UNICAMP

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia e Recursos Naturais
Laboratório de Geologia Isotópica

Boletim de Resultados Analíticos

Interessado: Joana de Miranda Alencar/ Osvaldo Jorge Brito Rupias
Orientador: Professora Sueli
Data: 13/05/2019

Serviço executado: Determinação da composição inorgânica elementar de amostras de águas por ICP-MS

Materiais e métodos
Todas soluções foram preparadas com água ultra-pura (18,2 MΩ.cm), obtida por sistema Milli-Q. O ácido nítrico (HNO_3) foi purificado por sub-ebulição. Os frascos utilizados para as diluições foram previamente limpos com HNO_3 5% e enxaguados com água ultra-pura.
O limite de detecção (LD) foi determinado como sendo a média (x) mais 3 desvios-padrão (s) de dez medidas do branco (LD= x +3s). Recomenda-se a utilização somente de dados analíticos cujos valores analíticos superem o limite de detecção do método em pelo menos dez vezes.
As medições foram realizadas em ICP-MS XSeries^{II} (Thermo) equipado com CCT (Collision Cell Technology).

Otimização do instrumento, isótopos medidos e condições
Antes das medidas o instrumento foi ajustado, conforme recomendado pelo fabricante. Os isótopos (^{7}Li, ^{9}Be, ^{11}B, , ^{45}Sc, , ^{71}Ga, ^{85}Rb, ^{88}Sr, ^{89}Y, ^{91}Zr, ^{93}Nb, ^{95}Mo, 107Ag, ^{133}Cs, ^{137}Ba, ^{139}La, ^{140}Ce, ^{141}Pr, ^{143}Nd, ^{147}Sm, ^{151}Eu, ^{157}Gd, ^{159}Tb, ^{163}Dy, ^{165}Ho, ^{166}Er, ^{169}Tm, ^{172}Yb, ^{175}Lu, ^{180}Hf, ^{181}Ta, ^{182}W, ^{205}Tl, ^{208}Pb, ^{209}Bi, ^{232}Th, ^{238}U) foram medidos na configuração normal. Os isótopos (^{23}Na, ^{25}Mg, ^{27}Al, ^{29}Si, ^{39}K, ^{43}Ca, ^{49}Ti, ^{51}V, ^{52}Cr, ^{55}Mn, ^{56}Fe ^{59}Co, ^{60}Ni, ^{63}Cu, ^{66}Zn, , ^{74}Ge, ^{75}As,^{78}Se, ^{114}Cd, ^{118}Sn e ^{121}Sb) foram medidos utilizando a CCT.

Calibração do instrumento
A calibração do instrumento foi efetuada com soluções multielementares preparadas gravimetricamente a partir de soluções-padrão monoelementares de 1000 mg/L certificadas (SCP) e rastreáveis ao SI.

Controle de qualidade
O controle de qualidade (CQ) das medidas foi efetuado pela análise de material de referência e duplicatas de amostras.

Analista: Margareth Sugano Navarro

Responsável pelo Laboratório: Prof^{a} Jacinta Enzweiler

UNICAMP, Instituto de Geociências C.P. 6152, Campinas, SP, Brasil, CEP 13083-970
Tel 19 35214575 Fax 19 3289 1097 e-mail: jacinta@ige.unicamp.br

		Poço09	Poço25	P01	P04	P07	P10	P11	P12	P14	P16	P18	P19
Li	$ng.g^{-1}$	2.60	0.97	0.94	0.59	3.38	2.15	1.17	1.54	1.08	0.74	0.29	0.96
Be	$ng.g^{-1}$	0.99	0.04	0.03	0.01	<LD	0.72	0.31	0.59	0.20	0.01	0.03	0.06
B	$ng.g^{-1}$	12.3	16.0	8.88	7.49	11.3	5.34	9.51	12.65	3.76	7.62	5.44	6.20
Na	$ng.g^{-1}$	30602	44122	8654	18664	19120	35946	11487	21310	14329	13720	14552	11433
Mg	$ng.g^{-1}$	4596	7186	3045	4784	4043	5933	3493	5907	3631	7395	3804	3446
Al	$ng.g^{-1}$	96.8	3.17	15.9	0.74	6.66	150.3	52.4	48.6	24.1	0.58	7.04	4.23
Si	$ng.g^{-1}$	10095	9793	8262	9679	11980	11421	10944	8504	10381	8026	8513	10558
K	$ng.g^{-1}$	7775	4793	2240	3455	4405	3152	4419	7999	2320	2888	3841	2074
Ca	$ng.g^{-1}$	22814	27651	10026	18351	50246	6983	8585	26029	1823	26709	9912	15251
Sc	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	0.45	<LD	<LD	0.38	<LD	<LD	<LD	<LD
Ti	$ng.g^{-1}$	2.31	1.96	0.30	0.41	1.85	0.59	0.41	3.50	0.15	0.26	0.43	0.25
V	$ng.g^{-1}$	0.79	1.50	0.52	0.30	0.32	0.26	0.50	3.29	0.17	0.22	0.29	0.20
Cr	$ng.g^{-1}$	1.62	0.99	0.37	0.13	0.11	0.37	0.16	0.37	0.66	0.17	0.34	0.14
Mn	$ng.g^{-1}$	259	16.5	388	249	12.2	287	81.7	418	27.9	259	10.1	484
Fe	$ng.g^{-1}$	4.31	6.90	7233	61.5	9.87	3.14	6.62	23.0	8.87	813	3.71	485
Co	$ng.g^{-1}$	0.54	0.27	0.50	0.23	0.11	0.20	0.12	0.97	0.10	0.65	0.03	2.32
Ni	$ng.g^{-1}$	2.06	1.17	0.21	0.29	0.61	0.61	0.45	1.58	0.27	0.62	0.08	0.22
Cu	$ng.g^{-1}$	0.39	0.87	0.07	0.12	6.86	0.44	0.17	0.68	0.49	0.06	0.42	0.06
Zn	$ng.g^{-1}$	16.3	2.33	1.18	1.46	30.5	5.64	6.23	19.3	2.23	15.2	1.95	3.09
Ga	$ng.g^{-1}$	0.027	0.014	0.013	0.004	0.019	0.048	0.016	0.039	0.004	0.003	0.009	0.009
Ge	$ng.g^{-1}$	0.026	0.010	0.019	0.006	0.015	0.056	0.016	0.039	0.005	0.013	0.008	0.009
As	$ng.g^{-1}$	0.14	0.09	0.60	0.26	0.09	0.10	0.08	0.31	0.05	0.49	0.07	0.07
Se	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Rb	$ng.g^{-1}$	17.5	9.63	6.98	11.3	17.3	12.5	9.08	19.8	5.23	11.4	10.6	7.55
Sr	$ng.g^{-1}$	333	231	129	218	422	126	82.8	301	33.8	205	143	123
Y	$ng.g^{-1}$	1.37	0.45	0.31	0.06	0.02	3.31	0.87	1.77	0.16	0.06	0.39	0.08
Zr	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	0.02	<LD	<LD	<LD	<LD	0.01	<LD	<LD	<LD	<LD
Nb	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Mo	$ng.g^{-1}$	0.03	0.04	0.17	0.10	0.23	0.01	0.01	0.69	0.005	0.33	0.01	0.01
Ag	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cd	$ng.g^{-1}$	0.30	0.03	<LD	0.01	0.02	0.08	0.06	0.29	0.01	0.01	0.01	0.01
Sn	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Sb	$ng.g^{-1}$	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.06	0.01	0.03	0.02	0.01
Cs	$ng.g^{-1}$	0.24	0.29	0.08	0.30	0.24	0.27	0.16	0.30	0.04	0.16	0.13	0.15
Ba	$ng.g^{-1}$	594	340	264	345	217	1072	712	317	401	238	202	461
La	$ng.g^{-1}$	2.693	0.483	0.199	0.025	0.019	4.833	1.265	3.552	0.260	0.016	0.987	0.176
Ce	$ng.g^{-1}$	6.243	0.477	0.730	0.048	0.019	10.798	2.599	8.780	0.541	0.024	0.391	0.187
Pr	$ng.g^{-1}$	0.496	0.095	0.065	0.005	0.003	1.033	0.245	0.650	0.048	0.003	0.174	0.024
Nd	$ng.g^{-1}$	1.924	0.385	0.333	0.027	0.011	3.892	0.926	2.507	0.187	0.015	0.653	0.093
Sm	$ng.g^{-1}$	0.304	0.069	0.058	0.007	0.003	0.711	0.159	0.386	0.033	0.004	0.088	0.013
Eu	$ng.g^{-1}$	0.067	0.016	0.015	0.004	0.001	0.169	0.043	0.084	0.012	0.001	0.018	0.009
Gd	$ng.g^{-1}$	0.227	0.061	0.049	0.012	0.003	0.590	0.139	0.291	0.028	0.005	0.077	0.015
Tb	$ng.g^{-1}$	0.030	0.008	0.006	0.001	0.000	0.085	0.020	0.039	0.004	0.001	0.008	0.002
Dy	$ng.g^{-1}$	0.163	0.051	0.032	0.007	0.002	0.479	0.110	0.204	0.022	0.004	0.041	0.008
Ho	$ng.g^{-1}$	0.033	0.013	0.008	0.002	0.001	0.091	0.022	0.042	0.004	0.001	0.008	0.001
Er	$ng.g^{-1}$	0.099	0.044	0.025	0.011	0.003	0.249	0.061	0.124	0.012	0.004	0.023	0.005
Tm	$ng.g^{-1}$	0.013	0.007	0.004	0.002	0.001	0.032	0.008	0.017	0.002	0.001	0.003	0.001
Yb	$ng.g^{-1}$	0.089	0.050	0.025	0.028	0.006	0.198	0.052	0.116	0.011	0.006	0.019	0.003
Lu	$ng.g^{-1}$	0.014	0.009	0.004	0.006	0.001	0.028	0.008	0.019	0.002	0.001	0.003	0.001
Hf	$ng.g^{-1}$	0.001	<LD	<LD	<LD	<LD	0.002	0.001	0.001	<LD	<LD	<LD	<LD
Ta	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
W	$ng.g^{-1}$	0.002	0.010	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tl	$ng.g^{-1}$	0.180	0.111	0.004	0.036	0.027	0.291	0.314	0.238	0.081	0.028	0.048	0.104
Pb	$ng.g^{-1}$	0.090	0.073	0.050	0.023	0.020	0.122	0.044	0.031	0.038	0.012	0.029	0.015
Bi	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Th	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	0.007	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
U	$ng.g^{-1}$	0.014	0.021	0.004	0.016	0.173	0.040	0.010	0.027	0.006	0.027	0.014	0.027

		P27	P28	P29	P31	P37	P39	P43	P45	Rio1	Meandro
Li	$ng.g^{-1}$	0.93	0.34	1.02	0.94	0.47	1.05	0.52	3.32	0.48	0.15
Be	$ng.g^{-1}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	<LD	0.03	<LD	0.02	0.01
B	$ng.g^{-1}$	4.34	6.33	18.4	14.4	2.60	6.69	3.05	24.9	20.1	24.1
Na	$ng.g^{-1}$	16358	3999	56949	41077	6273	4782	5165	10131	10365	9540
Mg	$ng.g^{-1}$	4695	4136	6661	8648	2057	3361	1634	7717	2351	5819
Al	$ng.g^{-1}$	2.64	5.81	2.86	12.93	8.91	0.93	14.68	4.60	301.07	159.50
Si	$ng.g^{-1}$	14309	9746	13291	14415	11101	15649	11049	12994	7523	3604
K	$ng.g^{-1}$	2150	3009	4858	2804	746	2092	1619	16012	5091	11004
Ca	$ng.g^{-1}$	16716	13283	35726	39378	4353	26282	4663	85515	9252	28253
Sc	$ng.g^{-1}$	0.49	<LD	0.51	0.52	<LD	0.59	<LD	0.70	0.41	<LD
Ti	$ng.g^{-1}$	0.40	0.22	2.51	1.64	0.13	0.26	0.24	0.79	4.22	8.87
V	$ng.g^{-1}$	0.33	0.91	1.88	0.71	0.15	0.20	0.14	0.14	1.80	0.84
Cr	$ng.g^{-1}$	0.32	0.61	0.39	0.17	0.46	0.51	0.27	0.14	0.39	0.16
Mn	$ng.g^{-1}$	451	826	2.9	51.2	11.2	532	14.8	1005	48.1	50.9
Fe	$ng.g^{-1}$	6449	27971	5.98	110	5.77	21434	8.12	1217	1230	256
Co	$ng.g^{-1}$	1.54	3.35	0.11	0.26	0.04	0.36	0.16	1.13	0.25	0.11
Ni	$ng.g^{-1}$	0.38	0.49	0.66	0.43	<LD	0.39	0.34	0.60	0.92	0.32
Cu	$ng.g^{-1}$	<LD	0.06	0.99	1.06	<LD	<LD	2.20	0.09	1.43	0.41
Zn	$ng.g^{-1}$	2.74	2.88	4.92	3.01	0.76	2.59	4.81	1.67	3.44	18.1
Ga	$ng.g^{-1}$	0.009	0.025	0.013	0.026	0.004	0.007	0.005	0.018	0.098	0.071
Ge	$ng.g^{-1}$	0.017	0.049	0.019	0.016	0.008	0.026	0.003	0.034	0.022	0.010
As	$ng.g^{-1}$	0.25	1.37	0.14	0.21	0.06	1.02	0.06	0.83	0.28	0.63
Se	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Rb	$ng.g^{-1}$	5.63	13.6	10.3	7.70	2.29	13.4	4.96	45.1	16.7	32.6
Sr	$ng.g^{-1}$	194	167	266	475	55.2	271	67.6	591	89.3	209
Y	$ng.g^{-1}$	0.10	0.34	0.17	0.11	0.05	0.03	0.02	0.05	0.57	0.13
Zr	$ng.g^{-1}$	0.01	0.02	<LD	0.01	<LD	0.02	<LD	0.02	0.09	0.03
Nb	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.02	0.01
Mo	$ng.g^{-1}$	0.04	0.22	0.06	0.08	0.01	0.13	0.00	0.06	0.28	0.27
Ag	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cd	$ng.g^{-1}$	0.01	<LD	0.004	0.005	<LD	0.01	<LD	0.01	0.004	<LD
Sn	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Sb	$ng.g^{-1}$	0.01	0.01	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.20	0.04
Cs	$ng.g^{-1}$	0.09	0.19	0.22	0.09	0.02	0.35	0.03	1.00	0.11	0.10
Ba	$ng.g^{-1}$	406	371	337	497	93.9	337	84.7	467	73.0	180
La	$ng.g^{-1}$	0.090	0.318	0.139	0.092	0.080	0.014	0.028	0.111	1.120	0.331
Ce	$ng.g^{-1}$	0.076	0.769	0.100	0.168	0.087	0.022	0.050	0.197	2.709	0.909
Pr	$ng.g^{-1}$	0.014	0.083	0.027	0.020	0.014	0.002	0.006	0.017	0.256	0.076
Nd	$ng.g^{-1}$	0.064	0.392	0.113	0.085	0.050	0.011	0.024	0.067	0.989	0.285
Sm	$ng.g^{-1}$	0.013	0.075	0.021	0.016	0.007	0.004	0.005	0.012	0.168	0.039
Eu	$ng.g^{-1}$	0.007	0.017	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.004	0.036	0.008
Gd	$ng.g^{-1}$	0.012	0.060	0.022	0.016	0.007	0.004	0.004	0.009	0.134	0.032
Tb	$ng.g^{-1}$	0.001	0.007	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.017	0.004
Dy	$ng.g^{-1}$	0.008	0.040	0.016	0.011	0.004	0.002	0.003	0.005	0.085	0.018
Ho	$ng.g^{-1}$	0.002	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.016	0.003
Er	$ng.g^{-1}$	0.006	0.026	0.023	0.012	0.003	0.002	0.002	0.003	0.046	0.012
Tm	$ng.g^{-1}$	0.001	0.003	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001
Yb	$ng.g^{-1}$	0.007	0.024	0.041	0.021	0.003	0.003	0.002	0.002	0.036	0.008
Lu	$ng.g^{-1}$	0.001	0.004	0.009	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001
Hf	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.001	0.002	0.001
Ta	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
W	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tl	$ng.g^{-1}$	0.030	0.037	0.075	0.023	0.021	0.015	0.018	0.003	0.022	0.004
Pb	$ng.g^{-1}$	0.013	0.017	0.006	0.007	0.007	0.019	0.012	0.020	0.513	0.119
Bi	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.001	<LD	0.002	0.002
Th	$ng.g^{-1}$	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.069	0.020
U	$ng.g^{-1}$	0.014	0.007	0.043	0.076	0.006	0.042	0.009	0.035	0.056	0.083

		SLRS-5 Obtido	*SLRS-5 Certificado*	*Incerteza*	*Compilação (Yeghicheyan et al, 2013)*		Limites de Detecção
Li	$ng.g^{-1}$	0.47			0.45	0.09	0.01
Be	$ng.g^{-1}$	<LD	0.005		0.0046		0.007
B	$ng.g^{-1}$	7.22			6.56	0.91	1.2
Na	$ng.g^{-1}$	5433	5380	100	5461	1016	2.0
Mg	$ng.g^{-1}$	2602	2540	160	2518	297	0.2
Al	$ng.g^{-1}$	50.1	49.5	5	48.7	7.9	0.4
Si	$ng.g^{-1}$	1934			1922	165	913
K	$ng.g^{-1}$	982	839	36	859	142	47
Ca	$ng.g^{-1}$	10461	10500	400	10320	1185	9
Sc	$ng.g^{-1}$	<LD			0.017	0.041	0.4
Ti	$ng.g^{-1}$	2.08			1.86	0.34	0.08
V	$ng.g^{-1}$	0.35	0.317	0.033	0.338	0.045	0.003
Cr	$ng.g^{-1}$	0.21	0.208	0.023	0.217	0.041	0.01
Mn	$ng.g^{-1}$	4.36	4.33	0.18	4.2	0.5	0.03
Fe	$ng.g^{-1}$	94.5	91.2	5.8	91.4	12.7	1.6
Co	$ng.g^{-1}$	0.07	0.05	0	0.056	0.011	0.006
Ni	$ng.g^{-1}$	0.54	0.476	0.064	0.477	0.135	0.04
Cu	$ng.g^{-1}$	18.1	17.4	1.3	17.5	2.6	0.05
Zn	$ng.g^{-1}$	1.06	0.845	0.095	0.993	0.145	0.10
Ga	$ng.g^{-1}$	0.01			0.02	0.01	0.001
Ge	$ng.g^{-1}$	0.01			0.015	0.014	0.001
As	$ng.g^{-1}$	0.45	0.413	0.039	0.388	0.09	0.005
Se	$ng.g^{-1}$	<LD					0.65
Rb	$ng.g^{-1}$	1.31			1.24	0.37	0.01
Sr	$ng.g^{-1}$	55.9	53.6	1.3	53.8	5.7	0.009
Y	$ng.g^{-1}$	0.12			0.112	0.009	0.005
Zr	$ng.g^{-1}$	0.04			0.02	0.03	0.004
Nb	$ng.g^{-1}$	<LD			0.0036	0.0016	0.008
Mo	$ng.g^{-1}$	0.22	0.27	0.04	0.22	0.02	0.004
Ag	$ng.g^{-1}$	<LD			0.0098	0.0008	0.0014
Cd	$ng.g^{-1}$	0.012	0.006	0.0014	0.007	0.004	0.004
Sn	$ng.g^{-1}$	<LD			0.005	0.0004	0.07
Sb	$ng.g^{-1}$	0.29	0.3		0.32	0.07	0.0014
Cs	$ng.g^{-1}$	0.0043			0.0049	0.0019	0.0005
Ba	$ng.g^{-1}$	16.2	14	0.5	14.2	1.4	0.009
La	$ng.g^{-1}$	0.2106			0.2072	0.0128	0.006
Ce	$ng.g^{-1}$	0.2525			0.2523	0.0597	0.007
Pr	$ng.g^{-1}$	0.0480			0.0491	0.0072	0.0011
Nd	$ng.g^{-1}$	0.1900			0.1921	0.0464	0.005
Sm	$ng.g^{-1}$	0.0332			0.0337	0.0044	0.0014
Eu	$ng.g^{-1}$	0.0054			0.0061	0.0011	0.0005
Gd	$ng.g^{-1}$	0.0289			0.0267	0.0044	0.0014
Tb	$ng.g^{-1}$	0.0037			0.0034	0.0006	0.0003
Dy	$ng.g^{-1}$	0.0196			0.0191	0.002	0.0010
Ho	$ng.g^{-1}$	0.0040			0.0037	0.0004	0.0002
Er	$ng.g^{-1}$	0.0114			0.0109	0.0012	0.0005
Tm	$ng.g^{-1}$	0.0014			0.0015	0.0005	0.0002
Yb	$ng.g^{-1}$	0.0097			0.0101	0.0016	0.0003
Lu	$ng.g^{-1}$	0.0016			0.0017	0.0004	0.0002
Hf	$ng.g^{-1}$	0.0019					0.0005
Ta	$ng.g^{-1}$	<LD					0.005
W	$ng.g^{-1}$	<LD			0.014	0.018	0.0015
Tl	$ng.g^{-1}$	0.0031			0.0039	0.0024	0.0003
Pb	$ng.g^{-1}$	0.076	0.081	0.006	0.083	0.025	0.002
Bi	$ng.g^{-1}$	0.0012			0.0009	0.0003	0.0007
Th	$ng.g^{-1}$	0.0129			0.0136	0.0033	0.005
U	$ng.g^{-1}$	0.089	0.093	0.006	0.093	0.015	0.002