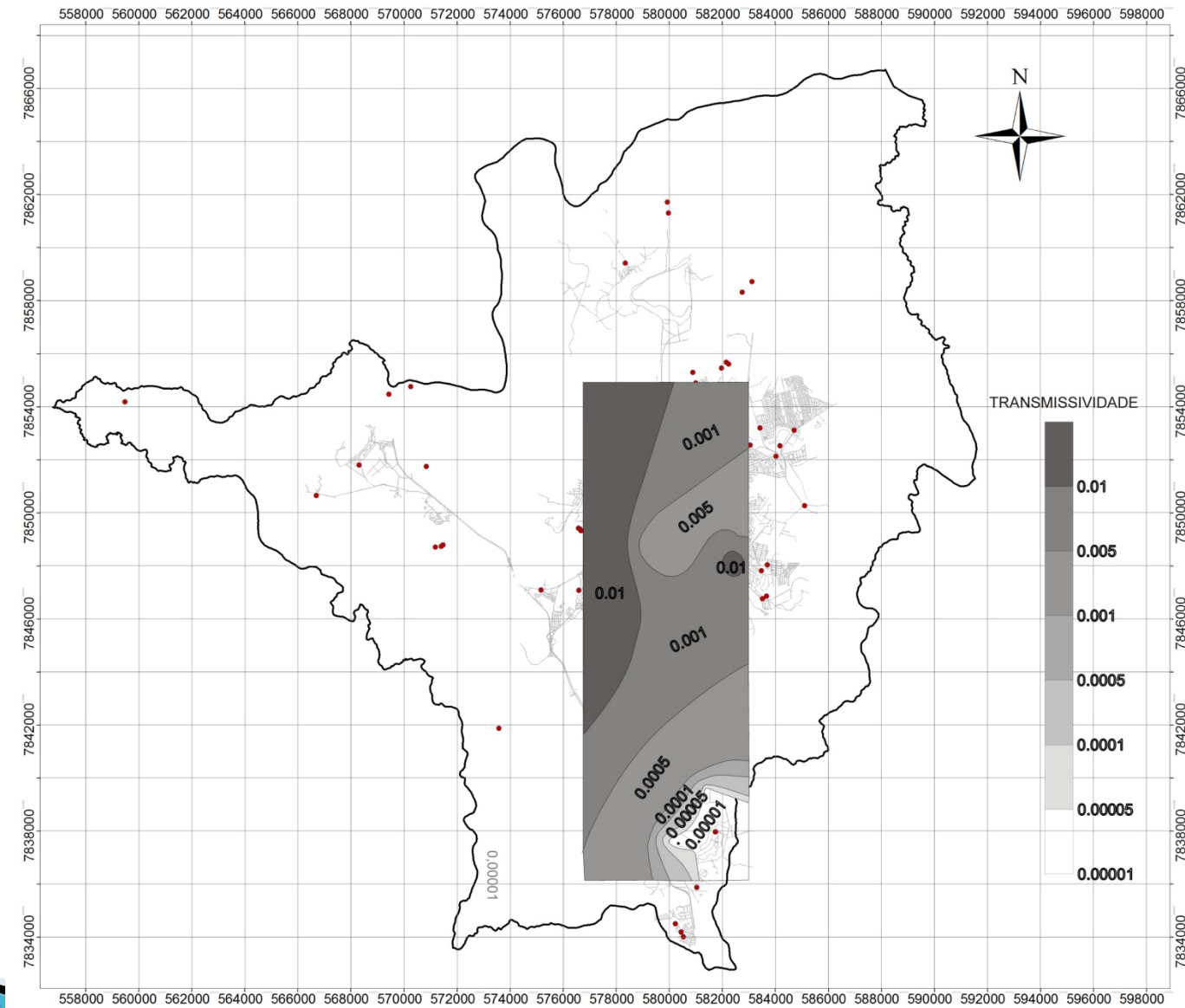
PT-08 Monitoramento



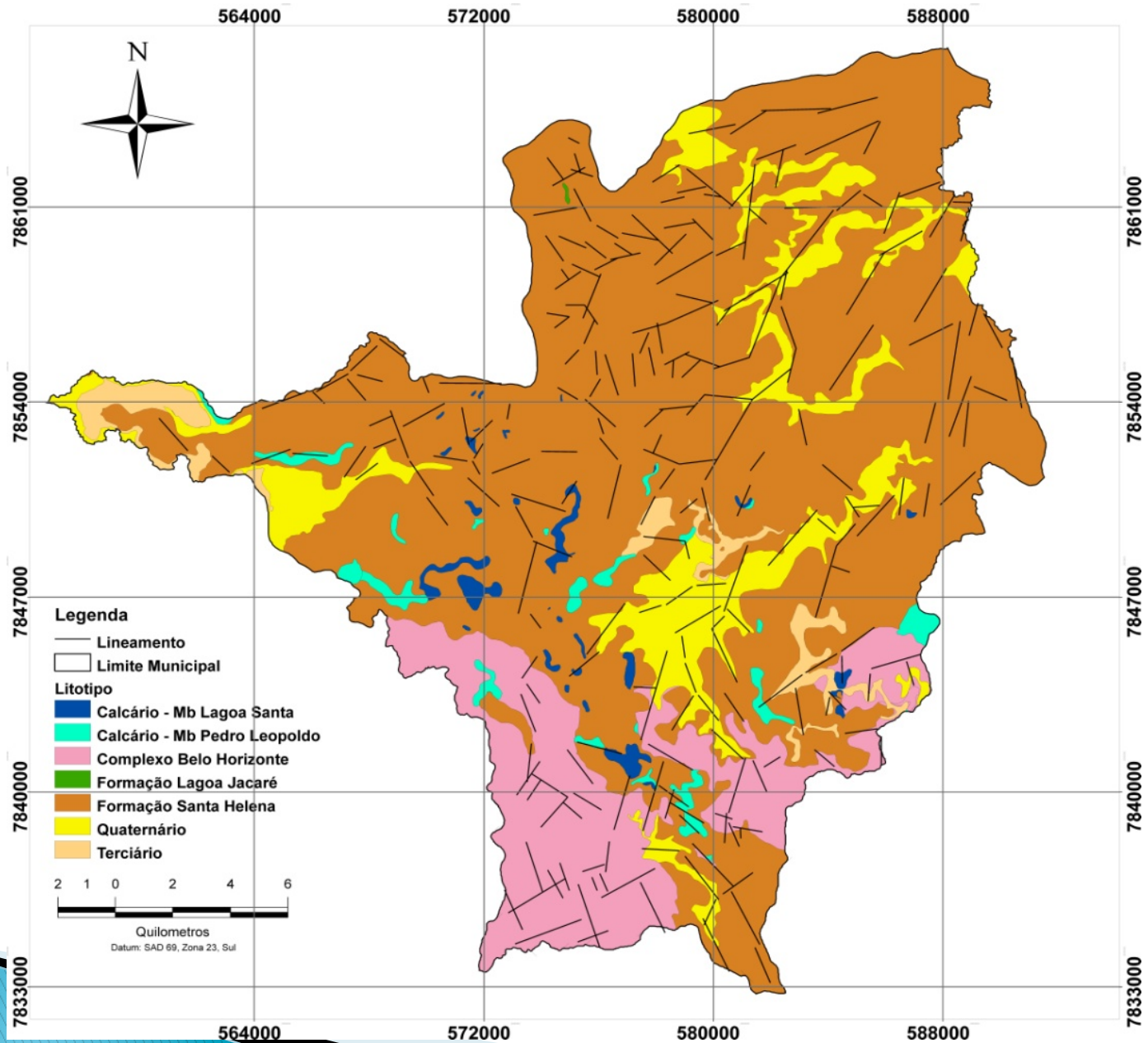
TESTES DE AQUÍFERO

Tipo Aquífero	Poço Bombeado	Poço Observação	Distâncias Poço Bombeado (m)	Transmissividade (T = m ² /h)	
				Theis	Cooper & Jacob
Cárstico	PT-01	PT-02	25	Inconsistentes	
		PT-03	51		
		PT-06	72		
		PT-07	60		
		PT-08	155		
		PT-09	145		
		PT-10	153		
Cárstico	PT-12	PT-11	70	Inconsistentes	
		PT-13	280		
Cárstico	PT-15	PT-14	200	2,00x10 ⁻³	Inconsistentes
Cárstico	PT-19	PT-21	72	1,18x10 ⁻²	1,08x10 ⁻²
Cárstico	PT-22	PT-25	420	Inconsistentes	
		PT-25B	75	5,09x10 ⁻³	2,51x10 ⁻²
Cárstico	PT-40	PT-39	175	1,04x10 ⁻²	1,13x10 ⁻²
		PT-41	230	1,09x10 ⁻²	1,18x10 ⁻²
Cárstico	PT-64	PT-63	310	7,14x10 ⁻³	6,31x10 ⁻³
		PT-66	70	7,26x10 ⁻³	7,86x10 ⁻³
Fraturado	PT-86	PT-85	57	3,17x10 ⁻⁵	7,11x10 ⁻⁵
Cárstico	PT-105	PT-29	28,3	3,71 x 10 ⁻²	3,67 x 10 ⁻²
		PT-30	31,85	4,32 x 10 ⁻²	3,98 x 10 ⁻²

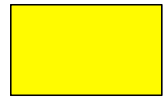
MAPA DE TRANSMISSIVIDADE (m²/h)



MAPA GEOLÓGICO



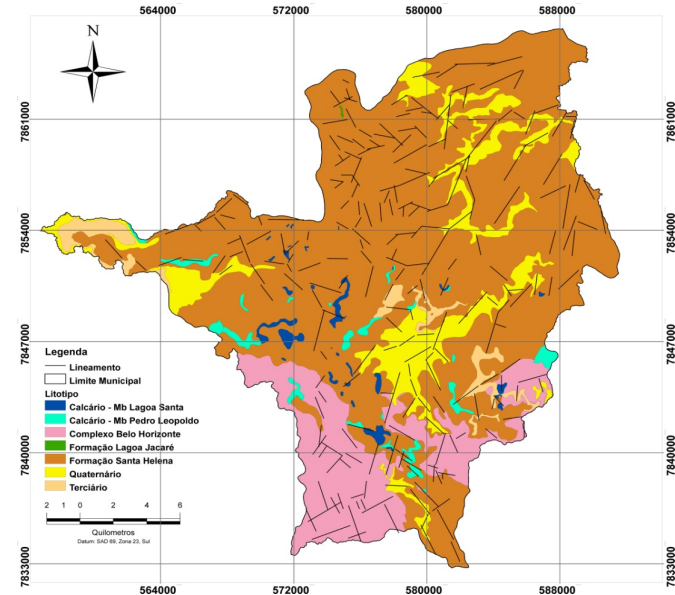
GEOLOGIA



Quaternário: sedimentos flúvio-aluvionares; detrito-lateríticos.



Formação Santa Helena: nível composto por rochas filíticas e ardosianas, apresentando frequentes veios de quartzo com espessuras centimétricas a decimétricas.



Formação Sete Lagoas: sequência de rochas carbonáticas:



Membro Lagoa Santa: calcarenitos de coloração cinza escuro, podendo apresentar níveis oolíticos e também estromatolíticos.

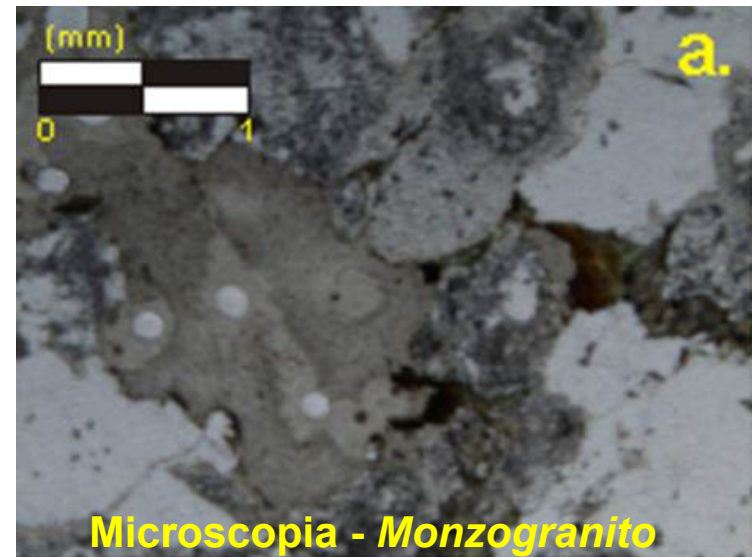



Membro Pedro Leopoldo: composto por calcisiltitos de coloração cinza claro, intercalado com fácies metapelíticas em caráter milimétrico a centimétricos.



Complexo Belo Horizonte: ocorre como porção basal da sequência, composto por granitos, gnaisses, milonitos e migmatitos, além de ocorrências locais por intrusões de rochas máficas (gabros, basaltos, diabásios e granodioritos).

COMPLEXO BELO HORIZONTE



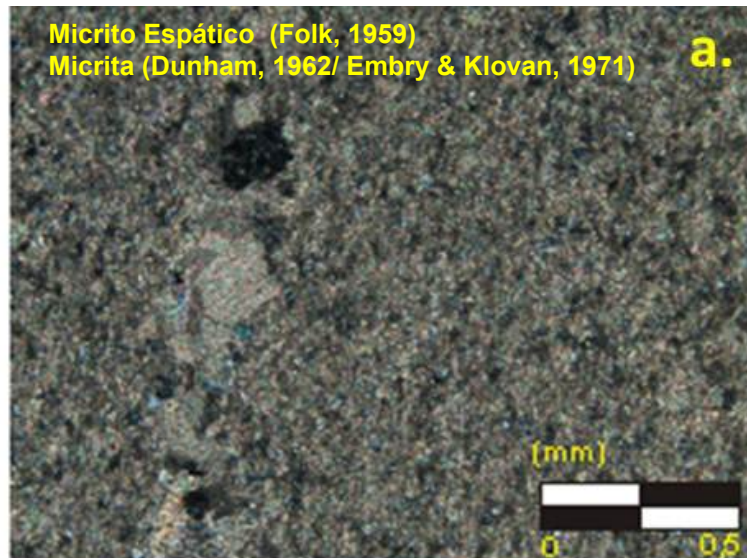
 **Complexo Belo Horizonte:** granitos, gnaisses, milonitos e migmatitos, além de ocorrências locais por intrusões de rochas máficas (gabros, basaltos, diabásios e granodioritos).

FORMAÇÃO SETE LAGOAS

Membro Lagoa Santa: calcarenitos cinza escuro.

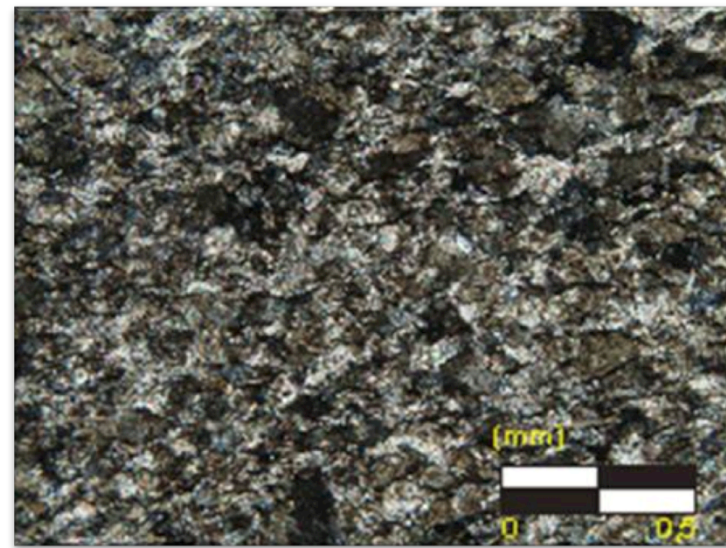
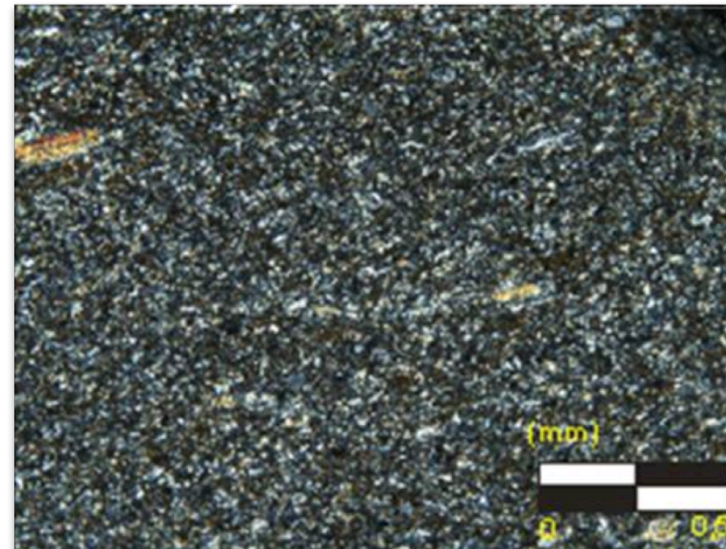
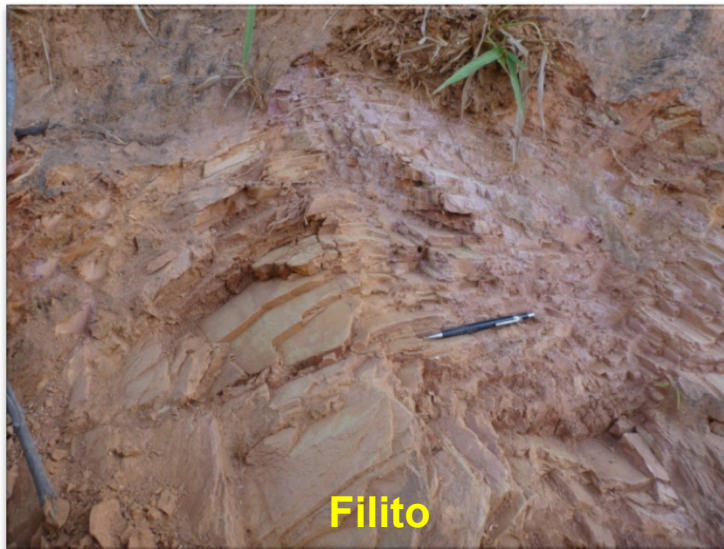


Membro Pedro Leopoldo: calcisiltitos cinza claro.

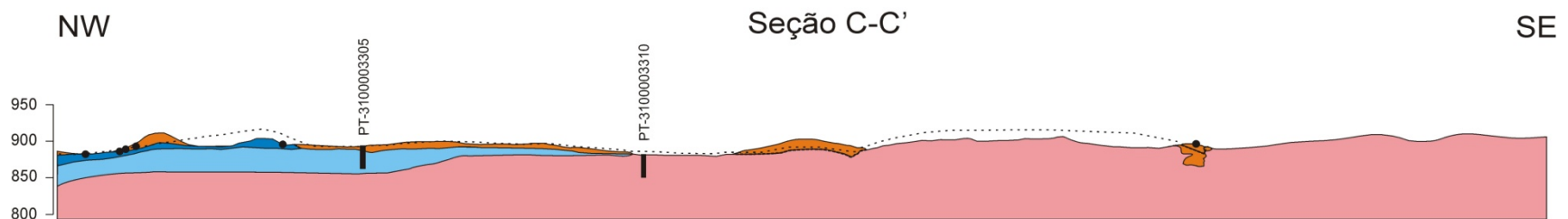
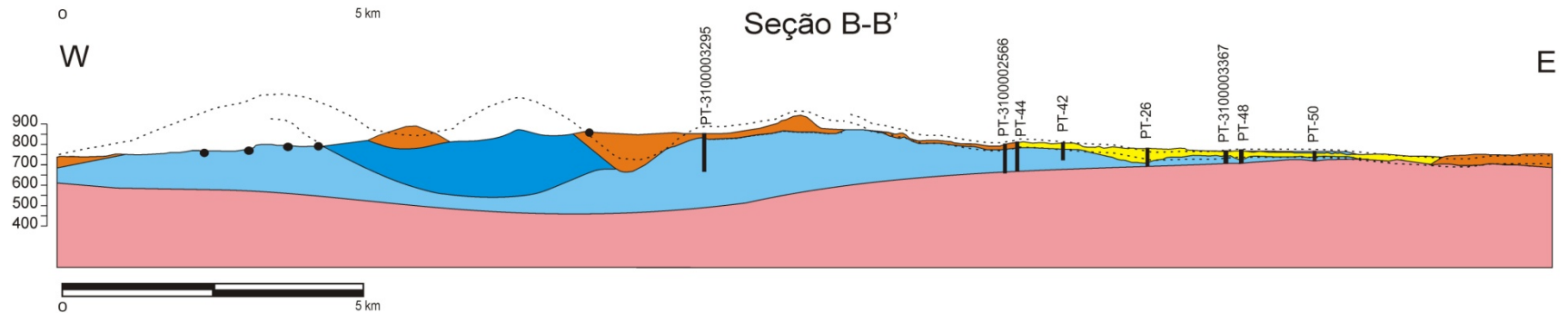
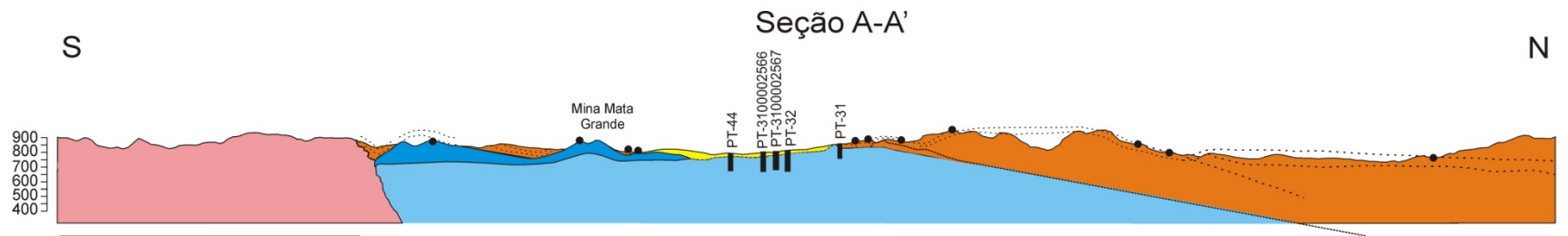


FORMAÇÃO SANTA HELENA

Formação Santa Helena: filito e ardósia, com veios de quartzo.

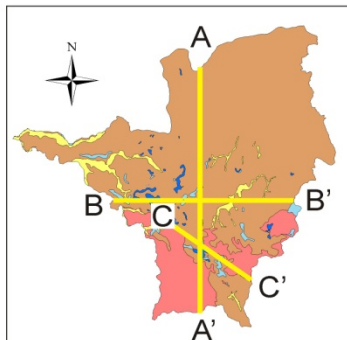


SEÇÕES GEOLÓGICAS

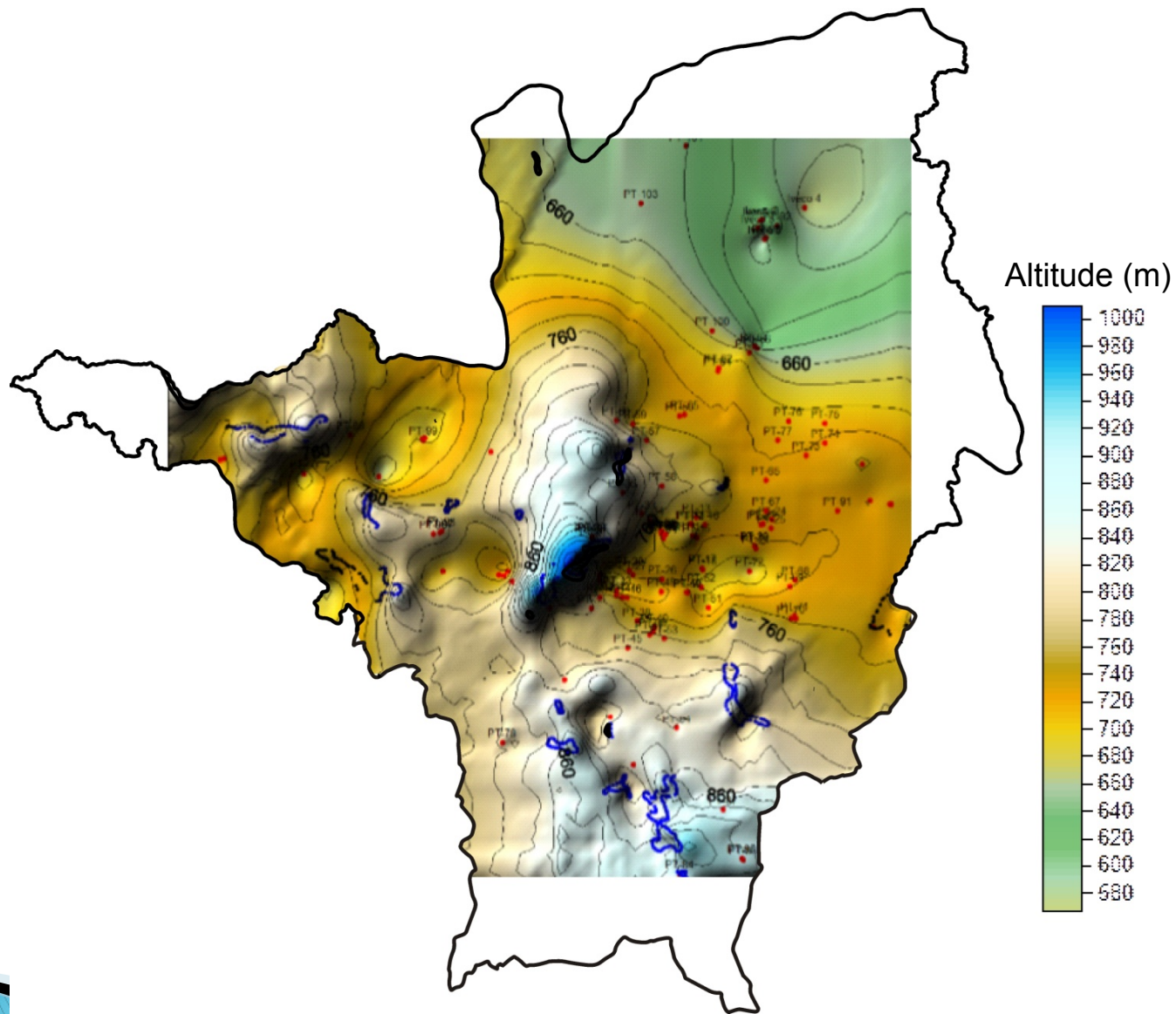


Legenda

- | | | | |
|------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Quaternário | Calcário - Mb Lagoa Santa | Complexo Belo Horizonte | Perfil Litoconstrutivo Poço |
| Fm. Santa Helena | Calcário - Mb Pedro Leopoldo | Ponto Mapeado | Continuidade Litológica |



MAPA DE ISÓBATAS



CONCLUSÕES

Situação Construtiva dos Poços

- ▶ Por volta de 10% dos poços avaliados apresentam espaço entre o revestimento interno e externo menor que $\frac{3}{4}$ ", impedindo a instalação de tubos de monitoramento; a utilização de tiras de borrachas se mostrou ineficiente; na maioria dos poços, as tubulações mostram sinais de desgaste e precário estado de conservação, indicando falta de manutenções preventivas.

Testes de Escalonados

- ▶ Aproximadamente 55% dos testes realizados o resultado mostrou baixa eficiência hidráulica (abaixo de 70%), o que pode ser explicado pelo desgaste da tubulação; bombas submersas subdimensionadas e/ou desgastadas; obstrução mecânica ou química do poço.
- ▶ Obs.: tais contratempos refletem/refletiam a falta de planejamento e integração entre os departamentos da autarquia (ação corretiva antes da ação preventiva).

Testes de Aquífero

- ▶ Os testes de longa duração (48h) indicaram valores de T entre 10^{-2} e 10^{-3} m²/h para regiões cársticas; e 10^{-5} m²/h para a região do embasamento, confirmando o bom potencial de abastecimento subterrâneo dos poços locados nas “regiões cársticas” para o município.

CONCLUSÕES

Geologia

- ▶ Complexo Belo Horizonte: embasamento cristalino, localizado na porção sul do município;
- ▶ Membro Pedro Leopoldo: calcisiltitos cinza claro, com fraturas abertas, intemperizadas, indicando presença de água. Afloramento disperso, nas porções central, sul, oeste e leste;
- ▶ Membro Lagoa Santa: calcarenito cinza escuro, pouco fraturado, aflorando dispersamente na parte central;
- ▶ Formação Santa Helena: filito e ardósia, com veios de quartzo, aflorante nas regiões norte, leste e oeste;
- ▶ Quaternário: sedimentos flúvio-aluvionares; detrito-lateríticos.

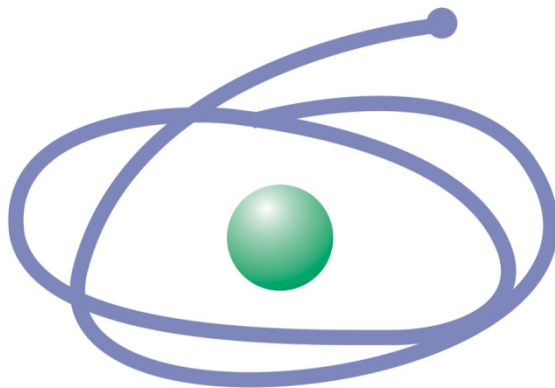
Hidrogeologia

- ▶ Complexo Belo Horizonte: transmissividades da ordem de 10^{-5} m²/h e poços com vazões médias de 8 m³/h.
- ▶ Membro Pedro Leopoldo: transmissividades da ordem de 10^{-2} m²/h e poços com vazões que podem alcançar 200 m³/h, podendo ser mais; principal reservatório hídrico subterrâneo devido às cavidades cársticas (filmagens óticas = 2m espessura); geometricamente, apresenta continuidade lateral, distribuindo-se nas porções norte, leste e oeste, em determinados locais, pode apresentar 150m de espessura; apresenta considerável proteção, devida a sobreposição dos filitos e ardósias.
- ▶ Membro Lagoa Santa: pouco fraturado, sem indícios de dissolução, não apresenta grande potencial a exploração hídrica.
- ▶ Formação Santa Helena: sem grande potencial de reserva, apresenta importante papel de proteção e infiltração das águas até o reservatório “Pedro Leopoldo”. Primeiro pela natureza geológica, e o segundo, pelas zonas mais intensamente fraturadas e características auto depuradoras.

BIBLIOGRAFIAS

- ▶ BAKALOWICZ, M. *Karst groundwater: a challenge for new resources*. Hydrogeology Journal. 148–160. 2005.
- ▶ BATISTA, R. C. R. Caracterização Hidrogeológica do Entorno do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, MG. Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado; p. 128, 2009.
- ▶ BOTELHO, L. A. L. A. Gestão dos Recursos Hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água. Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Dissertação de Mestrado; p. 130, 2008.
- ▶ CABRAL, J. Informações básicas para a gestão territorial – Zoneamento Geotécnico e Aptidão dos Terrenos do município de Sete Lagoas. Projeto Vida. Belo Horizonte, CPRM: 1994.
- ▶ COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Informações básicas para a gestão territorial - Região de Sete Lagoas-Lagoa Santa: Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas-MG com Vistas à Aplicação no Planejamento Urbano. Projeto Vida. Belo Horizonte: CPRM, 1994.
- ▶ COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Relatório final: mapeamento geológico: região de Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Lagoa Santa, Vespasiano, Capim Branco, Prudente de Moraes, Confins e Funilândia. Belo Horizonte: CPRM, 2003 – CD-ROM.
- ▶ COOPER, H.H.; JACOB, C. E. *A generalized graphical method for evaluating formational constants and summarizing well field history*. Transactions American Geophysical Union, v. 27, p. 526-634, 1946.
- ▶ DUNHAM, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (ed.), Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir, p. 108-121.
- ▶ EMBRY, AF, AND KLOVAN, JE, 1971, A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, NWT: Canadian Petroleum Geology Bulletin, v. 19, p. 730-781.
- ▶ FOLK, R.L., 1959, Practical petrographic classification of limestones: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 43, p. 1-38.
- ▶ GALDINO, I. G. A Gestão da Qualidade no Sistema de Saneamento Básico da Empresa SAAE, no Ano de 2007. Trabalho de Conclusão de Curso. Administração da Unidade Acadêmica de Ensino de Ciências Gerenciais - UECE, UNIFEMM - Centro Universitário de Sete Lagoas, p. 46, 2007.
- ▶ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Informações Básicas Municipais - 2010. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso março de 2011.
- ▶ PESSOA, P. Caracterização Hidrogeológica da Região de Sete Lagoas – MG: Potencialidades e Riscos. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1996.
- ▶ PREFEITURA MUNICIPAL DE SETE LAGOAS. Relatório para o Plano Diretor do Município de Sete Lagoas. Sete Lagoas, 2006.
- ▶ ROSILLO. S. M.. *Investigación Hidrogeológica Orientada a la Gestión Racional de Acuíferos Carbonáticos Sometidos a un Uso Intensivo del Agua Subterránea: El Caso de la Sierra de Estepa (Sevilla)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada (ES). p. 555, 2008.
- ▶ SCHOBENHAUS, C. Geologia Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984. p.275, 276, 277.
- ▶ THEIS, C.V. *The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage*. Transactions American Geophysical Union, 16th Ann. Meeting, part 2, 1935.
- ▶ THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance. Publications in climatology*. Laboratory of Climatology, New Jersey, v.8, 104p, 1955.

AGRADECIMENTOS



C A P E S

Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior

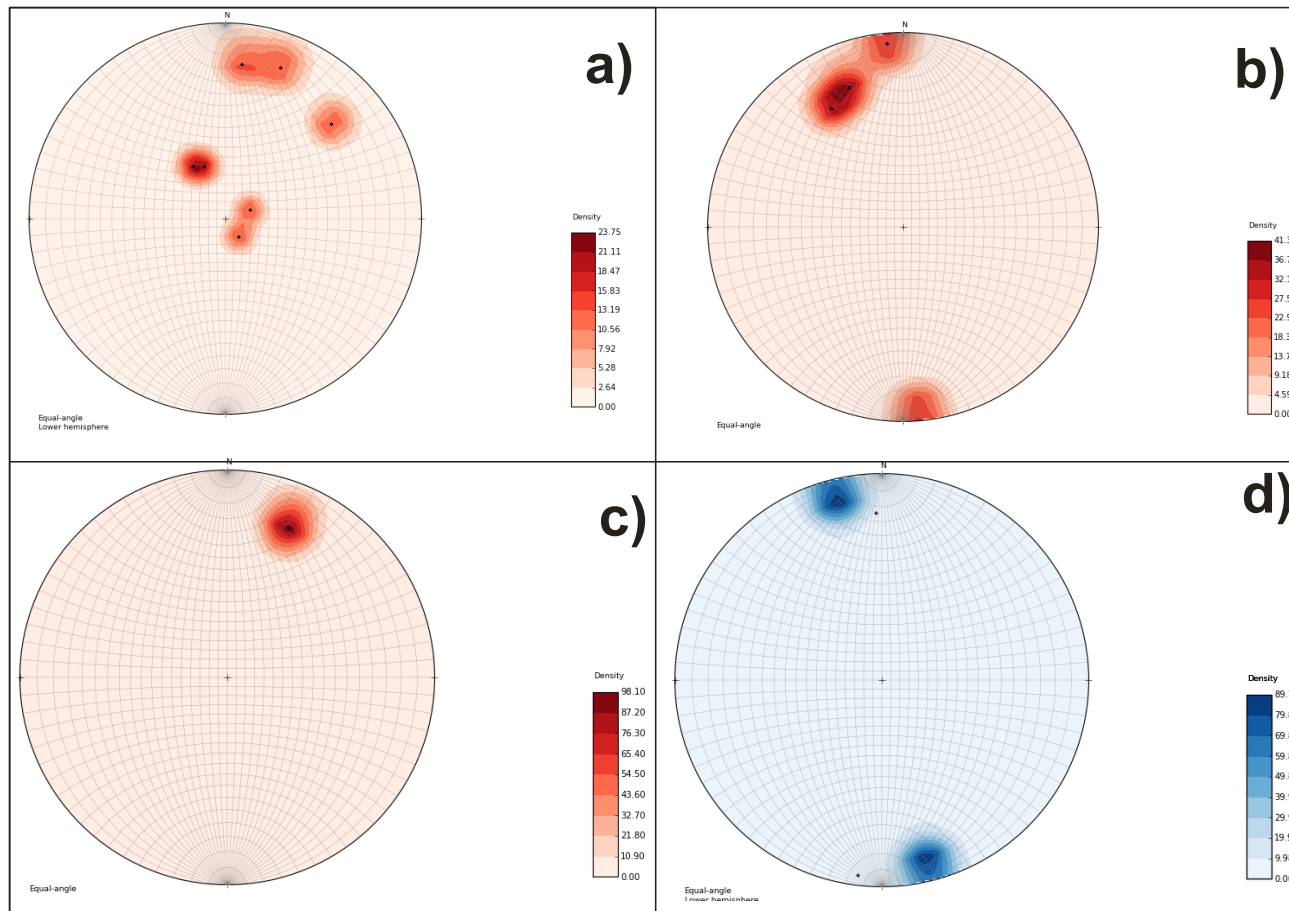


Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de São Paulo

MUITO OBRIGADO!

Paulo Henrique Galvão (USP) hidropaulo@gmail.com

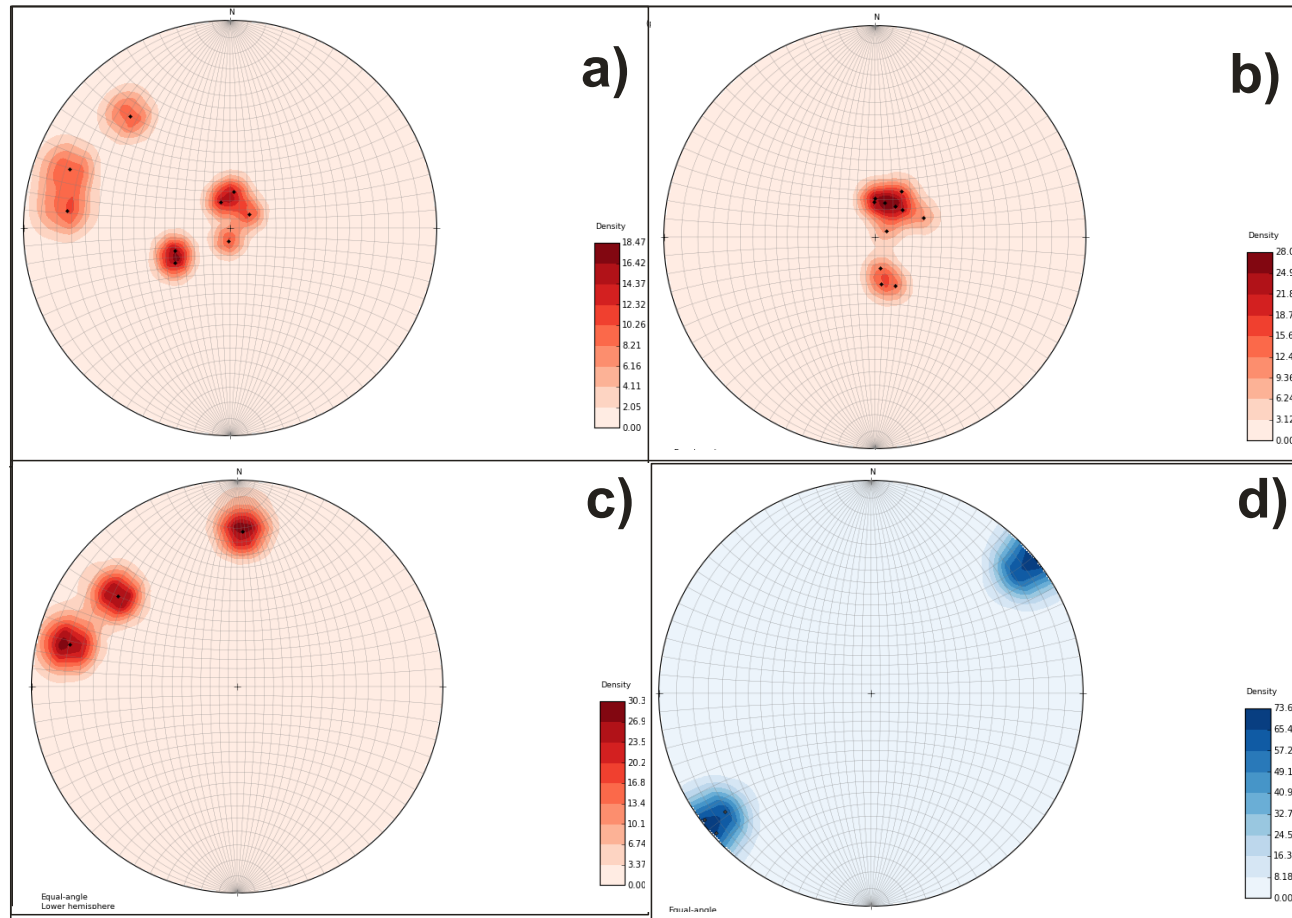
Formação Sete Lagoas: Membro Lagoa Santa: Compostos por Bioesparitos (Folk, 1959) / *Grainstones* (Dunham, 1959, 1962; Embry & Klován, 1971).



Acamamentos (a), Foliações (b), Fraturas (c) e eixos de dobras (d).

- Vergência de mergulho dos flancos para W;
- Fraturas possuem caráter sub-horizontal;
- Disposição dos eixos de dobra por sua representação no estereograma, indicam comportamento recumbente ou reclinada das mesmas, indicando dobras com orientação principal WSW – ENE.

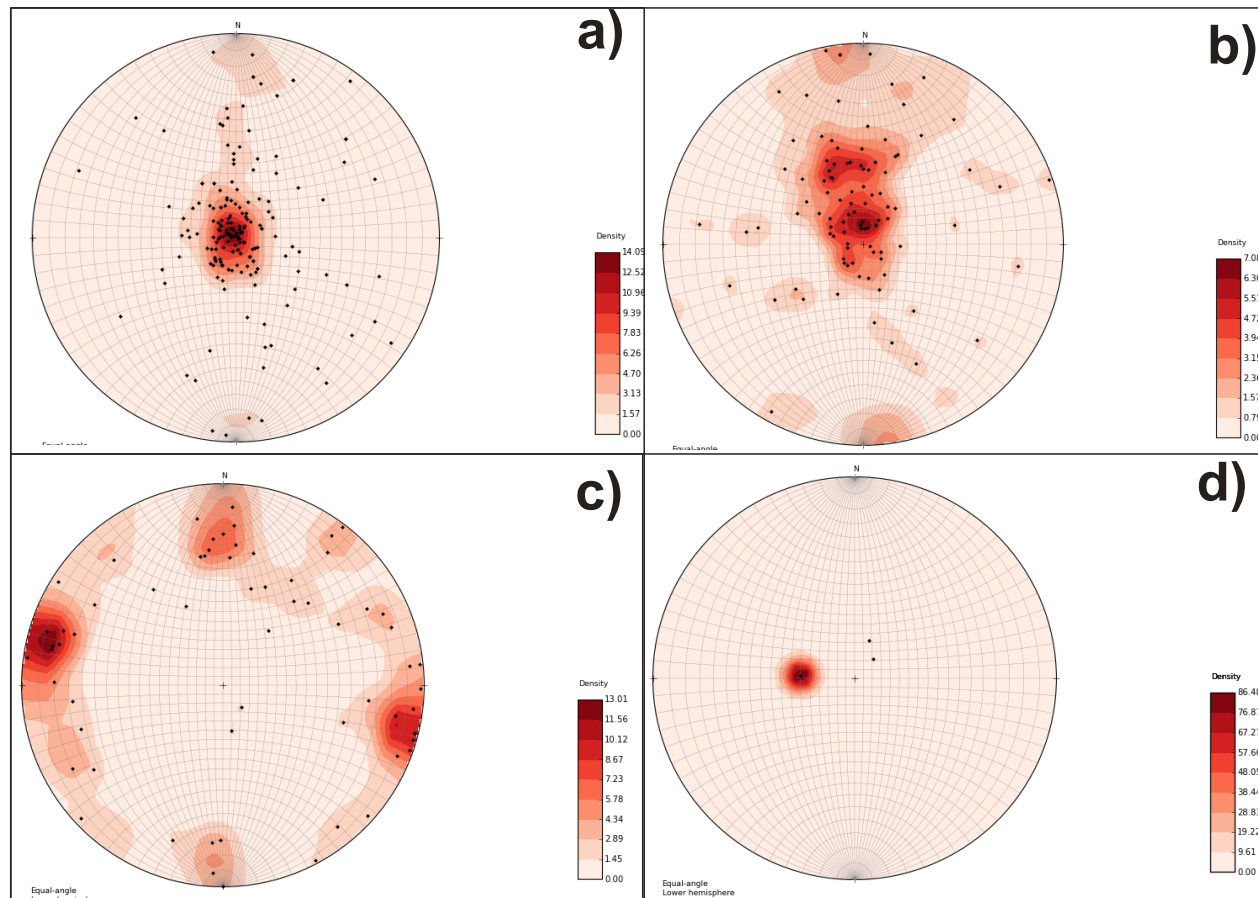
Formação Sete Lagoas – Membro Pedro Leopoldo: rocha micrítica espática impura, rica em grãos de quartzo associados a matriz. De acordo a avaliação da estereoscopia de duas estruturas, foi possível se obter os seguintes dados:



Acamamentos (a), Foliações (b), Fraturas (c) e eixos de dobras (d).

- Acamamentos dispostos, em sua maioria, em caráter horizontal, em especial ao se analisar a distribuição espacial das foliações, onde tal característica é mais marcante;
- Sistema de fraturas se distribui de modo sub-vertical;
- Disposição dos eixos de dobra, representada no estereograma, indica comportamento recumbente ou reclinada das mesmas, indicando sistema de dobras com orientação principal NNW – SSE.

Formação Santa Helena: rochas Filíticas e Ardosianas, oriundas de metamorfismo pelítico. Apresentam variedade e complexidade em atitudes de acamamento, foliação e subseqüentes dobramentos, como feições estruturais mais marcantes



Acamamentos (a), Foliações (b), Fraturas (c) e eixos de dobras (d).

- Acamamentos se distribuem preferencialmente sub-horizontal;
- Os mesmos também possuem uma vergência para a direção sudoeste/oeste, de acordo a distribuição secundária dos pontos (polos de plano);
- Foliações possuem caráter mais amplo, estando distribuídas de maneira mais homogênea e generalizada, com destaque especial de planos horizontalizados, ocorrendo de forma subparalela aos acamamentos principais, e em segundo plano, apresentando direção de mergulho para Norte;
- Planos de Fratura possuem caráter preferencialmente vertical, indicando direção preferencial para NE/SW e NW/SE;
- Os planos axiais demonstram vergência principal para Oeste.

ATIVIDADES DE CAMPO - AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DOS POÇOS E TESTE DE PRODUÇÃO

POÇO	Tipo de Teste	Equação Característica Poço ($S_w = BQ + CQ^2$)	Eficiência Hidráulica Poço ($EF=B1Q/B1Q+CQ^2$)	Vazão Específica Média ($Q/sw - m^3/h/m$)	Rebaixamento Específico Médio ($sw/Q - m/m^3/h$)
PT-01	Escalonado	0,01072281986Q + 0,0001597964247Q2	35%	143,13	0,010
PT-07	Escalonado	10,30443568Q + 0,1840294206Q2	71%	15,43	0,070
PT-08	Escalonado	0,01345340396Q + 0,00147026837 Q2	23%	25,54	0,040
PT-09	Escalonado	0,0003791708Q + 0,0000502192Q2	11%	360,59	0,003
PT-13	Escalonado	0,0041742440Q + 0,000097532Q2	59%	128,77	0,012
PT-14	Escalonado	0,01690423255Q + 0,001016917424Q2	30%	16,31	0,060
PT-15	Escalonado	0,016104043Q + 0,0008325431733Q2	24%	25,25	0,040
PT-18	Escalonado	0,00855Q + 0,000085Q2	77%	81,44	0,012
PT-22	Escalonado	0,557413446Q + 0,0134251760Q2	80%	2,87	0,352
PT-24	Escalonado	0,009301Q + 0,00004007Q2	72%	73,79	0,011
PT-25	Escalonado	0,02298151Q + 0,00275755Q2	53%	17,92	0,062
PT-28	Escalonado	0,0360447Q + 0,002898452Q2	54%	12,77	0,081
PT-29	Escalonado	0,02392701092Q + 0,0006179574604Q2	94%	49,01	0,010
PT-30	Escalonado	0,0267979Q + 0,0013351163Q2	56%	113,79	0,008
PT-36	Escalonado	0,00254966667Q + 0,0014342Q2	11%	30,46	0,035
PT-39	Escalonado	0,053734Q + 0,01134074074Q2	28%	3,67	0,291
PT-40	Escalonado	0,962571904Q + 0,0549268932Q2	94%	1,16	0,859
PT-41	Escalonado	0,093899285Q + 0,0023584Q2	61%	11,94	0,093
PT-43	Escalonado	0,00006013307Q + 0,00027489283Q2	13%	101,25	0,010
PT-44	Escalonado	0,00027489286 Q+ 0,00006013307Q2	27%	46,9	0,020
PT-45	Escalonado	27,44349209 Q + 11,41631606Q2	38%	0,21	5,921
PT-46	Escalonado	6,127701802Q + 0,1659347002Q2	75%	8,99	0,112
PT-47	Escalonado	0,0744774482Q + 0,0015640252Q2	38%	20,23	0,049
PT-48	Escalonado	0,0107228198Q + 0,0001597964Q2	61%	54,25	0,018
PT-51	Escalonado	0,242501066Q + 0,002695585Q2	86%	5,75	0,175
PT-52	Escalonado	20,42123447Q + 0,8594643707Q2	72%	9,26	0,115
PT-56	Escalonado	0,05711591061Q + 0,002408624899Q2	40%	32,76	0,030
PT-57	Escalonado	127,1936465Q + 0,59686144 Q2	98%	0,18	6,448
PT-63	Escalonado	11,3177277Q + 0,3149247222Q2	86%	8,53	0,118
PT-66	Escalonado	15,86109089Q + 0,1861873745Q2	68%	7,02	0,145
PT-71	Escalonado	0,001720697328Q + 0,000551960124Q2	60%	35,77	0,030
PT-73	Escalonado	1,150156056Q + 0,1331871118Q2	90%	0,46	2,155
PT-74	Escalonado	0,0022433581Q + 0,0004258065Q2	40%	142,87	0,007
PT-77	Escalonado	0,680072463Q + 0,0087753623Q2	79%	3,56	0,285
PT-81	Escalonado	5,520888889Q + 1,009629542Q2	83%	0,14	7,429
PT-84	Escalonado	0,479964121Q + 0,01487127273Q2	94%	2,48	0,407
PT-85	Escalonado	0,005116804Q + 0,02024167742Q2	16%	0,06	20,731
PT-86	Escalonado	3,261216117Q + 0,4865787546Q2	77%	0,19	5,329
PT-99	Escalonado	8,287459007Q + 0,6925862247Q2	71%	3,87	0,268