



IV-112 - QUALIDADE AMBIENTAL DO PARQUE DO LAGO (SALTO – SP) E CRITÉRIOS PARA SUA PROTEÇÃO

Daniela da Conceição Gamito⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes. Mestranda no Programa de Recursos Minerais e Hidrogeologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGc/USP.

Raphael Hypolito⁽²⁾

Professor do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Sedimentologia e Geologia Ambiental. Pesquisador do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS (IGc/USP)

Sibele Ezaki⁽³⁾

Geóloga . Mestrado pelo Programa de Recursos Minerais e Hidrogeologia – IGc/USP. Pesquisadora Científica do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Francisco Antônio Moschini⁽⁴⁾

Biólogo. Professor aposentado do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública Estadual. Representante da Prefeitura Municipal de Salto nos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e Rios Sorocaba e Médio Tietê, do Conselho Gestor das APAs Cabreúva, Cajamar e Jundiá, e do Conselho Municipal do Meio Ambiente de Salto.

Telma Cristina Clauss Menezes⁽⁵⁾

Técnica de Controle de Qualidade. Serviço Autônomo de Águas e Esgotos – SAAE de Indaiatuba - SP

Endereço⁽¹⁾: IGc/USP - Rua do Lago 562, Cidade Universitária ,CEP: 05508-080 – São Paulo - SP Brasil - Tel: (11) 3091-4145 - e-mail: daniela.gamito@usp.br

RESUMO

O Município de Salto dista aproximadamente 110 Km da Capital possui área de 160 Km² e aproximadamente 80 % da área do Município é urbanizada. Desde a década de 50 Salto abriga um respeitável Parque Industrial. Contando com três Distritos e três Núcleos Industriais.

No Bairro Distrito Industrial Parque do Lago em levantamento de uso e ocupação de solo do entorno foram cadastradas 21 industriais de atividades variadas, como as de tratamento de metais, alimentícias, etc. Encontra-se inserido neste Bairro o Parque do Lago, com uso destinado ao lazer e visitação pública. O Lago do Parque possui espelho d'água de 75 000m², localiza-se entre o Rio Tietê e o Distrito de Industrial. Seja pela influência da hidrodinâmica do Rio Tietê, pelo aporte de esgoto e/ou efluentes e água de drenagem pluvial das indústrias de seu entorno, há indícios de que este Lago receba algum tipo de agentes poluentes.

Neste trabalho foram caracterizados quimicamente por difração de Raios X (FRX) os sedimentos de fundo do Lago e os atributos do solo de seu entorno. Também foram efetuadas análises físico-químicas e químicas das águas do Lago, do Rio Tietê e dos nove poços de monitoramento construídos no Parque.

A caracterização das propriedades geológicas locais, o estudo das relações Rio Tietê/Lago, assim como avaliação segura da contribuição de agentes poluentes das indústrias vizinhas permitirá que se definam processos de remediação e/ou mitigação, visando a proteção do Lago.

PALAVRAS-CHAVE: Lago; Metais Pesados, Águas Superficiais, Águas Subterrâneas, Sedimento

INTRODUÇÃO

O Município de Salto (SP) situa-se nas Bacias Hidrográficas dos Rios Jundiá (UGHRI 05) e do Médio Tietê (UGHRI 10), ocupando 160 km²; cerca de 80% da área encontra-se urbanizada. Abriga um respeitável Parque Industrial com atividade muito variadas e em pleno desenvolvimento, acompanhando de crescimento populacional.

Desde a década de 50 a região onde se insere o Município de Salto, a cerca de 110 km de São Paulo, passa por acelerado crescimento populacional vinculado a expansão urbana e intensa implantação industrial.

Hoje em Salto têm destaque, três Distritos Industriais e três Núcleos Industriais principalmente ao longo das Rodovias do Açúcar, Santos Dumont (SP-75) e Ferrari (antiga rodovia de acesso Salto-Jundiá/Cabreúva), abrangendo também o centro e arredores do município.



Os efeitos da falta de um planejamento que resguarde o meio ambiente, já podem ser observados dado o alto índice de poluição por fontes difusas dos Rios Tietê e Jundiaí, bem como de pequenos afluentes. Há também indícios de que o Lago do Parque do Lago, que é vizinho a um distrito industrial, também esteja recebendo algum tipo de poluente, seja por influência da hidrodinâmica do Rio Tietê ou pelo aporte de efluentes e esgotos das indústrias, comprovados pelos estudos preliminares realizados como verificação coloração, turbidez e odor putrefato, típicos de ambientes aquáticos que sofrem eutrofização.

Este lago tem origem natural e conta com uma área de 75 100 m², localizando-se à margem direita do Rio Tietê.

A caracterização das propriedades e o entendimento das relações hidrodinâmicas existentes entre o Rio Tietê e o lago em questão, permitirá a compreensão do comportamento do fluxo da água de subsuperfície e dos possíveis contaminantes. Assim sendo, este trabalho possibilitará definições seguras, bem como aplicação eficaz de critérios de proteção e, conseqüentemente, controle da qualidade das águas, sedimento e solo

Para execução deste trabalho contou-se com a colaboração de representante da Prefeitura Municipal de Salto, do Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Indaiatuba.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram perfurados nove poços (PM01 a PM09) no entorno do Lago. Para avaliação e monitoramento da qualidade da água subterrânea (Figura 1). As amostras de solo obtidas nas sondagens durante a construção dos poços foram coletadas, identificadas e armazenadas em caixas termoisolantes e mantidas a 4°C.

Estas amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas para separação da fração < que 2 mm, quartedadas e enviadas para análises granulométricas, químicas (Fluorescência de Raios X) e mineralógicas (Difração de Raios X). Foram também realizadas extrações com água (quantificação de íons intersticiais) e ácido nítrico 8M (quantificação de íons adsorvidos a partículas do solo) utilizando a metodologia de Marques (2003) e Hypolito et al (2008 – submetido).

Seis amostras de sedimento de fundo do Lago (Figura 1) e uma amostra de sedimento da tubulação de drenagem pluvial que deságua no Lago foram coletadas e congeladas e posteriormente tratadas no Laboratório de Hidrogequímica II do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS/ IGc-USP. As amostras foram secas à temperatura ambiente em bandejas, destorroadas e peneiradas para separação da fração <2mm. Uma alíquota foi separada para determinação da composição química total por Fluorescência de Raios X no Laboratório de FRX do IGc/USP. Outra parte foi utilizada para extração iônica utilizando água (quantificação de íons intersticiais) e ácido nítrico 8M (quantificação de íons adsorvidos às partículas) utilizando a metodologia de Marques (2003) e Hypolito *et al* (2009).

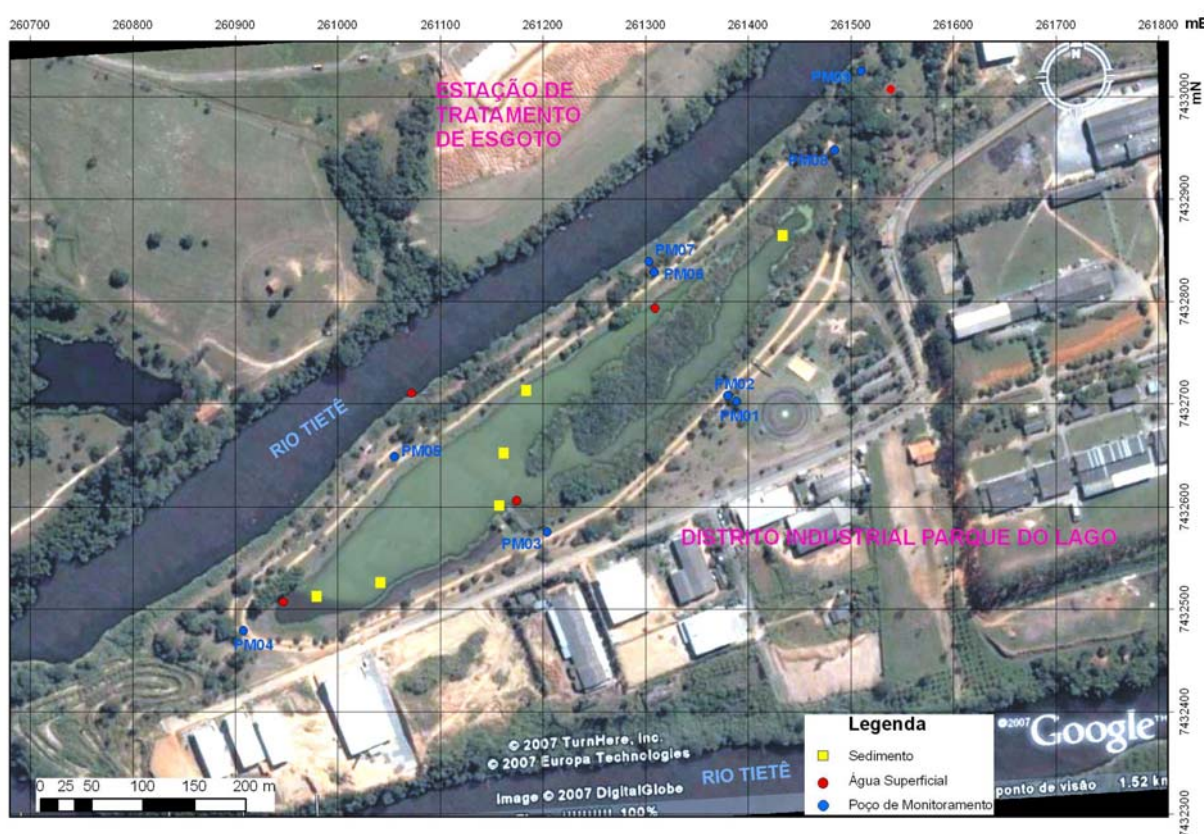


Figura 01 – Localização dos poços de monitoramento, locais de coleta de água superficial e sedimentos.

Foram coletadas águas em quatro pontos estratégicos para controle de sua qualidade: três no Lago e um ponto no Rio Tietê.

Os parâmetros medidos em campo foram: pH, Eh (com eletrodos de vidro e combinado de platina, modelo multilínea P3 – marca WTW); Condutividade Elétrica, Temperatura, Oxigênio Dissolvido (eletrodos P3/oxi/cond.- WTW), Alcalinidade (Hypolito *et al* 2008).

As amostras foram devidamente acondicionadas em frascos de polietileno (500 mL), preservadas à temperatura inferior a 4°C e encaminhadas para laboratório, onde foram filtradas à vácuo com filtro de acetato 0,45 µm, até 24 h após coleta, e em seguida preservadas com HNO₃ concentrado (até pH <2 para determinação de cátions) ou mantidas em refrigeração (para determinação de ânions). Posteriormente, foram encaminhadas a laboratórios para análises físico-química e química para análise por ICP-OES (cátions) e Cromatografia Líquida (ânions). Para avaliar a qualidade das águas os resultados foram comparados à legislação vigente.

Até o momento foi realizada uma amostragem de fitoplâncton para caracterização qualitativa da comunidade, essa amostra foi coletada em frasco de vidro âmbar com capacidade de 500mL, e imediatamente refrigerada e enviada para o Laboratório de análises microbiológicas do SAAE de Indaiatuba. Também está prevista coleta de peixes do Lago para análise de tecido muscular visando determinar a ocorrência de metais disponíveis para a biota.

RESULTADOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Na Tabela 1 tem-se os resultados químicos e físico-químicos obtidos nas amostras do Lago (L01 a L03) e Rio Tietê (RT), que foram comparados com a Resolução CONAMA N° 357/05.

**Tabela 1. Resultados químicos e físico-químicos das águas superficiais do Lago do Parque do Lago e Rio Tietê – Salto/SP.**

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 357/05			L01	L02	L03	RT
		Classe 1	Classe 2	Classe 3				
Eh	mV				270	90	269	180
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$				46	46	45	540
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	não inferior a 6,0	não inferior a 5,0	não inferior a 4,0	0,73	0,93	0,54	0,57
pH		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,70	6,80	6,53	7,43
Alcalinidade Total	mg dm ⁻³ CaCO ₃				16,45	16,45	12,34	115,17
Ca	mg dm ⁻³				1,30	1,30	1,20	19,50
Mg	mg dm ⁻³				1,19	1,19	1,13	4,08
Na	mg dm ⁻³				4,83	4,92	4,47	>35
K	mg dm ⁻³				3,04	3,15	2,92	13,3
Al	mg dm ⁻³	0,1	0,1	0,2	0,17	0,17	0,16	0,03
Si	mg dm ⁻³				1,30	1,20	1,30	6,80
Mn	mg dm ⁻³	0,1	0,1	0,5	0,03	0,02	0,03	0,03
Ni	mg dm ⁻³				0,002	0,00	0,00	0,01
Cu	mg dm ⁻³	0,009	0,009	0,013	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	mg dm ⁻³	0,18	0,18	5	0,04	0,04	0,05	0,04
Ba	mg dm ⁻³	0,7	0,7	1	0,01	0,01	0,01	0,02
Br	mg dm ⁻³				0,01	0,01	0,01	0,02
Cl ⁻	mg dm ⁻³	250	250	250	2,85	2,90	2,9	2,00
SO ₄ ²⁻	mg dm ⁻³	250	250	250	ND	ND	ND	5,00
F ⁻	mg dm ⁻³	1,4	1,4	1,4	ND	ND	ND	0,50
PO ₄ ³⁻	mg dm ⁻³	0,1	0,1	0,15	ND	ND	ND	0,30
SiO ₂ (dis)	mg dm ⁻³				2,13	2,18	2,18	2,00

Observa-se que o nível de Oxigênio Dissolvido está bem abaixo do recomendado pela legislação, indicando ambiente anóxico, podendo ocorrer formação de gases como CH₄, H₂S e amônia; prejudicando o equilíbrio ecológico do Lago com favorecimento a floração de algas. O alumínio também encontra-se acima do limite permitido pela legislação para águas classe 1 ou 2.

RESULTADOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das amostras das águas subterrâneas coletadas nos poços de monitoramento, medidos em campo.

Excetuando o poço PM-04, que apresentou valores diferenciados dos demais, as águas subterrâneas apresentam valores médios de pH, Eh e condutividade elétrica e alcalinidade total, respectivamente, de 5,66, 245,33 mV, 74,17 $\mu\text{S/cm}$ e 20,56 mg dm⁻³ em CaCO₃. As amostras dos poços apresentam características semelhantes águas do lago.

O poço de monitoramento PM04 apresenta potencial de oxirredução negativo certamente em decorrência da presença de matéria orgânica, substâncias húmicas, sulfetos, etc. As águas deste poço apresentam condutividade elétrica bem acima dos demais e terá suas propriedades ainda estudadas com mais detalhes.



Tabela 2. Resultados químicos e físico-químicos das águas dos poços de monitoramento do Parque do Lago – Salto/SP

Parâmetros Amostras	pH	Eh (mV)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L O ₂)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	ALCALINIDADE (mg dm ⁻³ CaCO ₃)
PM 01	5,66	128	0,99	70	20,56
PM 02	5,29	313	0,93	52	8,22
PM 03	5,01	337	0,69	126	8,22
PM 04	6,27	-22	0,73	338	160,41
PM 05	5,72	332	0,52	57	12,33
PM 06	5,80	150	0,69	70	20,56
PM 07	5,71	236	0,63	70	28,79
PM 08	5,78	136	0,71	93	24,67
PM 09	5,91	281	0,54	29	28,79

Na Tabela 3 tem-se resultados analíticos das amostras de água dos poços de monitoramento e dados da Resolução CONAMA 396/08.

Tabela 3. Resultados químicos das águas dos poços de monitoramento do Parque do Lago – Salto/SP

Parâmetro	Unidade	RESOLUÇÃO CONAMA 396/08		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
		Consumo Humano	Recreação									
Ca	$\mu\text{g dm}^{-3}$			2300	7000	4200	> 20000	6700	3600	4400	8100	10600
Mg	$\mu\text{g dm}^{-3}$			2470	2730	9860	9760	2810	2520	3520	3740	5380
Na	$\mu\text{g dm}^{-3}$	200000	300000	2770	6140	4860	8580	14600	10600	8940	4690	15300
K	$\mu\text{g dm}^{-3}$			3230	2230	5770	7070	1580	1240	1520	1300	1130
Al	$\mu\text{g dm}^{-3}$	200	200	23	15	20	9	17	12	11	14	27
Si	$\mu\text{g dm}^{-3}$			12500	6500	129000	6400	9800	600	600	6500	24100
Mn	$\mu\text{g dm}^{-3}$	100	100	40	1160	140	4850	100	79,2	473	2250	294
Ni	$\mu\text{g dm}^{-3}$	20	100	2,8	1,1	5,5	4,1	2	1,2	0,9	3,9	1,1
Cu	$\mu\text{g dm}^{-3}$	2000	1000	2,1	2,1	1,5	1,2	2,4	2,2	2,2	2,1	1,2
Zn	$\mu\text{g dm}^{-3}$	5000	5000	49,1	52,4	78,6	48,7	59,2	50,3	81,8	85,2	64,3
Ba	$\mu\text{g dm}^{-3}$	700	1000	88	116	383	254	65,40	36,60	49,00	209,00	82,90
Br	$\mu\text{g dm}^{-3}$			18	39	46	79	61	30	31	38	52
Cl ⁻	mg dm^{-3}			5,02	2,11	10,9	6,78	10,2	5,88	4,71	4,71	13,4
SO ₄ ²⁻	mg dm^{-3}	250000	400	ND	ND	ND	5,08	ND	5,37	13,1	13,1	9,89
F ⁻	mg dm^{-3}	1500		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
NO ₃ ⁻	mg dm^{-3}	10000	10000	ND	3,93	5,40	0,66	1,35	0,68	0,75	ND	0,46
SiO ₂ (dis)	mg dm^{-3}			13,9	25,1	8,84	8,42	17,08	ND	ND	3,98	48,0

ND – Não Detectado.

Dos íons metálicos analisados apenas o manganês apresentou concentração superior aos limites de permitidos pela legislação.

RESULTADOS DE EXTRAÇÕES DE METAIS EM AMOSTRAS DE SOLO

Para estudo da disponibilidade dos íons metálicos poluentes associados em solo do entorno do lago, foram efetuadas extrações totais dos metais em meio nítrico (8N) e extração seletiva em água destilada.

Os resultados analíticos de extração em água destilada demonstram baixas concentrações de íons de metais pesados nos espaços intersticiais dos solos, que correspondem aos íons prontamente disponíveis.

Na Tabela 04 tem-se os resultados analíticos das extrações em água destilada realizadas nas de amostras de solo do entorno do Lago e dados da Resolução CONAMA 396/08. Devido ao fato do PM-06 e PM-07 serem



muito próximos e apresentarem amostras de solo semelhantes, foram realizadas extrações nas amostras de solo do PM-07 por este ser mais profundo.

Tabela 4. Resultados analíticos extrações seletivas realizadas em amostras de solo, utilizando água destilada.

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 396/08		PM - 01	PM - 02	PM - 03	PM - 04	PM - 05	PM - 07	PM - 08	PM - 09
		Consumo Humano	Recreação								
Mg	µg.L -1	-		330	250	540	340	320	350	290	320
Na	µg.L -1	200.000	300000	3420	3610	3610	3570	3330	4330	3760	3660
K	µg.L -1	-		180	180	540	270	180	270	140	240
Mn	µg.L -1	100	100	ND	ND	20	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	µg.L -1	20	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	µg.L -1	2.000	1000	ND	ND	10	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	µg.L -1	5.000	5000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ba	µg.L -1	700	1000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	µg.L -1	50		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fe	µg.L -1	300	300	230	350	680	470	430	560	140	240
Pb	µg.L -1	10	50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND – Não Detectado.

Dos cátions analisados apenas o ferro apresentou valores superiores ao permitido pela legislação para o consumo humano.

Na Tabela 05 tem-se os resultados das extrações nítricas realizadas nas amostras de solo coletadas no entorno do Lago.

Tabela 5. Resultados analíticos extrações nítricas (8N) realizadas em amostras de solo do entorno do Parque do Lago– Salto/SP

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 396/08		PM - 01	PM - 02	PM - 03	PM - 04	PM - 05	PM - 07	PM - 08	PM - 09
		Consumo Humano	Recreação								
Mg	µg.L -1	-		1970	1000	19330	2770	5730	6030	2200	9120
Mn	µg.L -1	100	100	370	250	1810	1520	1380	760	900	640
Ni	µg.L -1	20	100	ND	430	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	µg.L -1	2.000	1000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	µg.L -1	5.000	5000	50	70	90	110	80	100	150	120
Ba	µg.L -1	700	1000	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	µg.L -1	50		ND	150	50	ND	ND	ND	ND	ND
Fe	µg.L -1	300		10130	19000	32010	36460	24660	14470	39590	25050
Pb	µg.L -1	10		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND – Não Detectado.

Nos íons analisados o manganês e ferro ficaram acima do limite permitido pela legislação em todas as amostras e o Níquel apresentou – se superior ao limite na amostra PM-02.



RESULTADOS FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Com base em resultados da Fluorescência de Raios X (FRX) realizada na amostra de solo do poço de monitoramento PM02 foram encontrados níveis elevados de bário (201 mg kg^{-1}) e cromo (77 mg kg^{-1}), indicando a presença de contaminantes associados no solo.

Os resultados do exame de Fluorescência de Raios X (FRX) realizados nas amostras de sedimento de fundo Lago indicaram concentrações de Cr (131 mg kg^{-1}), Cu (56 mg kg^{-1}), Ni (32 mg kg^{-1}) e Pb (45 mg kg^{-1}) acima das recomendações pelos VGQS -Valores Guias de Qualidade de Sedimento.

CONCLUSÕES

Estudos preliminares mostram evidências de que o Lago vem sofrendo influências antrópicas dado ao índice de alumínio encontrado, à baixa concentração de oxigênio dissolvido, ao odor putrefato e às florações de algas em períodos de estiagem os altos índices de Cr e elevadas concentrações de Cu, Ni e Pb no sedimento de fundo. Espera-se ao final de todos os estudos a proposição de medidas de remediação/mitigação que resguardem a qualidade ecológica do Lago.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. 2005. Determinação de fitoplâncton de água doce. Métodos qualitativos e quantitativos. São Paulo. Norma técnica – 06. Determinações Biológicas, L5.303.21p.
2. MARQUES, J. F. 2003. *Comportamento de íons Pb, Zn e Cu em área impactada por escória, produto da reciclagem de baterias chumbo-ácido*. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
3. HYPOLITO, R.; ANDRADE, S.; SILVA, L.H.; NASCIMENTO, S.C. 2008. Alcalinidade - Metodologia para Determinação em Campo. *Analytica*, v. 35, p. 52-61 (http://www.revistaanalytica.com.br/analytica/revista_digital/).
4. HYPOLITO, R. ; ANDRADE, S. ; EZAKI, S. ; MARQUES, J. F. ; S. C. NASCIMENTO . Método Para Amostragem e Detecção de Íons em Águas da Zona Não Saturada (submetido). *Analytica* (São Paulo), 2008