

CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE

GEÓLOGO ANTONIO SÍLVIO J. KREBS

ESTRUTURA DA PALESTRA

- LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO;
- FONTES DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO;
- DIFERENTES FORMAÇÕES AQUÍFERAS;
- CONSIDERAÇÕES FINAIS.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Municípios impactados

AMESC

04 municípios

AMREC

10 municípios

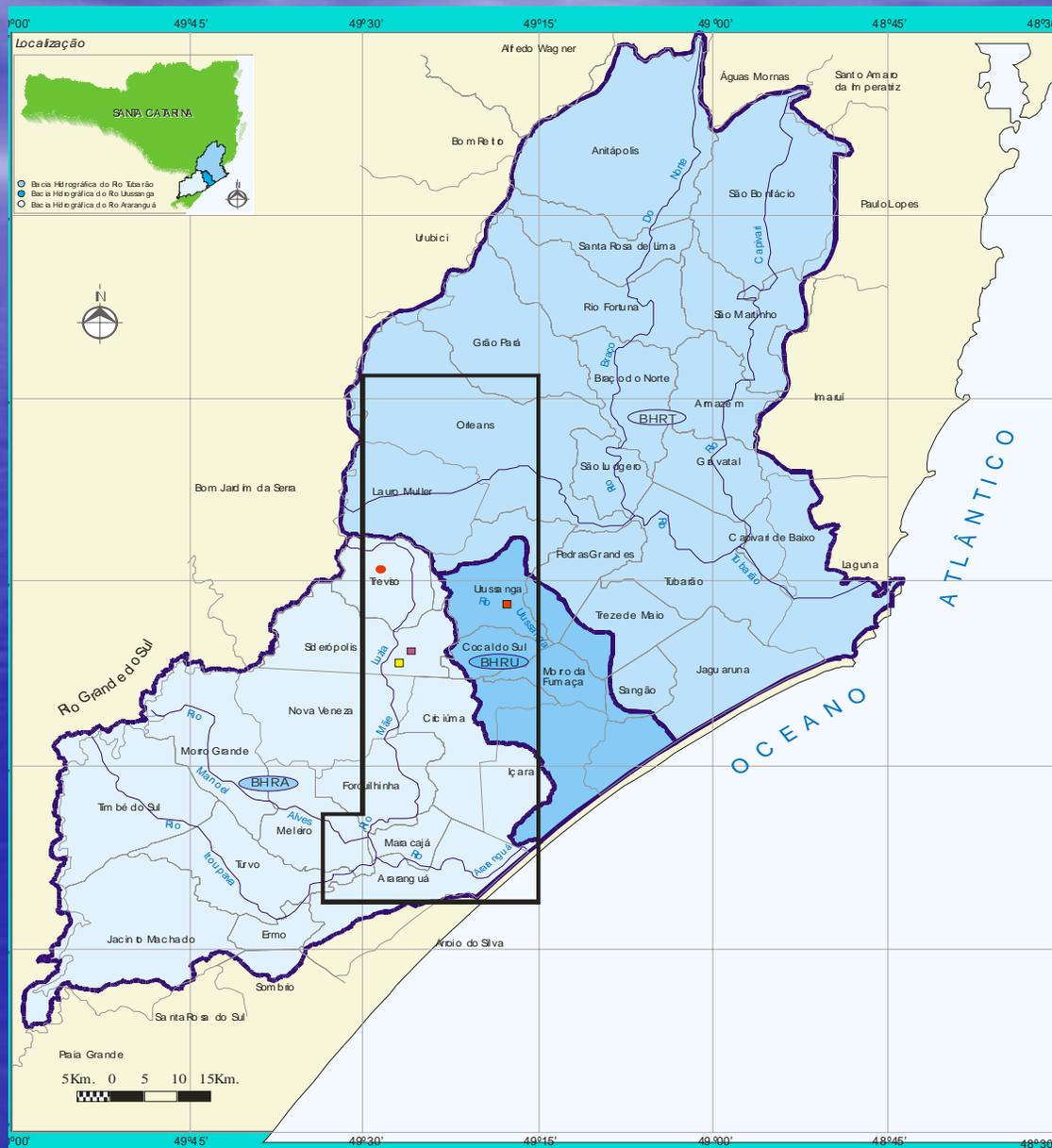
AMUREL

10 municípios

Total : 24 municípios

População:

659.130 (IBGE 2000)



PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DOS RH

- **Drenagem Ácida de Mina (DAM);**
- **Disposição do rejeito piritoso em morfologias inadequadas, como cabeceiras de drenagem;**
- **Cavas de minas a céu-aberto;**
- **Locais de subsidência do terreno;**

DEMAIS FONTES DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DOS RH

- Descarte “in natura” de esgoto industrial e urbano;
- Disposição não controlada de lixo industrial e urbano;
- Utilização de defensivos agrícolas com pouco critério;
- Criação de animais.

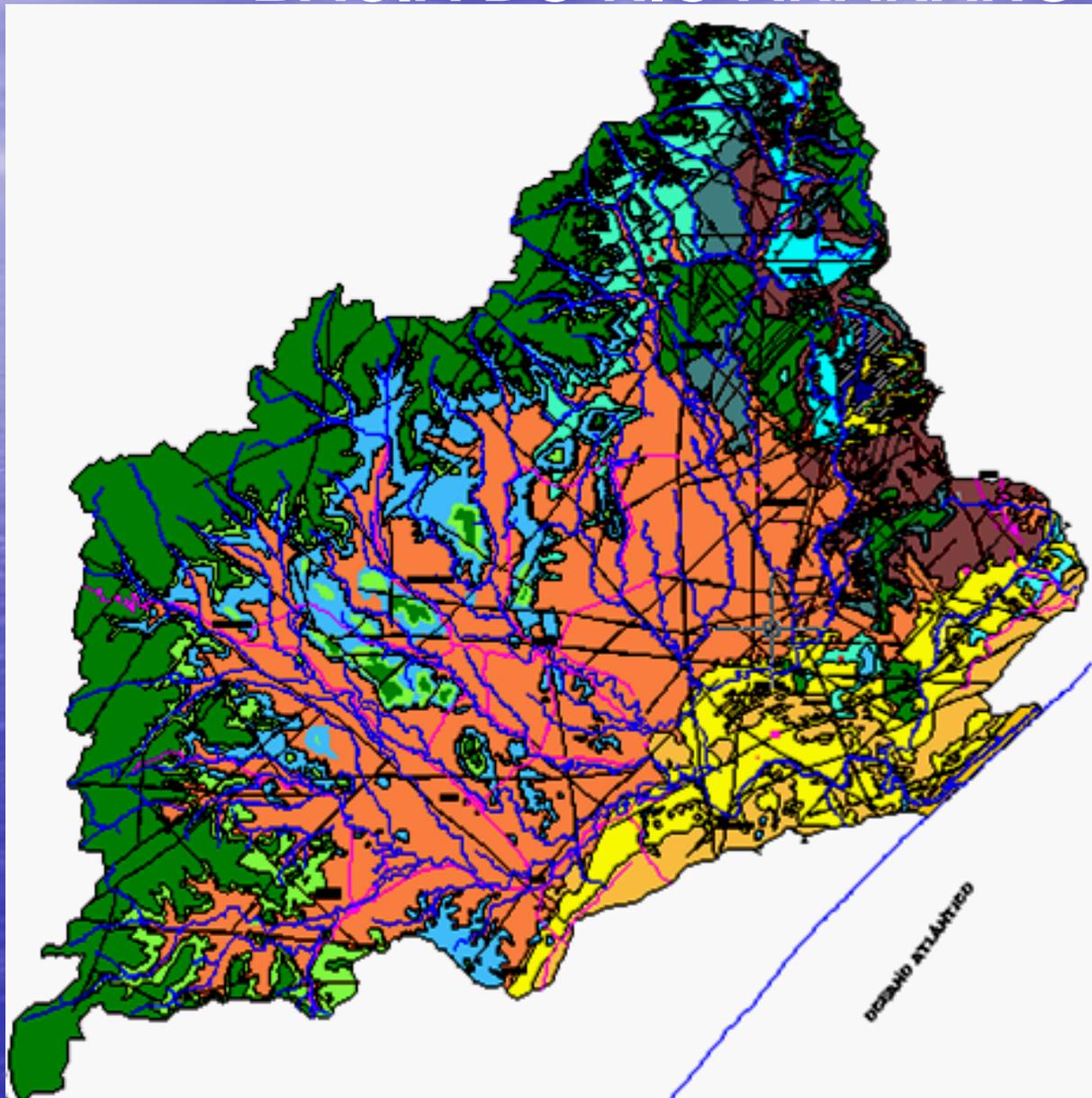
Foto: Rio Rocinha – Lauro Muller-SC

FACILITADORES DA CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS POR DIFERENTES FORMAS DE POLUIÇÃO

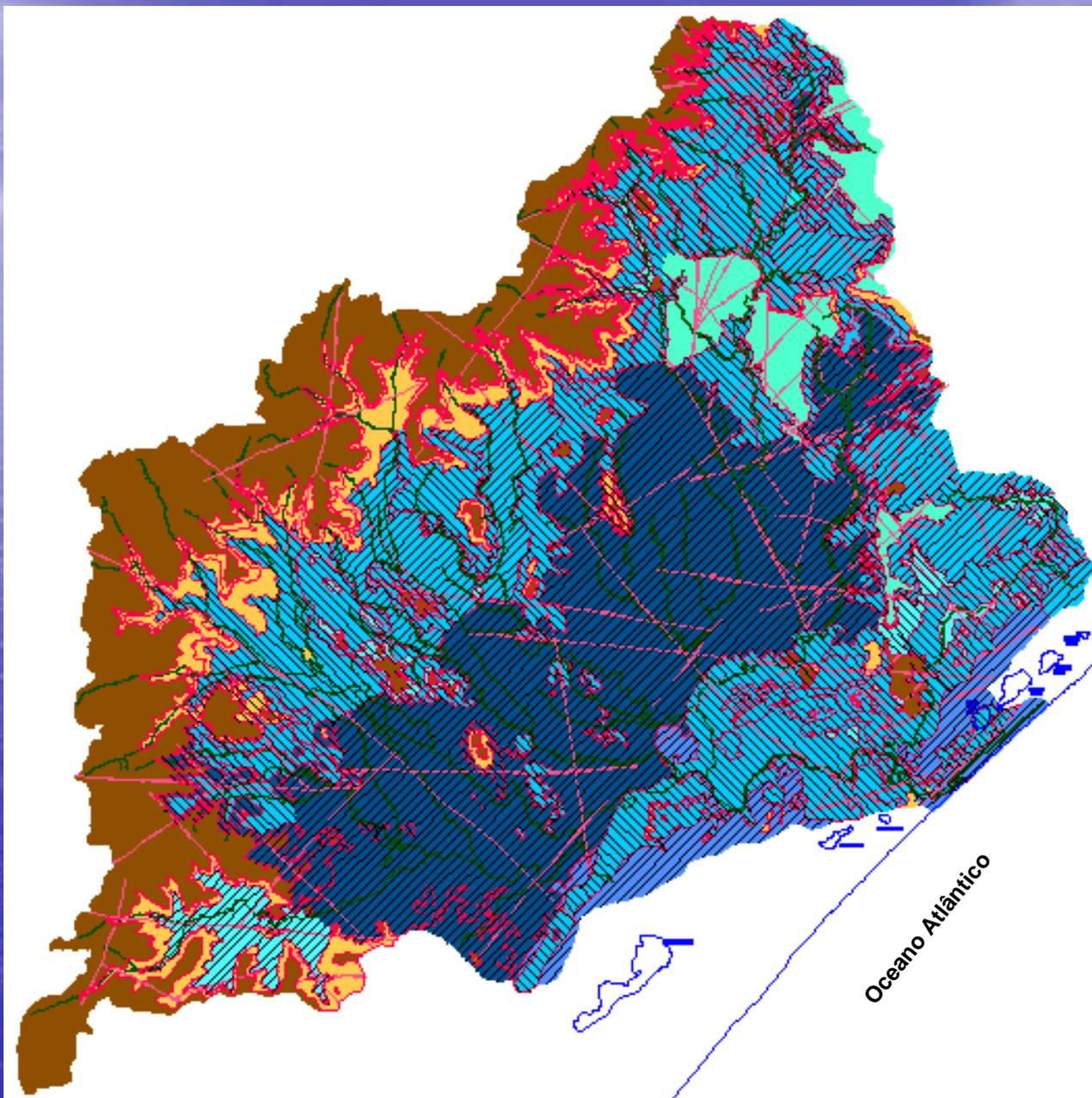
- Má qualidade dos recursos hídricos superficiais;
- Presença em grande número de falhas geológicas;
- Natureza predominantemente arenosa das litologias da Formação Rio Bonito.

Foto: Boca de Mina com DAM – Mina São Geraldo, Criciúma-SC

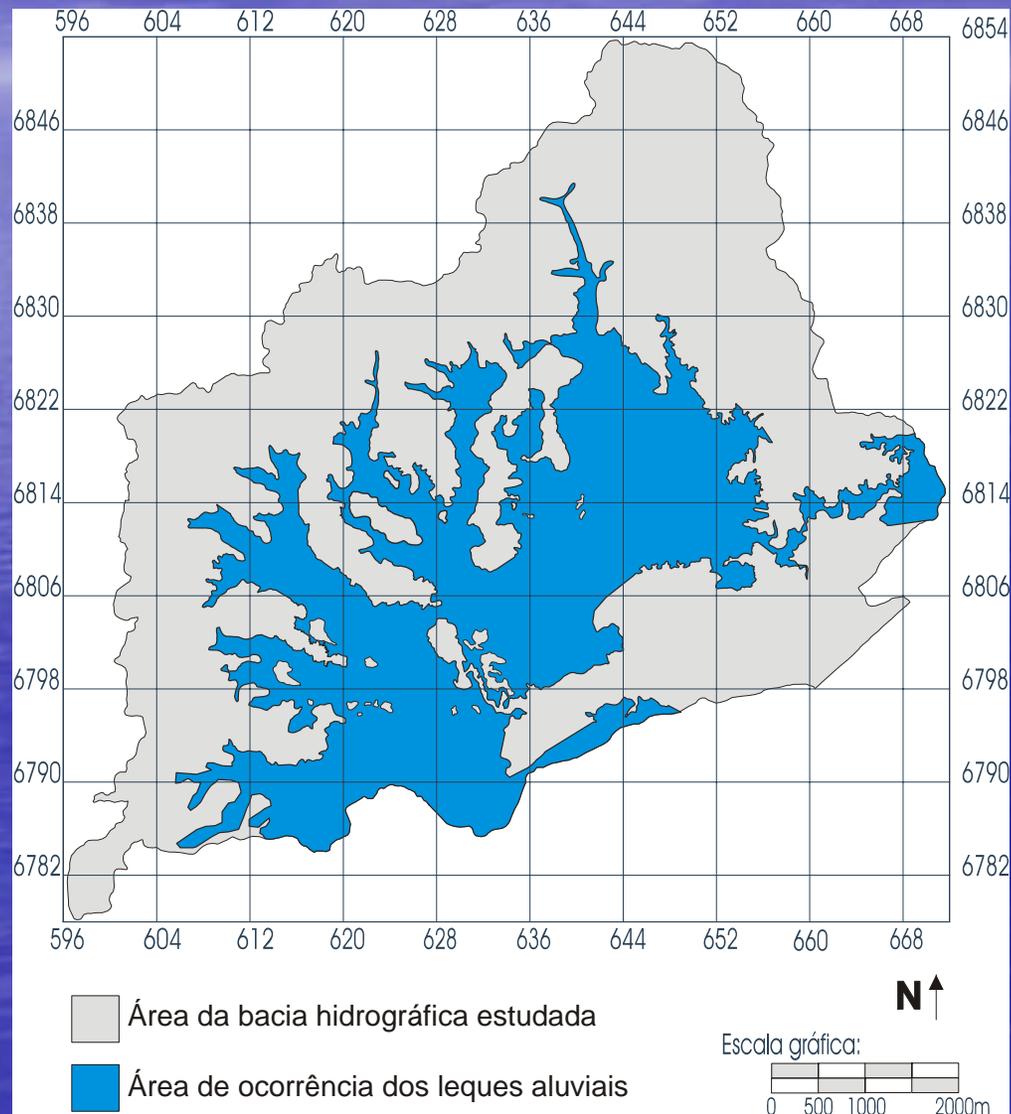
MAPA GEOLÓGICO-ESTRUTURAL DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ



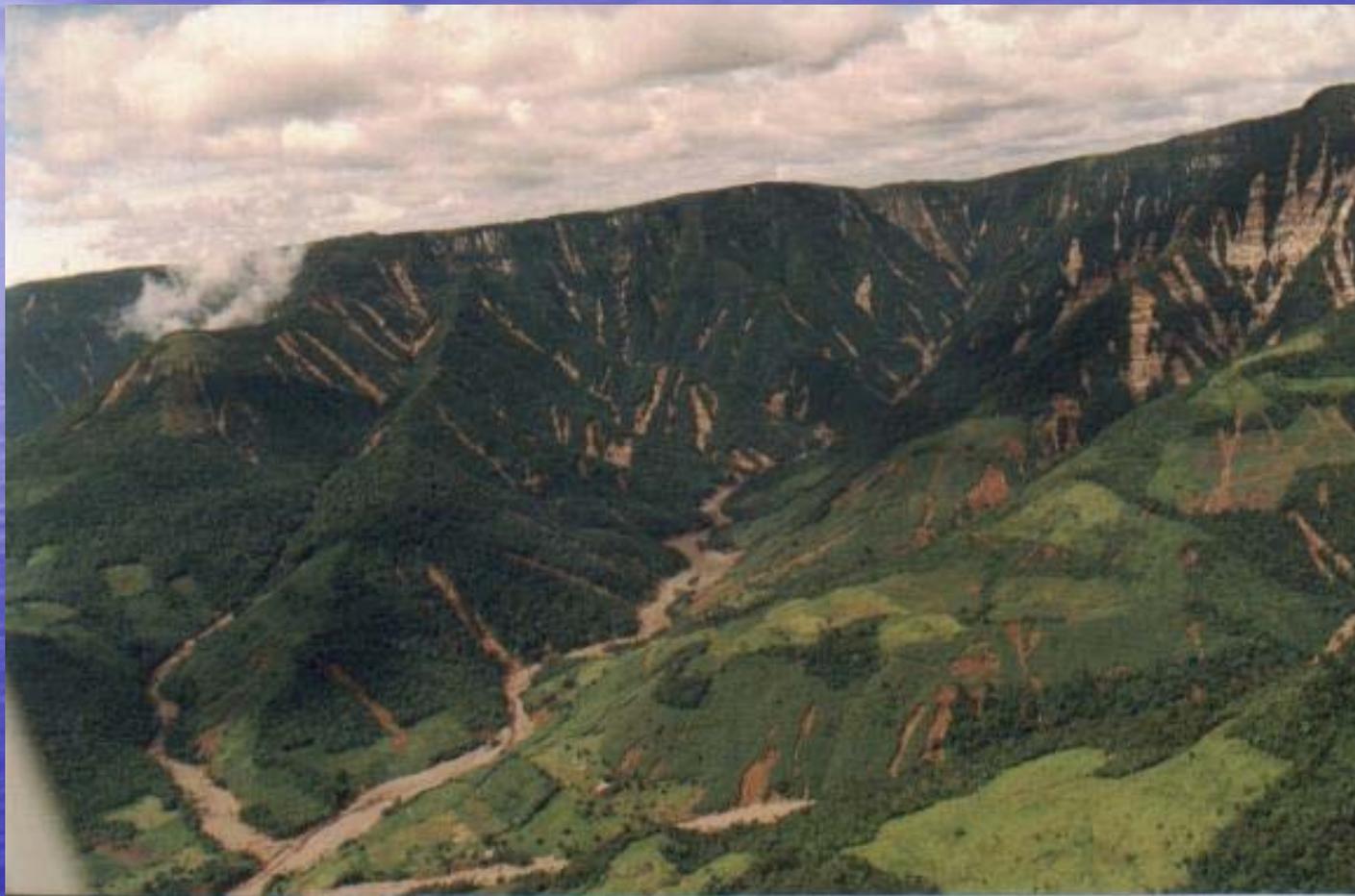
MAPA HIDROGEOLÓGICO DA BHRA



DISTRIBUIÇÃO DOS DEPÓSITOS DE LEQUES NA BACIA DO ARARANGUÁ, SC



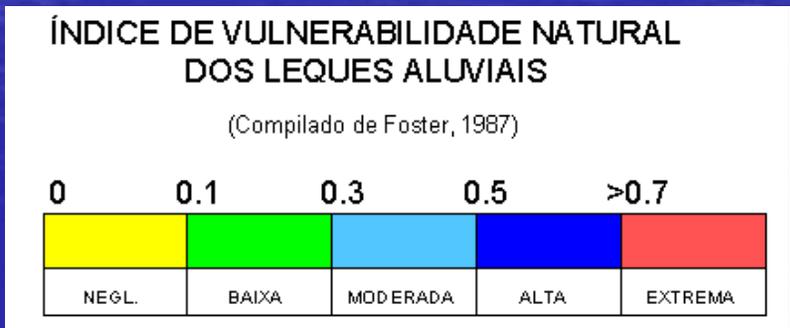
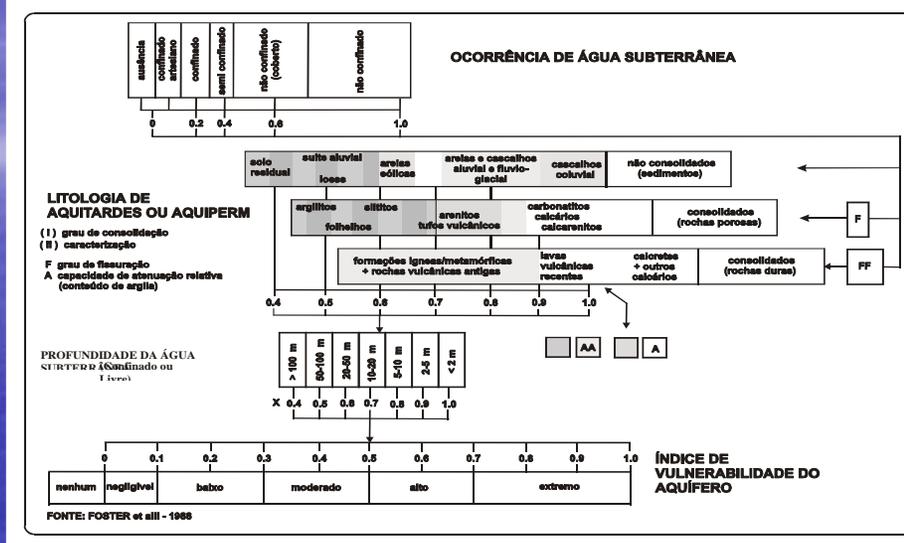
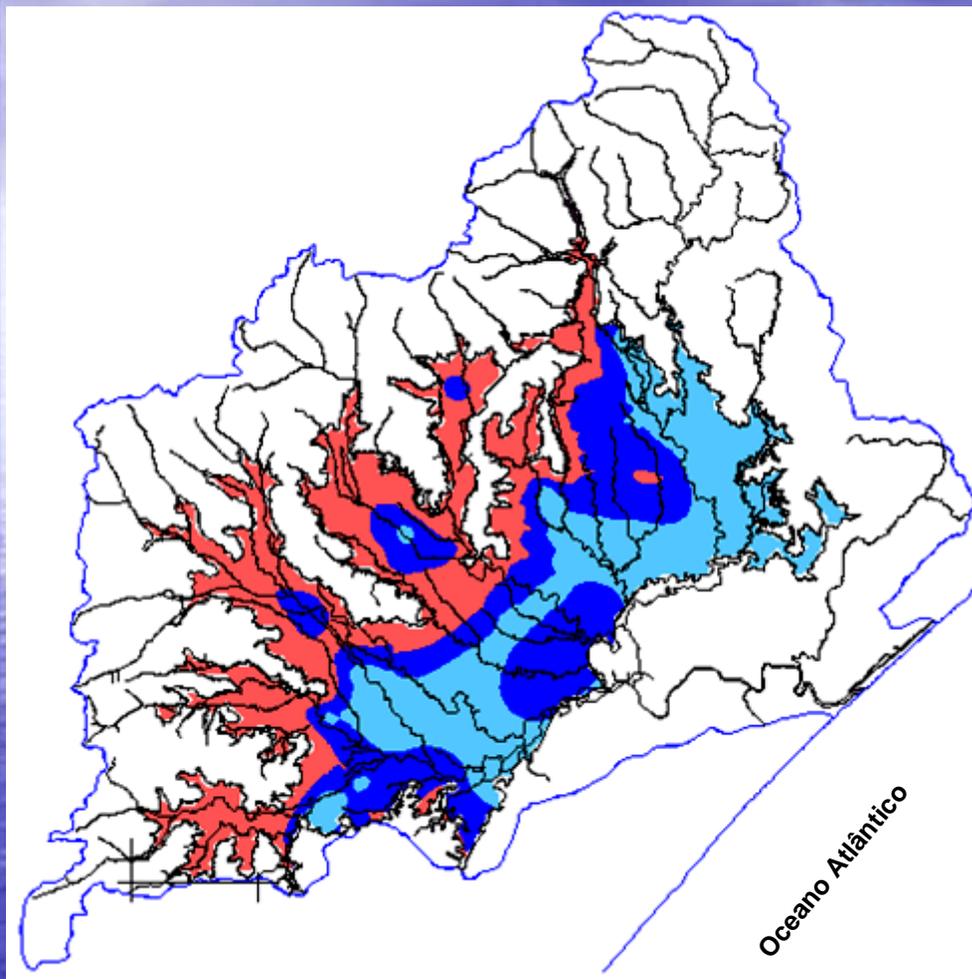
LEQUES ALUVIAIS-ASPECTOS GENÉTICOS



MIGRAÇÃO DE CANAIS – SISTEMA BREIDED/BARRAS LONGITUDINAIS.



MAPA VULNERABILIDADE NATURAL- LEQUES ALUVIAIS



CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

CATIONS	Nº	%
1	0	0.0
2	1	3.2
3	13	41.9
4	17	54.8
ANIONS	Nº	%
5	1	3.2
6	21	67.7
7	8	25.8
8	1	3.2
GERAL	Nº	%
9	2	6.5
10	16	51.6
11	5	16.1
12	8	25.8

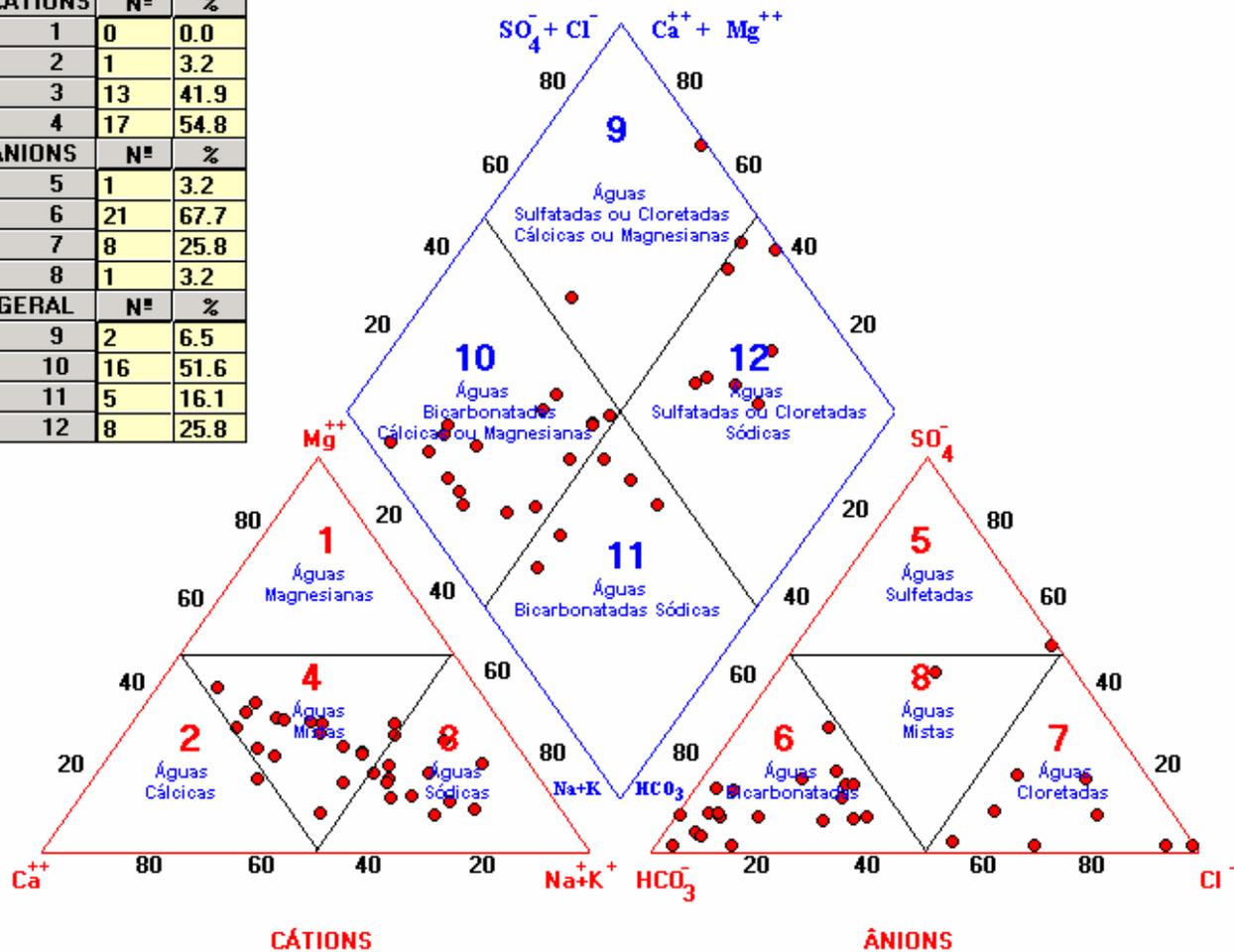
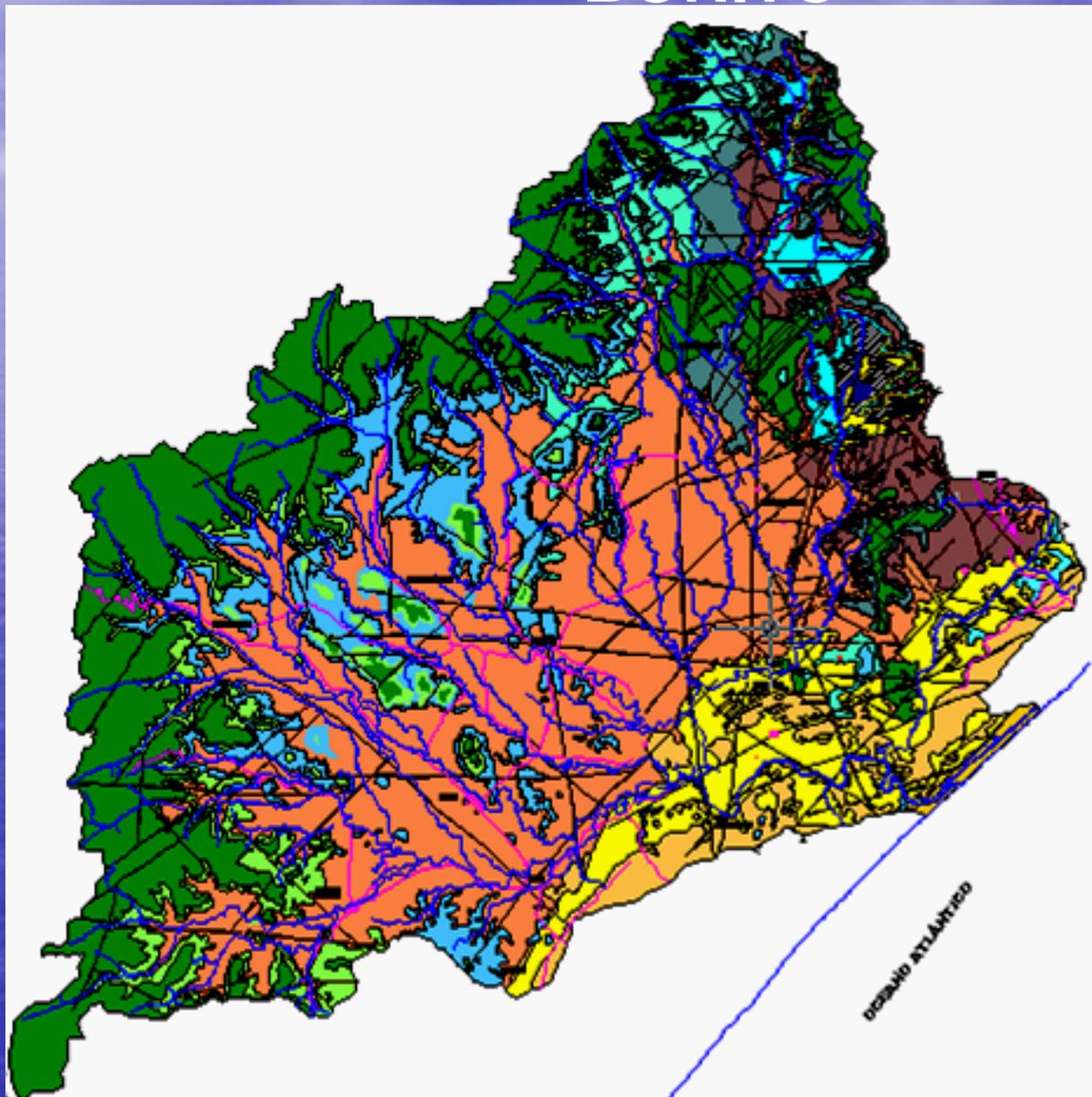


Diagrama de Piper dos Leques Aluviais

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

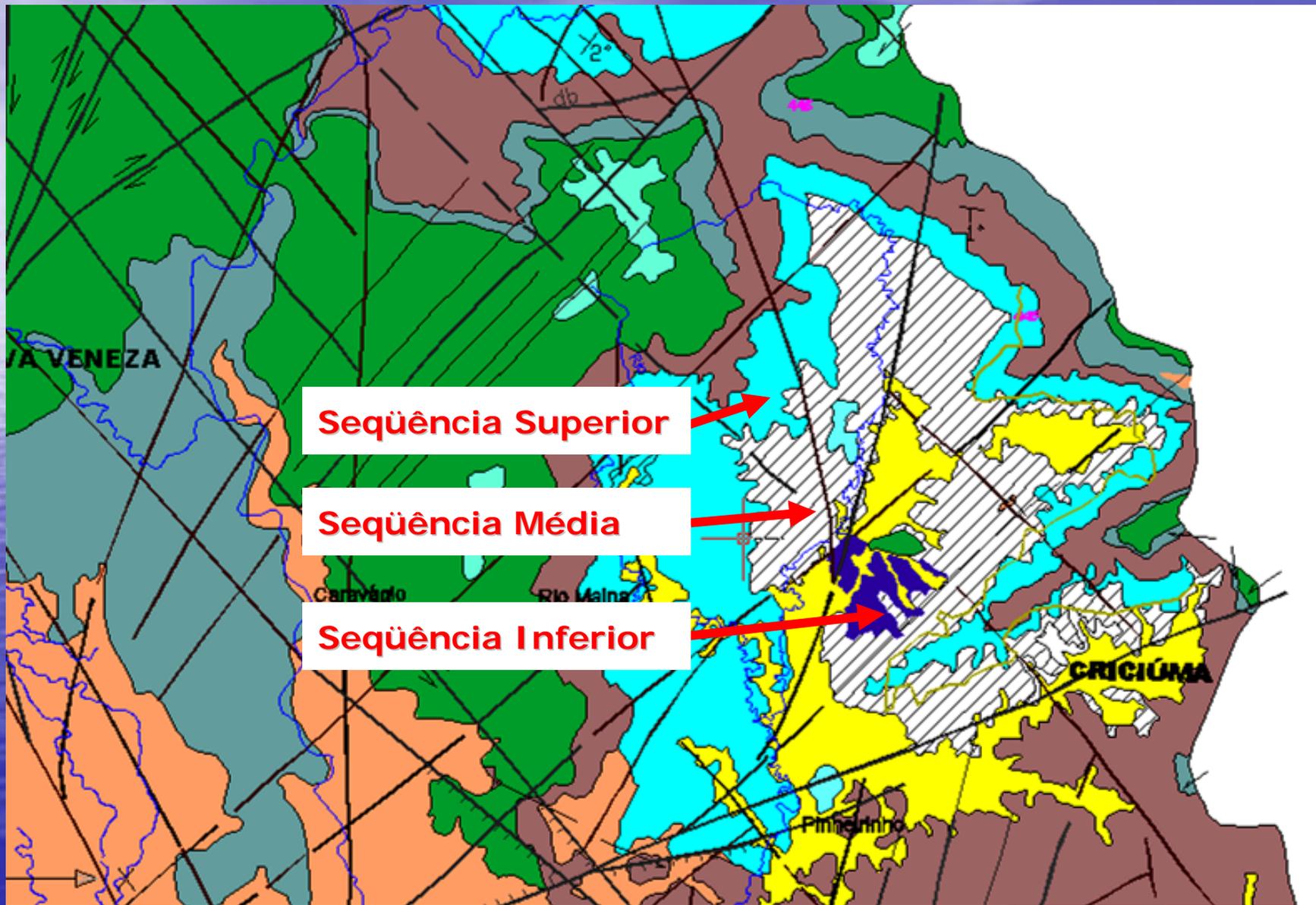
RESULTADOS DE ANÁLISES - LEQUES ALUVIAIS														
Município	Padrões de Potabilidade Portaria do Ministério da Saúde Nº 1469/2000	Morro Grande - MG		Nova Veneza - NV				Siderópolis - SI	Treviso - TR	Timbé do Sul - TS		Turvo - TV		
Parâmetros		PE 192 MG	PO 02 MG	PO 05	PE 02	PE 54	PE 56	PE 309 SI	PE 306 TR	PE 119	PO 24	PE 198	PE 201	PO 17
pH	6,0 a 9,5	6.10	6.20	5.50	6.30	5.30	7.10	6.50	5.90	6.10	6.70	5.40	6.00	6.10
Condutividade (m.S.cm ¹)	###	100	337.00	56.00	177.00	51.00	39.00	104.00	121.00	304.00	455.00	174.00	331.00	244.00
Temperatura (° C)	###	17.70	21.50	17.60	18.90	18.90	18.50	-	-	20.50	-	21.10	20.10	19.20
Manganês (mg/L)	0.1	ND	0.19	0.07	0.10	0.02	0.07	ND	ND	0.02	1.42	0.06	0.18	0.12
Alcalinidade Total (mg./L CaCO ₃)	###	49.00	155.00	52.00	92.00	15.00	22.00	47.00	23.00	54.00	210.00	11.00	90.00	98.00
Alumínio (mg/L)	0.2	ND	ND	ND	-	0.40	0.20	-	-	ND	ND	0.30	ND	ND
Ferro Total (mg/L)	0.3	0.10	8.50	1.60	1.28	0.22	0.17	0.19	0.08	ND	0.81	0.15	0.06	0.67
Sódio (mg/L)	200	5.20	22.00	3.60	9.00	5.00	4.20	8.52	7.40	13.20	11.00	14.10	19.00	38.30
Potássio (mg/L)	###	1.51	1.42	0.92	1.04	4.70	0.37	1.34	6.25	2.90	1.50	2.85	4.63	1.50
Cálcio (mg/L)	###	5.60	30.40	8.50	15.40	2.84	1.93	6.16	3.87	20.50	46.50	2.81	18.10	2.35
Magnésio (mg/L)	###	3.20	9.50	4.00	4.90	0.89	0.75	3.07	3.90	10.20	24.50	3.80	9.50	3.80
Cloretos (mg/L)	250	ND	8.00	3.00	4.00	5.00	3.00	3.00	5.00	47.00	4.00	14.00	35.00	6.00
Alcalinidade de carbonatos (mg/L)	###	0.0037	0.0148	0.0010	0.0110	0.0002	0.0166	0.0089	0.0011	0.0041	0.0633	0.0002	0.0054	0.0074
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO ₃)	###	59.78	189.09	63.44	112.23	18.30	26.83	57.34	28.06	65.88	256.17	13.42	109.80	119.55
Sulfatos (mg/L)	250	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	2.00	4.00	13.00	1.00	ND	3.00	10.00	17.00
Coliformes Fecais	0/100 mL	2.00	Ausente	Ausente	79.00	16000.00	49.00	> 1600	220.00	280.00	33.00	3500.00	9.30	Ausente
Coliformes Totais	0/100 mL	33.00	Ausente	Ausente	110.00	16000.00	350.00	> 1600	920.00	790.00	33.00	3500.00	406.00	Ausente

AQUÍFERO PROFUNDO – FORMAÇÃO RIO BONITO

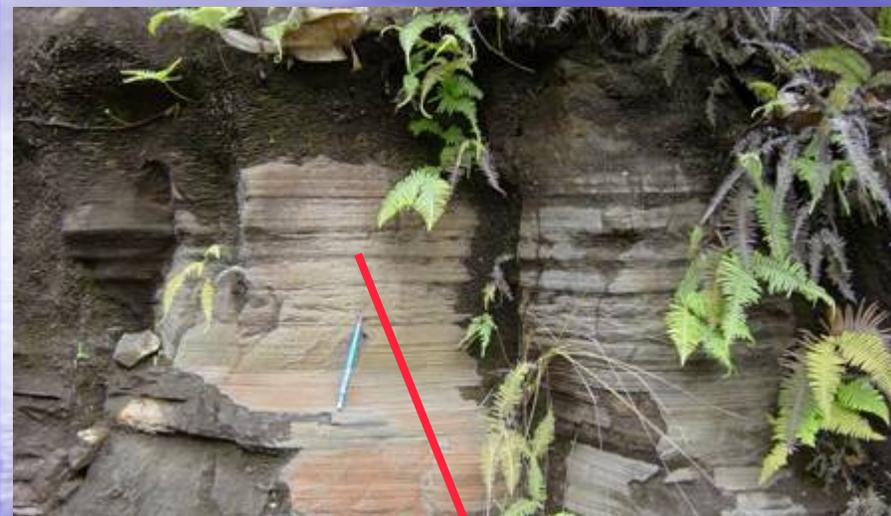


Aspectos Geológicos e Estruturais

Membro Siderópolis – Seqüências Inferior, Média e Superior



ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS



ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

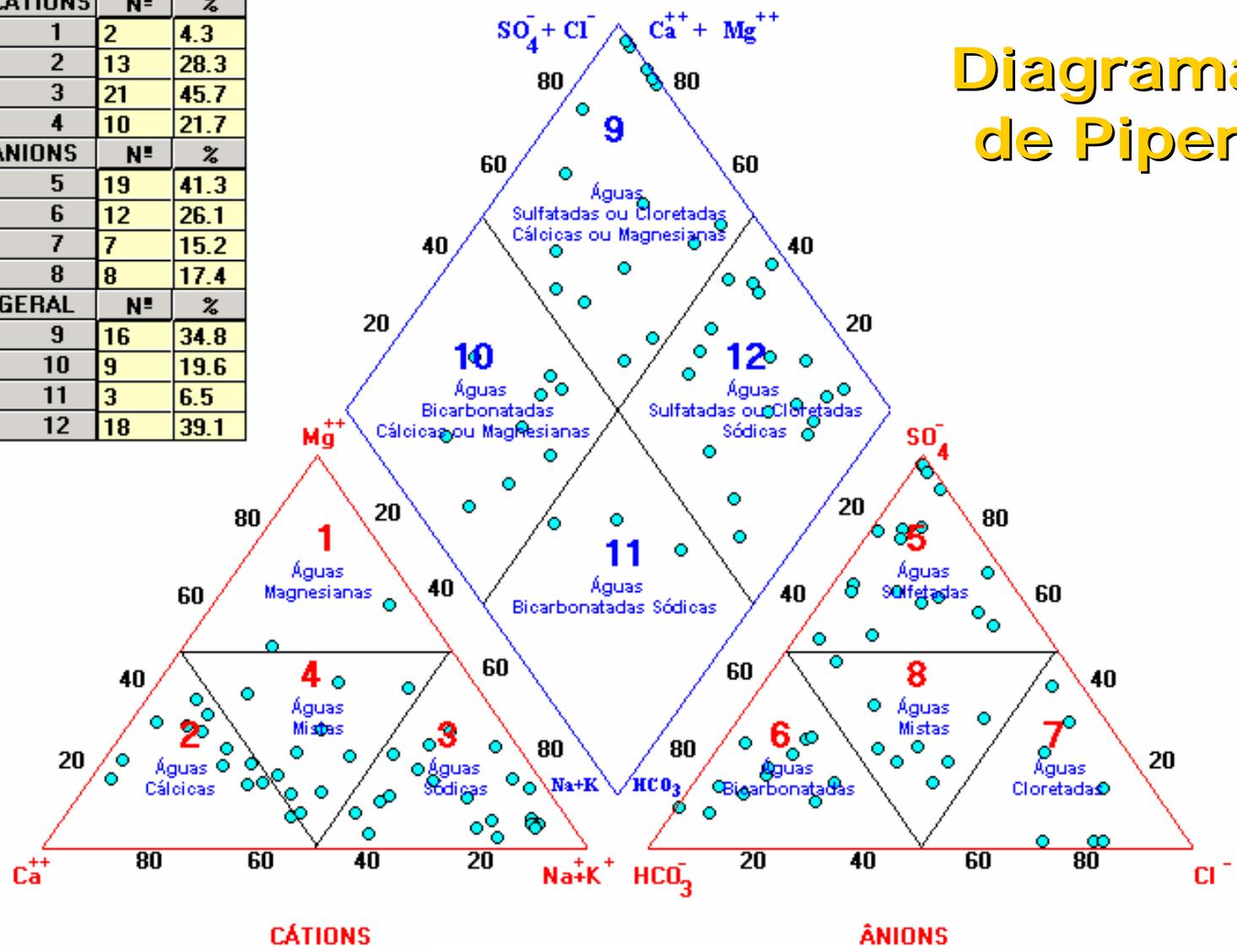
AQÜIFERO RIO BONITO

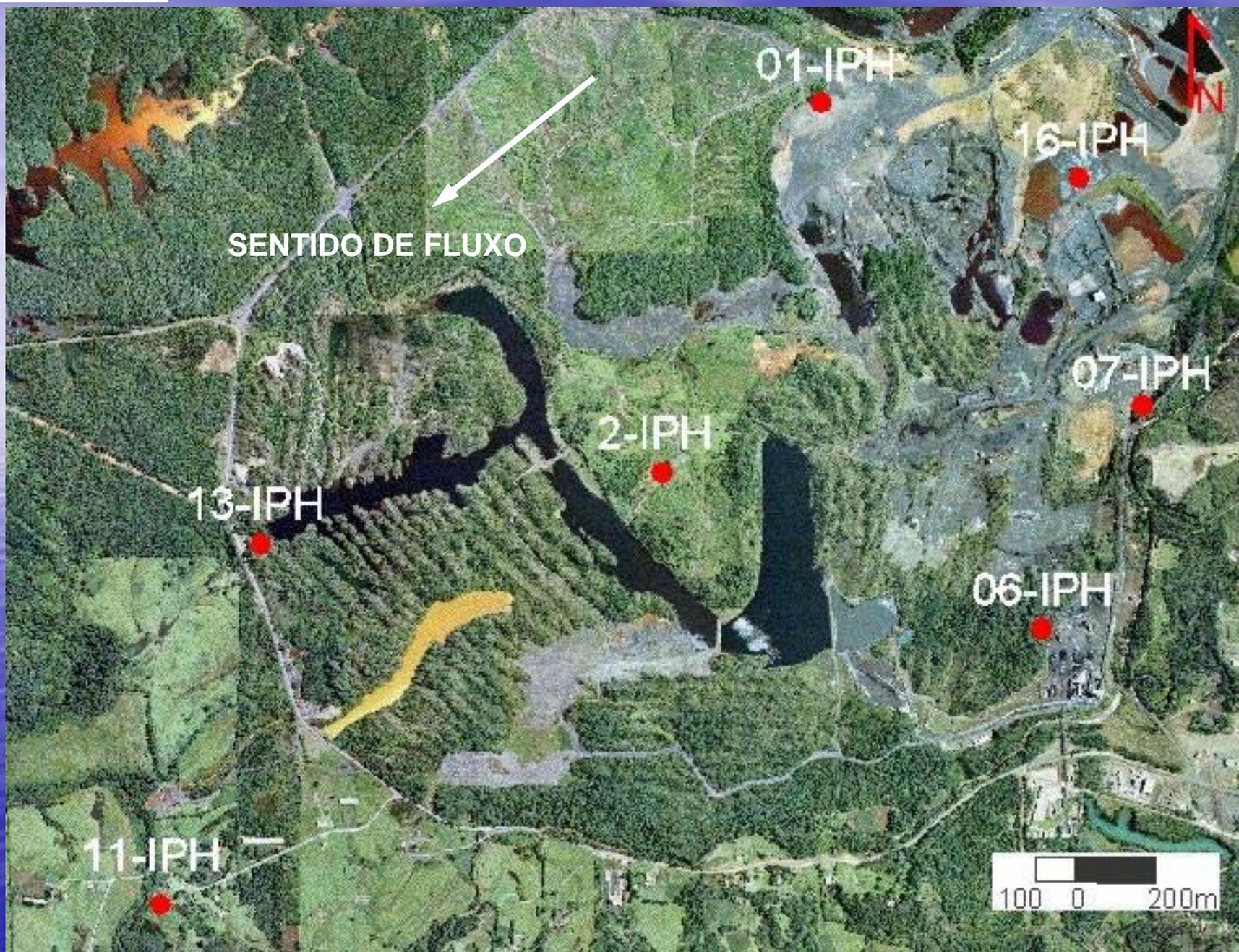
**CAVA DE MINERAÇÃO A CÉU
ABERTO**

CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

Diagrama de Piper

CATIONS	Nº	%
1	2	4.3
2	13	28.3
3	21	45.7
4	10	21.7
ANIONS	Nº	%
5	19	41.3
6	12	26.1
7	7	15.2
8	8	17.4
GERAL	Nº	%
9	16	34.8
10	9	19.6
11	3	6.5
12	18	39.1





CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

CATIONS	Nº	%
1	0	0.0
2	5	83.3
3	0	0.0
4	1	16.7
ANIONS	Nº	%
5	5	83.3
6	1	16.7
7	0	0.0
8	0	0.0
GERAL	Nº	%
9	5	83.3
10	1	16.7
11	0	0.0
12	0	0.0

Piezômetros

- 01,06,07,12 e 16
- 11

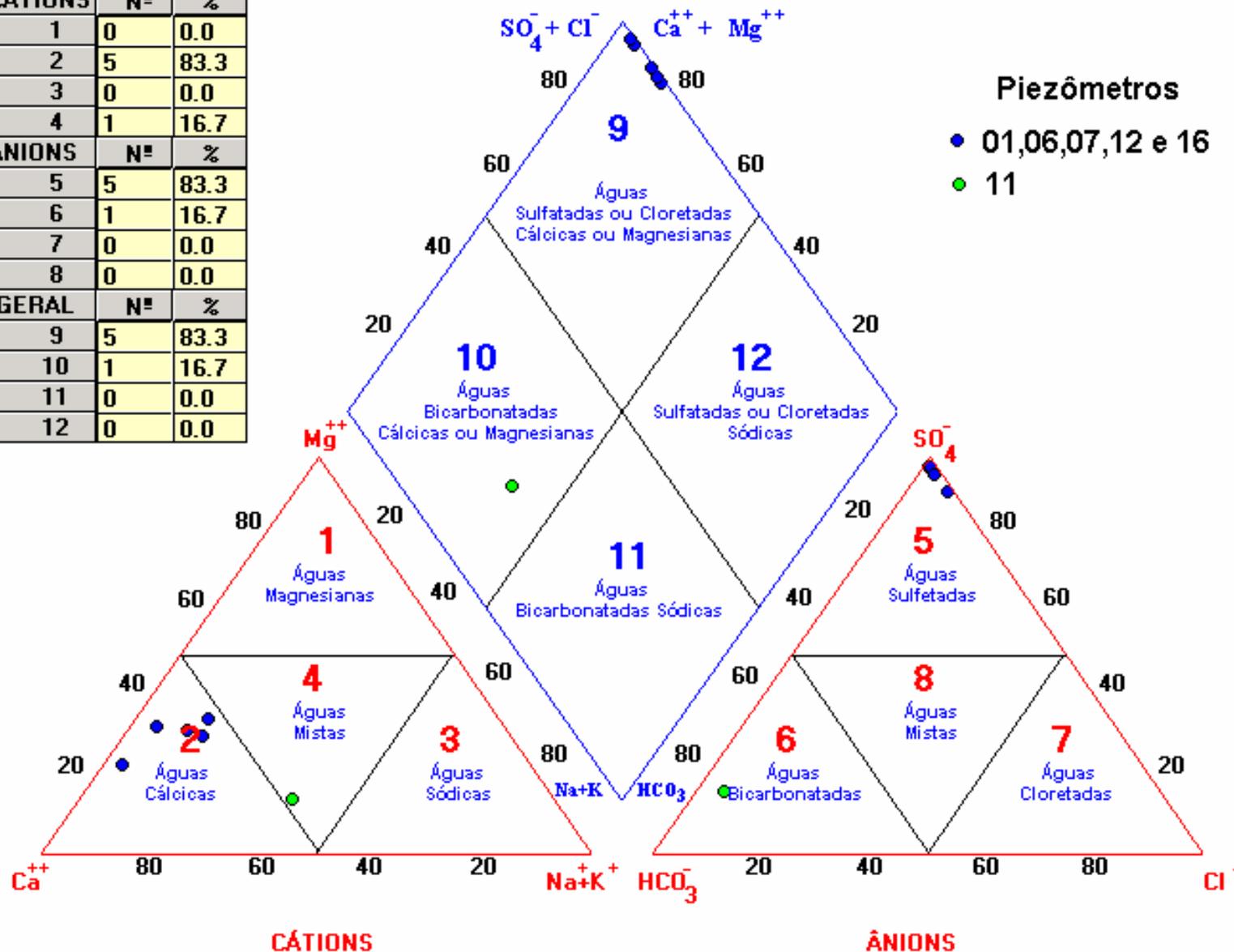


Diagrama de Piper - Piezômetros IPH-RB

Piezômetros aprofundados até o intervalo estratigráfico da Formação Rio Bonito – Vila Funil, Siderópolis, SC

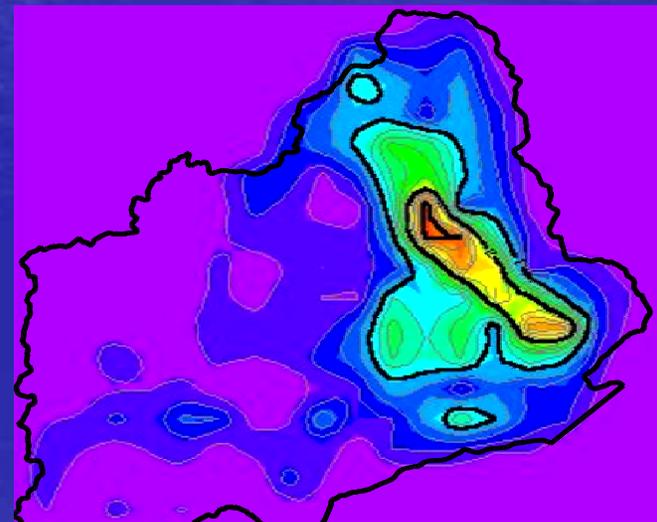
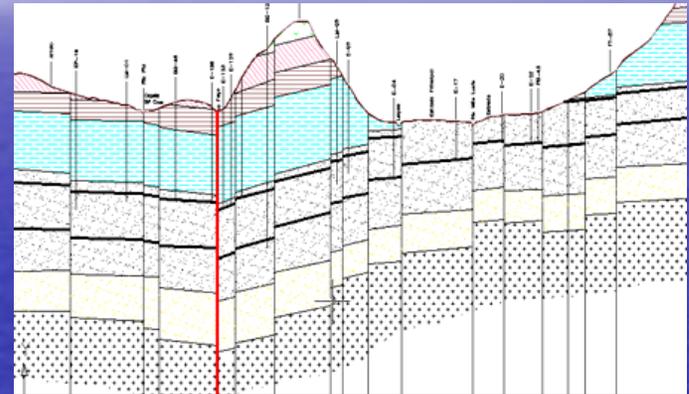
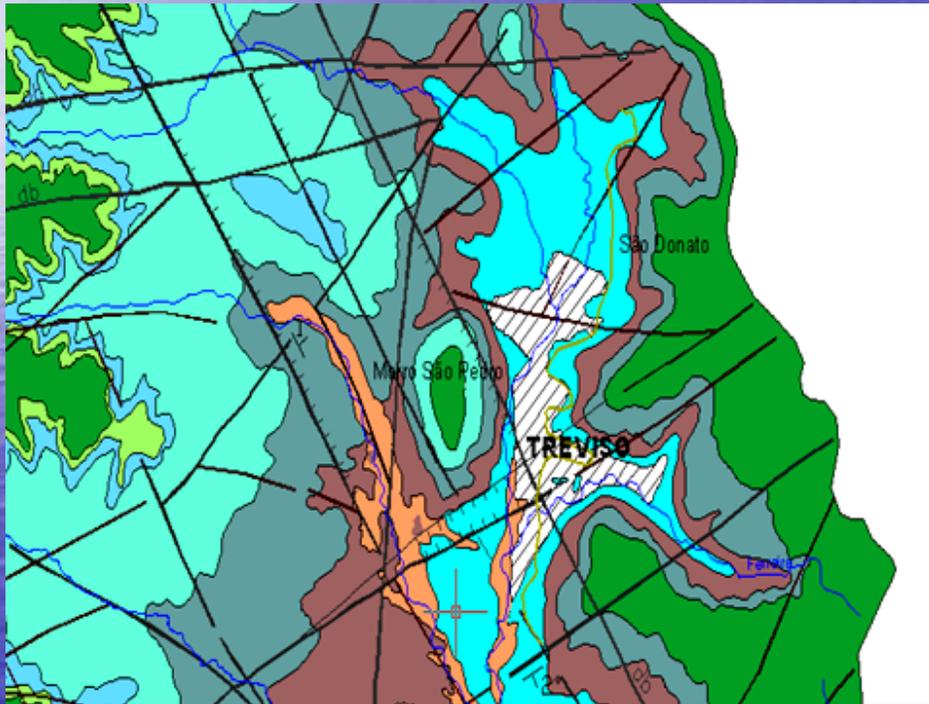
Piezômetros	pH (18,9 °C)	Acidez Total (mg/L Ca CO₃)	Ferro Total (mg/L)	Sulfatos (mg/L)
IPH-SD-01	2,00	7741,00	2040,00	10400,00
IPH-SD-03	2,50	5554,00	1542,00	7575,00
IPH-SD-06	2,90	1375,00	67,40	1930,00
IPH-SD-07	3,50	214,00	38,20	548,00
IPH-SD-11	7,60	6,00	0,86	30,00
IPH-SD-12	3,80	136,00	3,30	478,00
IPH-SD-16	3,00	3882,00	880,00	5850,00

CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

RESULTADOS DE ANÁLISES - FORMAÇÃO RIO BONITO

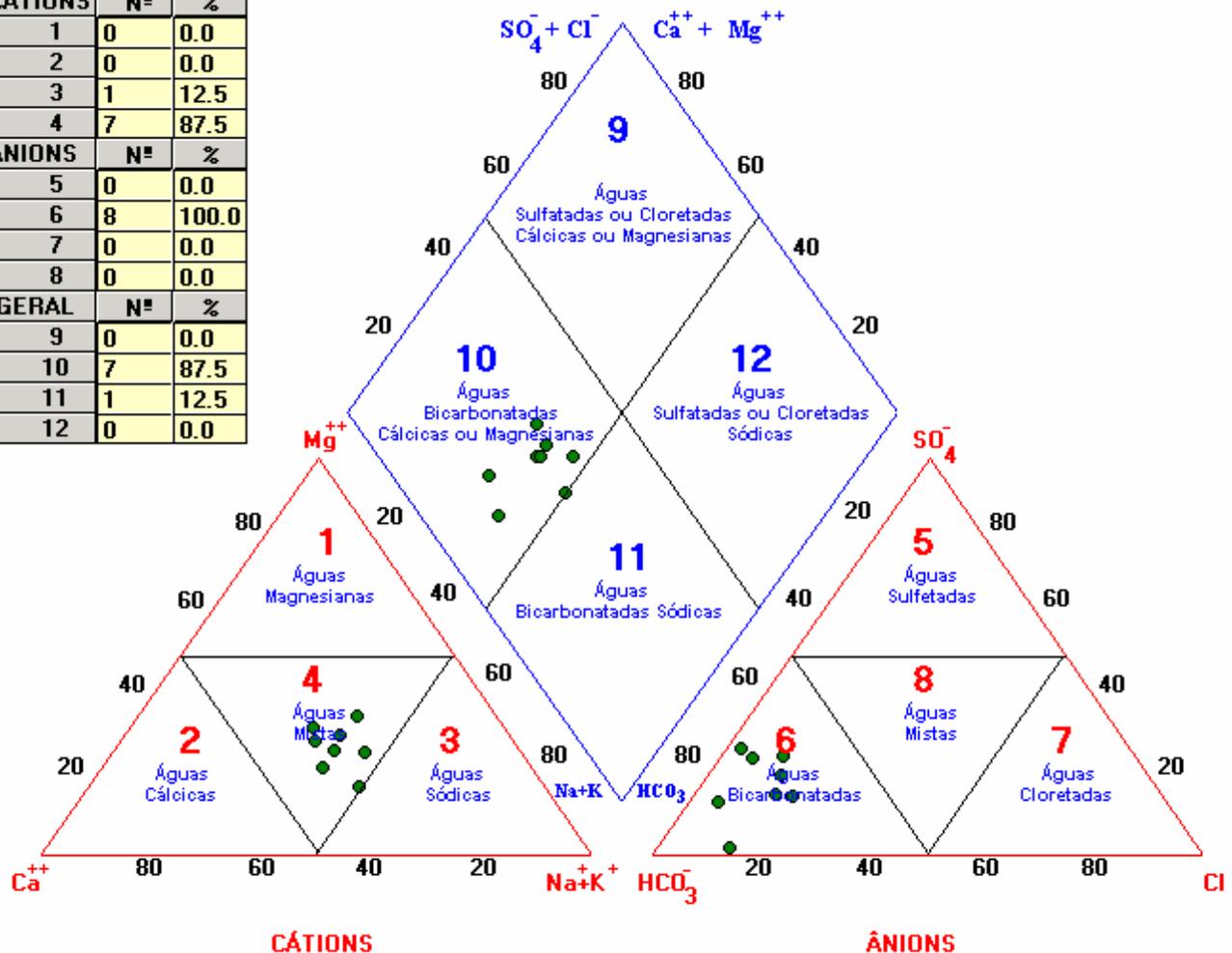
Município	Padrões de Potabilidade	Treviso - TR			Siderópolis - SI						Criciúma - CR						
		PE - 301	PE - 307	IPH - 1°	PVA - 18	PVA - 58	EA - 47	EA - 62	IPH - 001	IPH - 011	EA - 06	EA - 07	EA - 10	PT 30 Ed	PT 34 Ed	PT 50 Ed	PT 61 Ed
pH	6,0 a 9,5	6,00	6,40	7,60	6,90	4,40	3,20	5,60	2,00	7,60	4,30	4,40	6,10	7,20	6,50	7,00	7,00
Condutividade (m.S.cm ¹)	###	79,00	71,00	285,00	666,00	211,00	217,00	108,00	5320,00	356,00	65,00	271,00	166,00	2030	2340	252,00	1904
Temperatura (° C)	###	-	-	18,50	-	-	-	-	22,00	19,00	-	-	-	23,00	21,50	21,80	-
Manganês (mg/L)	0,1	ND	ND	0,06	0,39	0,18	0,07	ND	15,60	0,63	0,16	0,746	0,105	0,05	5,00	0,09	0,17
Alcalinidade Total (mg./L CaCO ₃)	###	26,00	11,00	138,00	118,00	3,00	11,70	24,10	ND	173,00	4,90	1,10	33,00	131,00	320,00	96,00	81,00
Alumínio (mg/L)	0,2	-	-	-	0,03	2,30	-	-	508,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferro Total (mg/L)	0,3	0,06	0,18	0,10	3,80	0,30	0,08	29,44	2040,00	0,86	0,02	0,10	0,29	0,02	57,00	0,34	0,08
Sódio (mg/L)	200	8,10	2,08	19,80	71,00	2,20	49,00	56,00	8,70	32,20	47,00	13,70	138,00	180,00	25,40	20,40	232,00
Potássio (mg/L)	###	2,51	3,25	0,90	2,80	14,70	23,87	18,00	12,40	2,01	17,00	35,00	72,00	2,06	4,52	2,10	3,71
Cálcio (mg/L)	###	2,55	5,62	21,40	60,00	6,80	3,04	10,20	368,00	36,00	3,67	10,61	11,83	36,00	568,00	8,40	136,00
Magnésio (mg/L)	###	1,27	1,00	7,20	11,10	2,90	7,05	2,48	63,20	5,60	1,49	5,70	3,47	4,10	70,00	4,97	3,72
Cloretos (mg/L)	250	7,00	1,00	ND	8,00	21,20	75,26	4,64	32,00	7,00	16,26	10,68	18,54	194,00	9,00	9,00	252,00
Alcalinidade de carbonatos (mg/L)	###	0,0016	0,0017	0,3291	0,0563	ND	ND	0,0006	ND	0,4126	ND	ND	0,0025	0,1247	0,0608	0,0577	0,0487
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO ₃)	###	31,7	13,42	168,19	143,93	3,66	14,27	29,40	ND	210,85	5,95	1,34	40,26	159,76	390,37	117,09	98,80
Sulfatos (mg/L)	250	4,00	23,00	13,00	143,20	14,70	18,75	11,25	10400,00	30,00	0,00	38,13	15,17	186,00	1480,00	15,00	588,00
Coliformes Fecais	0/100 mL	350,00	240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes Totais	0/100 mL	350,00	920,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausente	Ausente	23,00	Ausente

ÁREA FAVORÁVEL À EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA



CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

CATIONS	Nº	%
1	0	0.0
2	0	0.0
3	1	12.5
4	7	87.5
ANIONS	Nº	%
5	0	0.0
6	8	100.0
7	0	0.0
8	0	0.0
GERAL	Nº	%
9	0	0.0
10	7	87.5
11	1	12.5
12	0	0.0

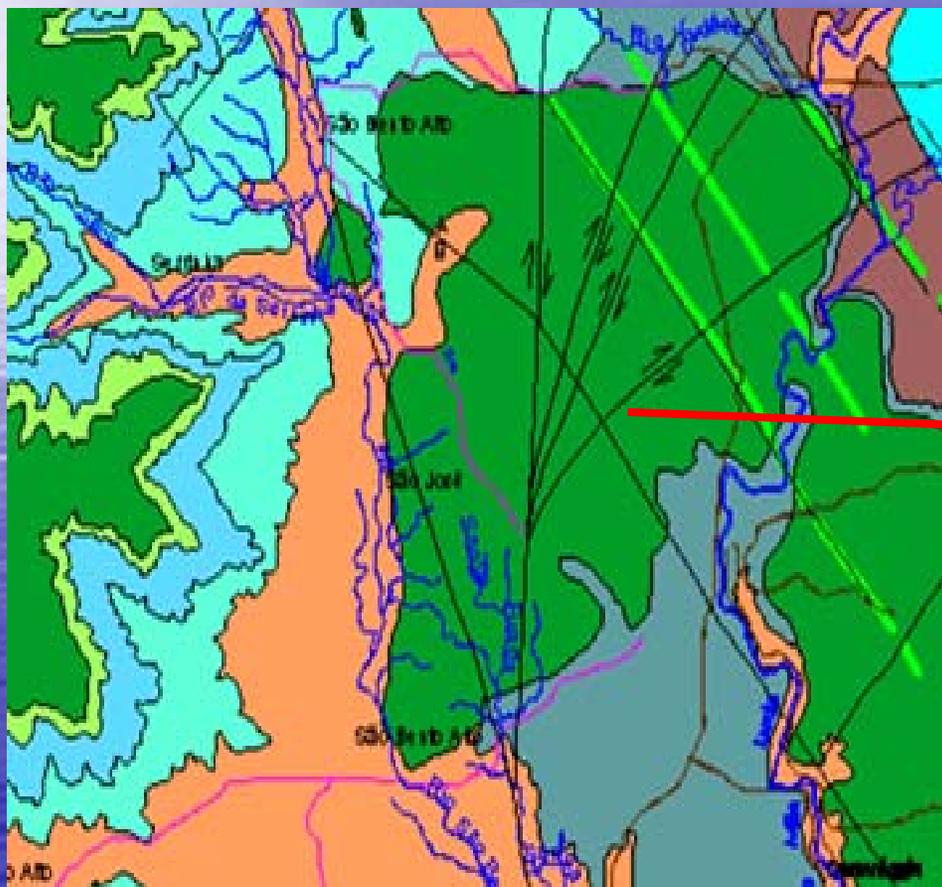


Aqüífero Serra Geral

CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

RESULTADOS DE ANÁLISES - FORMAÇÃO SERRA GERAL									
Município	Padrões de Potabilidade Portaria do Ministério da Saúde Nº1469/2000	Ermo - ER	Jacinto Machado - JM	Siderópolis - SI			Timbé do Sul - TS	Treviso - TR	
Parâmetros		FT 40 Ed	FT 06 JM	FT 51 SI	FT 04 LS	FT 07 LS	FT 25 TS	FT 21 TR	FT 46 TR
pH	6,0 a 9,5	5,60	6,90	5,60	5,90	6,40	7,10	7,20	6,80
Condutividade (m.S.cm ¹)	###	83,00	67,00	54,00	690,00	95,00	53,00	121,00	48,00
Temperatura (° C)	###	21,80	20,00	22,00	-	-	25,10	23,00	22,00
Manganês (mg/L)	0,1 mg/L	0,05	0,01	ND	ND	0,02	ND	0,03	ND
Alcalinidade Total (mg/L)	###	16,00	21,00	17,00	26,50	22,00	19,00	52,00	19,00
Alumínio (mg/L)	0,2	-	ND	-	-	-	0,30	-	-
Ferro Total (mg/L)	0,3	0,53	0,26	ND	ND	0,34	0,13	0,67	0,05
Sódio (mg/L)	200	4,34	6,06	4,29	4,90	6,28	3,64	10,20	3,25
Potássio (mg/L)	###	0,56	0,99	0,70	0,31	1,06	0,98	1,45	0,75
Cálcio (mg/L)	###	2,57	3,94	2,53	5,50	6,15	3,51	7,50	2,71
Magnésio (mg/L)	###	2,13	1,12	1,34	1,73	2,85	1,16	4,30	1,23
Cloretos (mg/L)	250	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	1,00
Alcalinidade de carbonatos (mg/L)	###	0,0004	0,0100	0,0004	0,0012	0,0033	0,0144	0,0495	0,0072
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	###	19,52	25,61	20,74	32,33	26,83	23,17	63,41	23,18
Sulfatos (mg/L)	250	3,00	4,00	6,00	0,01	6,00	ND	18,00	6,00
Coliformes Fecais	0/100 mL	Ausente	26,00	7,80	-	-	11,00	1100,00	6,10
Coliformes Totais	0/100 mL	2,20	540,00	23,00	-	-	11,00	3500,00	9,30

ÁREA FAVORÁVEL À EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA



Considerações Finais

- Fatores responsáveis pela contaminação dos aquíferos: pilhas de rejeito piritoso, galerias antigas alagadas, má qualidade dos recursos hídricos superficiais e presença de falhas geológicas, defensivos agrícolas, esgotos industriais e domésticos;
- Observações em subsolo evidenciam conexão vertical do aquífero freático, cursos d'águas com aquífero profundo (Rio Bonito);
- Grande complexidade para o entendimento do fluxo regional e caracterização hidroquímica.
- A mistura com águas do aquífero freático resulta tipos intermediários de composição cloretada-bicarbonatada-cálcico-sódica, enriquecido com cloretos sulfato, sódio, cálcio e magnésio;
- Necessidade de monitoramento permanente das águas subterrâneas.