



## IV-102 - QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NA MICRO-BACIA DO CÓRREGO DO AJUDANTE, MUNICÍPIO DE SALTO (SP)

**Sibele Ezaki<sup>(1)</sup>**

Geóloga pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 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.

**Raphael Hypolito<sup>(2)</sup>**

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)

**Daniela da Conceição Gamito<sup>(3)</sup>**

Bióloga. Pós-graduanda do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGc/USP.

**Francisco Antônio Moschini<sup>(4)</sup>**

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.

**Fernanda Aparecida Leme<sup>(5)</sup>**

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

**Endereço<sup>(1)</sup>:** IG/SMA - Av. Miguel Stéfano, 3900 Água Funda CEP:04301-903, São Paulo-SP. E-mail: [sibezaki@igeologico.sp.gov.br](mailto:sibezaki@igeologico.sp.gov.br) / [sibezaki@usp.br](mailto:sibezaki@usp.br)

### RESUMO

Foi realizada uma avaliação preliminar da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e de sedimentos da Micro-Bacia do Córrego do Ajudante, um tributário do Rio Tietê, no Município de Salto (SP). O uso do solo nesta área abrange condomínios, distritos industriais com empreendimentos de atividades diversificadas, aterro sanitário e área densamente urbanizada.

Foram coletadas amostras de água e sedimento ao longo do Córrego do Ajudante e águas subterrâneas de 5 poços cacimba e 12 poços tubulares profundos, para análise de alguns parâmetros físico-químicos, químicos e bacteriológicos. Os resultados analíticos indicaram degradação das águas superficiais e sedimentos no sentido cabeceira-fôz em função de lançamento de esgotos. As águas subterrâneas profundas (dos Aquíferos Tubarão e Cristalino) apresentaram, de modo geral, boa qualidade para abastecimento, com exceções quanto à ocorrência de anomalias naturais nos teores de flúor. E as águas subterrâneas rasas (Aquífero Freático), mais susceptíveis à influência antrópica apresentaram teores médios elevados de ferro e nitrato, provavelmente associados à conservação do poço e uso do solo no seu entorno, podendo comprometer o uso para fins de consumo humano.

A influência da disposição de resíduos em industriais em antigo lixão, foi detectada nos sedimentos de afluente do Córrego do Ajudante e na qualidade da água superficial e de poço cacimba situados a jusante do empreendimento.

A partir desta avaliação deverá ser elaborado um plano de monitoramento da qualidade das águas e sedimentos desta micro-bacia, que poderá ser estendido a outras micro-bacias do município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Micro-Bacia; Águas Subterrâneas, Águas Superficiais, 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 km<sup>2</sup>; cerca de 80% da área encontra-se urbanizada. Abriga um respeitável Parque Industrial em pleno desenvolvimento, acompanhando de crescimento populacional que demanda grande disponibilidade de energia e principalmente de água.

Os mananciais superficiais, por se apresentarem na grande maioria degradados, fazem com que a cidade de Salto enfrente grandes limitações quanto ao potencial de abastecimento, sendo os Rios Jundiá e Tietê praticamente inutilizáveis. O Município, juntamente com Indaiatuba, divide os recursos provenientes do



Ribeirão Pirai; os demais cursos d'água apresentam vazões insuficientes ou qualidade de água comprometida pela influência do uso e ocupação do solo no seu entorno.

A produtividade em recursos hídricos subterrâneos de Salto é considerada baixa, devido às características intrínsecas dos aquíferos explorados - Tubarão (granular, sedimentar) e Cristalino (fissural, granítico). Ao mesmo tempo, constata-se anomalias nas qualidades das águas subterrâneas podendo-se citar elevados valores de sais dissolvidos (TSD), fluoreto e de dureza nas águas subterrâneas profundas. Restam ainda as águas subterrâneas freáticas, extraídas por poços rasos do tipo cacimba, utilizadas para abastecimentos restritos.

O Município de Salto, portanto, necessita de planos e ações para preservar a qualidade dos recursos hídricos ainda disponíveis para uso e para recuperação daqueles degradados. Para tanto, tem-se como proposta uma avaliação preliminar da qualidade das águas superficiais e sedimentos de corrente associados, e sua inter-relação com as águas subterrâneas na Micro-Bacia do Córrego do Ajudante. A partir desta avaliação, a proposta poderá ser estendida para monitoramentos de outras micro-bacias, visando diagnosticar seus estados de degradação e/ou conservação.

Esta Micro-Bacia foi selecionada, uma vez que nela se concentram empreendimentos industriais de atividades bastante diversificadas. Por gerarem resíduos/ efluentes com características poluentes, elas podem representar riscos potenciais de contaminação. Por outro lado, parte da micro-bacia é ocupada por área urbanizada, sofrendo a influência de lançamentos de efluentes domésticos.

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, e apoio do CNPq (473081/2006-7) e FAPESP (06/51699-0).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Ao longo do Córrego do Ajudante foram selecionados 5 pontos (CAJ-01 a CAJ-05) para amostragens em período de estiagem com o objetivo de avaliar a qualidade das águas e detectar a influência de fontes potenciais de contaminação (Figura 1).

Foram realizados levantamentos de dados de poços tubulares profundos e do tipo cacimba na área de abrangência da Micro-Bacia do Ajudante. Para caracterizar as águas de escoamento básico do aquífero freático que abastecem esse curso d'água, foram amostradas águas de 4 poços cacimba. Objetivou-se, também, caracterizar as águas dos aquíferos mais profundos a partir de 12 poços tubulares.

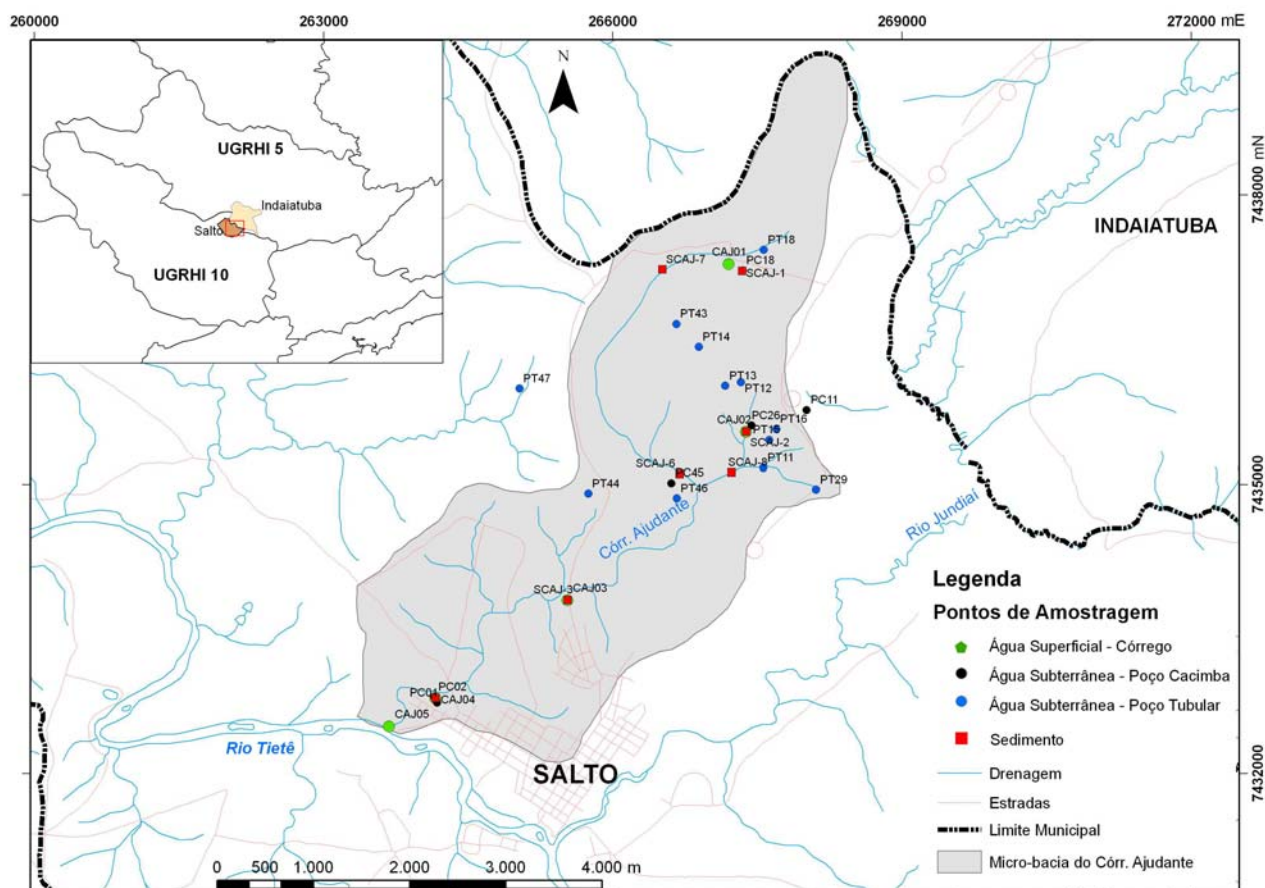
Os parâmetros medidos em campo foram: pH, Eh (com eletrodos de vidro e combinado de platina, modelo multilínea P3 – marca WTW); Condutividade Elétrica, Temperatura, Oxigênio Dissolvido (eletrodos P3/oxi/cond.- WTW), Alcalinidade (Hypolito *et al* 2008).

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 HNO<sub>3</sub> 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. As análises bacteriológicas e de DQO foram realizadas pelo Laboratório de Qualidade do SAAE-Indaiatuba

Amostras de sedimentos de corrente em 7 pontos associados aos locais de amostragem de água (Figura 1) foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos 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 1:** Localização dos pontos de amostragem de águas (poços e córrego) e sedimento.

## RESULTADOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Na Tabela 1 tem-se os resultados físico-químicos, químicos e bacteriológicos obtidos para as amostras do Córrego do Ajudante (CAJ) e do Rio Tietê (RT). Vale destacar que as águas encontravam-se turvas em função das chuvas que precipitaram um dia antes da coleta, elevando os níveis do curso d'água e carreando material particulado para o mesmo.

Os resultados dos parâmetros analisados foram comparados à Resolução CONAMA 357/05 para determinação da qualidade do curso d'água principal (CAJ-01 – próximo à nascente, CAJ-03 e CAJ-04 - sob influência da área urbanizada. CAJ-05 – foz do córrego ao Rio Tietê) e um de seus tributários (CAJ-02 – a jusante do Aterro de Salto) em relação à Classe 1.



Tabela 1: Resultados analíticos das águas superficiais.

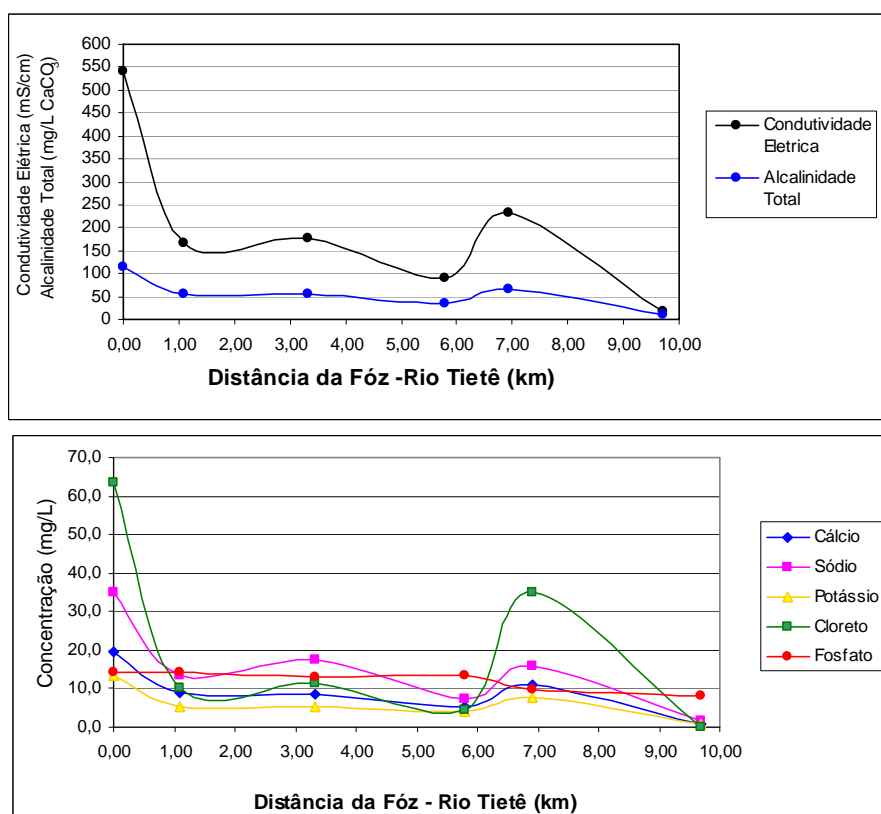
Parâmetro	Unidade	Laboratório	Resolução CONAMA 357/05			CAJ01	CAJ02	CAJ03	CAJ04	CAJ05	RT
			Classe 1	Classe 2	Classe 3						
Distância da Fóz - Rio Tietê (km)						9,70	6,92	5,80	3,32	1,08	0,00
Eh	mV					272,00	105,00	223,00	205,00	187,00	186,00
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$					17,00	232,00	90,00	178,00	165,00	540,00
Oxigênio Dissolvido	$\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$		não inferior a 6,0	não inferior a 5,0	não inferior a 4,0	<b>1,40</b>	<b>1,38</b>	<b>1,35</b>	<b>1,27</b>	<b>1,17</b>	<b>0,57</b>
pH			6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,60	7,07	7,05	7,08	7,06	0,57
Alcalinidade Total	$\text{mg dm}^{-3} \text{CaCO}_3$					8,21	24,62	24,62	49,25	49,25	7,43
CO <sub>2</sub>		SAAE				5,75	10,50	5,60	9,20	9,20	-
Oxigênio Consumido	$\text{mg dm}^{-3} \text{O}_2$	SAAE				2,20	5,90	3,80	5,00	6,10	-
Turbidez	UNT	SAAE	até 40	até 100	até 100	39,10	<b>882,00</b>	<b>154,00</b>	<b>104,00</b>	<b>111,00</b>	-
cor verdadeira	mg Pt/L	SAAE	nível natural do corpo d'água	até 75	até 75	<b>125,00</b>	<b>200,00</b>	<b>125,00</b>	<b>80,00</b>	70,00	-
Ca <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS				1,00	10,8	5,10	8,70	9,10	19,50
Mg <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS				0,28	7,73	2,55	3,33	3,31	4,08
Na <sup>+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS				1,78	15,9	7,36	17,3	13,4	61,80
K <sup>+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS				0,71	7,58	4,23	5,29	5,44	13,3
Al <sup>3+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS	0,1	0,1	0,2	0,08	0,06	0,19	<b>0,27</b>	0,17	0,04
Fé(t)	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE	0,3	0,3	5	<b>2,75</b>	<b>20,3</b>	<b>7,25</b>	<b>5,35</b>	<b>5,45</b>	0,21
Mn <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS	0,1	0,1	0,5	0,00	1,57	0,14	0,24	0,19	0,04
Ni <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS				0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Cu <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS	0,009	0,009	0,013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Zn <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS	0,18	0,18	5	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
Ba <sup>2+</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	ACTLABS	0,7	0,7	1	0,00	0,21	0,05	0,06	0,07	-
Cl <sup>-</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	CEIMIC	250	250	250	nd	35,20	4,66	11,20	10,30	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	CEIMIC	250	250	250	nd	nd	nd	16,70	10,20	-
F <sup>-</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	CEIMIC	1,4	1,4	1,4	nd	nd	nd	nd	nd	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	CEIMIC	0,1	0,1	0,15	-	-	nd	0,52	0,34	-
SiO <sub>2</sub>	$\text{mg dm}^{-3}$	CEIMIC				8,18	9,87	13,30	12,90	14,10	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE	10	10	10	0,37	2,85	0,58	1,15	0,92	-
N-albuminoide	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE				0,72	2,10	1,04	4,56	3,34	-
N-NH <sub>4</sub>	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE				0,17	0,27	0,24	0,50	0,36	-
DQO	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE				27,00	57,00	36,00	59,00	84,00	-
DBO	$\text{mg dm}^{-3}$	SAAE	até 3	até 5	até 10	-	-	-	<b>8,00</b>	<b>17,00</b>	-
Coliformes termotolerantes (por 100ml)		SAAE	200	1000	2500	<b>24000</b>	<b>11000</b>	<b>160000</b>	<b>160000</b>	<b>16000</b>	-
Escherichia coli		SAAE	facultativa	facultativa	facultativa	<b>2200</b>	<b>1300</b>	<b>24000</b>	<b>160000</b>	<b>160000</b>	-

Obs: Em negrito, valores que ultrapassam os limites da Classe 1.

nd: não detectado; - : não determinado

Ao se avaliar a qualidade da água em termos de acréscimo de substâncias ao longo de um curso d'água, observa-se um incremento de sulfato, fosfato, cloreto, cálcio, sódio, potássio. O aumento da condutividade elétrica acompanhada do aumento da alcalinidade total, das cabeceiras até a foz do Córrego do Ajudante no Rio Tietê, mostra justamente, a elevação dos teores de sais dissolvidos influenciados, principalmente, pelo lançamento de esgoto. O mesmo pode ser observado para DQO, DBO e na análise bacteriológica.

Pelos gráficos da Figura 2 verifica-se esta tendência, destacando, contudo o Ponto 02 (CAJ-02) a 6,9 km da foz no Rio Tietê (RT), que recebeu/recebe cargas poluentes de antigo lixão municipal, atualmente Aterro de Salto, constatado pelos picos nos teores da maioria dos parâmetros analisados.



**Figura 2: Gráficos representando parâmetros físico-químicos e químicos em função da distância da Foz do Córrego do Ajudante/Rio Tietê.**

O Ponto 01 (CAJ-01) deveria representar um conjunto de nascentes, cujas águas se reúnem numa represa da Fazenda Vesúvio, mas não pode ser considerado como pertencente à Classe 01, uma vez que apresenta elevadas concentrações de ferro e colônias bacteriológicas. Estas cabeceiras recebem influência da pastagem ao seu redor, com presença de gado, além de águas de enxurrada de chuva.

As amostras dos Pontos 03 (CAJ-03), 04 (CAJ-04) e 05 (CAJ-05), que se aproximam cada vez mais da foz do Córrego Ajudante no Rio Tietê, foram coletadas em locais onde há influência de lançamento de esgoto, observado em função do odor típico, demonstrando intensa degradação. No exame bacteriológico, todas as amostras apresentaram Coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli* acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, indicando entrada de agentes poluidores na água.

## RESULTADOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os resultados analíticos das águas subterrâneas de poços cacimba e tubulares foram comparados aos padrões de Potabilidade Nº 518 do Ministério da Saúde, indicando que, de modo geral, são adequadas ao consumo humano.

A Tabela 2 apresenta valores médios para alguns parâmetros analisados nas águas subterrâneas profundas (Aquíferos Cristalino e Tubarão) e rasas (Aquífero Freático).



**Tabela 2: Resultados analíticos das águas subterrâneas – valores médios.**

Parâmetro	unidade	Aquífero		
		Cristalino	Tubarão	Freático
Profundidade	m	233	182	14,6
Eh	mV	151,20	234,50	171,60
Condutividade Elétrica	mS cm <sup>-1</sup>	330,17	292,33	148,80
Oxigênio Dissolvido	mg dm <sup>-3</sup>	1,49	1,41	2,05
pH	-	7,60	7,78	5,95
Ca <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	17,05	12,39	4,57
Mg <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	1,87	2,94	8,04
Na <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	54,45	43,67	12,76
K <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	0,82	0,86	2,69
Fe(t)	mg dm <sup>-3</sup>	0,17	0,23	0,39
Alcalinidade Total	mg dm <sup>-3</sup> CaCO <sub>3</sub>	151,75	145,13	40,74
Cl <sup>-</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	8,52	9,87	14,01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	47,84	29,75	8,01
F <sup>-</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	2,28	2,86	0,21
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	0,11	0,04	26,10
SiO <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	24,52	27,56	17,42

Do total de 12 poços, 6 exploram água do Aquífero Cristalino, 5 do Aquífero Tubarão e 1 de sistema misto Tubarão/Cristalino. As profundidades médias dos poços são, respectivamente, 233 m (mínimo: 180m – máximo: 450m) no Aquífero Cristalino e 182 m (mínimo: 70m – máximo: 282m) no Tubarão.

As águas profundas dos Aquíferos Cristalino e Tubarão na área da Bacia do Córrego do Ajudante apresentam valores médios de pH respectivos de 7,60 (mín.: 6,46 - máx.: 8,22) e 7,78 (mín.: 7,16 - máx.: 8,56) e condutividade elétrica com médias respectivas de 330,17  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e 292,33  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

Em geral, as águas destes poços profundos classificam-se como bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, com predomínio de bicarbonatadas sódicas, podendo ocorrer, também, águas sulfatadas cálcicas-sódicas.

Foram constatados elevados teores de fluoreto nas águas subterrâneas profundas, com médias de 2,28 mg dm<sup>-3</sup> (mín.: 0,07 - máx.: 3,58) no Cristalino e 2,86 mg dm<sup>-3</sup> (mín.: 0,29 - máx.: 6,95) no Tubarão, que se encontram acima do valor máximo permitido pela Portaria Nº 518 de Potabilidade do Ministério da Saúde (1,5 mg dm<sup>-3</sup>). Estas elevadas concentrações correspondem a anomalias geoquímicas naturais de flúor, que se originam da decomposição dos minerais das rochas às quais se associam (Tabela 2).

As águas subterrâneas rasas do Aquífero Freático, relacionadas a mantos de alteração e solos, apresentam valores inferiores de pH, quando comparadas às águas de poços profundos, variando de 5,10 a 7,10 com média 6,14, indicando influência das águas da chuva. Sua salinidade, expressa em termos de condutividade elétrica é comparativamente menor, com média 148,80  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Cabe destacar que a condutividade elétrica no poço cacimba PC-26 (816  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), situado à jusante do Aterro de Salto não foi considerada por não representar condição natural das águas freáticas, uma vez que este poço demonstra evidências de contaminação proveniente deste aterro (Coliformes Totais: 920 N.M.P 100/mL, em Agosto/2007).

Alguns poços cacimba apresentaram elevados valores de íons Fe (mín.: 0,06 g dm<sup>-3</sup> e máximo: 0,54 mg dm<sup>-3</sup>) e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mínimo: 0,88 g dm<sup>-3</sup>; e máximo: 57,5 mg dm<sup>-3</sup>), provavelmente associados à conservação do poço ou ao uso no entorno do mesmo.

As águas subterrâneas profundas são bem distintas das rasas, apresentando-se mais mineralizadas, demonstrando relativa estratificação. As características das águas subterrâneas rasas assemelham-se às das nascentes, representadas pela amostra CAJ-01, indicando escoamento subsuperficial para as drenagens, quando se comparam os dados de condutividade elétrica, alcalinidade e concentrações de cálcio, magnésio, sódio, ferro e nitrato. Neste trabalho, não foi avaliada a contribuição das águas dos aquíferos profundos ao escoamento básico das drenagens, uma vez que o estudo do fluxo da água subterrânea não foi efetuado.



## RESULTADOS DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS DE CORRENTE

A Tabela 3 apresenta sucintamente a caracterização geoquímica preliminar de algumas amostras de sedimento de corrente coletadas na Micro-Bacia do Córrego do Ajudante. Adotou-se como Referência (Branco) a amostra CAJ-07 que foi coletada na Represa para onde drenam as águas das cabeceiras.

**Tabela 3: Composição química de amostras de sedimento de corrente da Micro-Bacia do Ajudante.**

Parâmetro	LD	CAJ-07	CAJ-02	CAJ-08	CAJ-06	CAJ-03	CAJ-04	CAJ-05
Elementos Maiores (%)								
SiO <sub>2</sub>	0,03	81,00	78,18	71,59	80,85	83,37	79,61	65,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	8,27	9,53	12,29	9,36	6,87	8,64	<b>18,06</b>
MnO	0,002	0,01	0,03	<b>0,25</b>	0,02	0,04	0,04	0,06
MgO	0,01	0,13	0,36	0,75	0,43	0,69	0,41	0,55
CaO	0,01	0,05	0,10	0,21	0,03	0,37	0,08	0,18
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,04	0,05	0,39	0,05	0,25	0,08	0,20
K <sub>2</sub> O	0,01	0,09	0,92	1,42	0,90	1,47	0,98	3,33
TiO <sub>2</sub>	0,007	0,62	0,76	0,58	0,55	0,39	0,68	0,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,003	0,07	0,07	0,12	0,05	0,07	0,07	0,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	1,21	<b>2,06</b>	<b>4,00</b>	<b>2,75</b>	<b>2,82</b>	<b>2,29</b>	<b>4,55</b>
Loi	0,01	7,93	8,04	8,32	4,40	3,00	6,59	7,99
Total		99,37	100,10	99,92	99,37	99,34	99,46	100,93
Traços (mg kg <sup>-1</sup> )								
Ba	37	<37	<b>259,40</b>	<b>448,00</b>	<b>173,50</b>	<b>337,00</b>	<b>262,00</b>	<b>411,00</b>
Co	6	39,00	<b>46,60</b>	35,00	30,50	<b>65,00</b>	<b>136,00</b>	22,00
Cr	13	31,00	<b>75,50</b>	37,00	31,00	33,00	<b>43,00</b>	<b>75,50</b>
Cu	5	7,00	9,20	16,00	10,00	15,00	<b>34,00</b>	<b>37,00</b>
Ni	5	<5	9,80	<b>16,00</b>	11,00	14,00	10,00	<b>27,50</b>
Pb	4	7,00	13,40	<b>21,00</b>	18,00	15,00	<b>23,00</b>	<b>42,00</b>
Zn	2	14,00	28,90	51,00	22,00	45,00	36,00	<b>119,50</b>
V	9	38	42,00	66,00	53,00	55,00	38,00	<b>82,50</b>
Local	Ponto 01		Ponto 02		Ponto 06	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
	Represa Faz. Vesúvio		Afluente Córrego Ajudante - a jusante do aterro		próximo à Talgo	Jd. Sto Antonio	próximo à Telesi	Foz do Ajudante no Rio Tietê

Em negrito foram destacados valores relativamente elevados de teores de íons metálicos nos sedimentos, em comparação ao Branco, atingindo no mínimo o triplo da concentração de referência. O acúmulo destes íons poluentes nos sedimentos pode ser considerado uma fonte potencial para as águas superficiais e subterrâneas na área.

Deve-se salientar que as amostras CAJ-02 e CAJ-08 foram coletadas ao longo de afluente do Córrego do Ajudante, a jusante do Aterro de Salto. No passado, no lixão da Prefeitura eram dispostos resíduos sólidos de indústrias, de ramos diversificados como metalurgia básica (galvanoplastia, estamparia, usinagem, fundição etc.); fabricação de produtos de madeira; papel; químico; farmacêutica; têxtil; alimentício etc. Estas atividades geraram, entre os principais resíduos, metais, ácidos, bases, solventes, entre outros.

Para estudo da disponibilidade dos íons metálicos poluentes associados em sedimentos de trecho do Córrego à jusante do Aterro de Salto (CAJ-02), 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. Algumas exceções foram destacadas, como no caso de alumínio, ferro, arsênio e bário, quando comparados os valores máximos permitidos pela Portaria de potabilidade Nº 518 do Ministério da Saúde (Tabela 4).

**Tabela 4: Extração de metais em amostras de sedimento, utilizando água destilada e ácido nítrico (8N).**

Analito	Limite de Detecção	Portaria 518 - Potabilidade	CAJ-02	
			H <sub>2</sub> O	HNO <sub>3</sub> 8N
mg dm <sup>-3</sup>				
Si	0,20		0,70	7,00
Al		0,20	<b>3,18</b>	<b>&gt; 20,0</b>
Mn	0,10	0,10	0,01	<b>4,81</b>
Mg			3,72	4,24
Ca	0,70		8,00	13,00
Na	0,01	200,00	6,03	6,04
K	0,03		5,60	2,80
Br	3,00		0,01	< 0,03
Li	1,00		< 0,001	<0,01
Fe	10,00	0,30	<b>0,50</b>	<b>60,30</b>
As	0,03	1,00	<b>1,95</b>	<b>1,00</b>
Ba	0,10	0,70	<b>12,20</b>	1890,00
Co	0,005		0,00	0,03
Cr	0,50	0,05	0,00	0,05
Cu	0,20	2,00	0,00	0,15
Ni	0,30		1,20	31,00
Pb	0,001	0,01	0,001	<b>0,18</b>
Cd	0,0001	0,01	0,0001	0,00
Zn	0,50	5,00	0,03	0,43
Sb	0,0001	0,01	0,0001	0,00
Se	0,20	0,01	< 0,2	0,01

As extrações nítricas mostram, entretanto, enriquecimento dos metais pesados em comparação às extrações com água, indicando sua presença na forma adsorvida. A amostra CAJ-02 indicou elevados teores de íons Fe (6030 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (481 mg kg<sup>-1</sup>), Al (>2000 mg kg<sup>-1</sup>), Ni (3100 mg kg<sup>-1</sup>), Ba (189000 mg kg<sup>-1</sup>) adsorvidos às partículas sólidas (Tabela 4), representando teores iônicos potencialmente disponíveis para o meio ambiente.

## CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade ambiental de uma micro-bacia constitui em ponto de partida para definição de medidas de preservação e/ou recuperação de seus recursos naturais, inseridas num plano de ação a médio e longo prazo. Deu-se início ao estudo da Micro-Bacia do Córrego do Ajudante, com avaliação da qualidade de águas superficiais e sedimentos ao longo de seu curso, e de águas subterrâneas. Resultados preliminares indicam que eles se encontram em processo de deterioração em função do lançamento de efluentes e pela influência de um aterro. Espera-se com a finalização destes estudos a proposição de um plano de remediação para esta micro-bacia e outras no Município de Salto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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/](http://www.revistaanalytica.com.br/analytica/revista_digital/)).
2. 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. *Analytica*, N° 38, p. 85-92, 2009
3. 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.