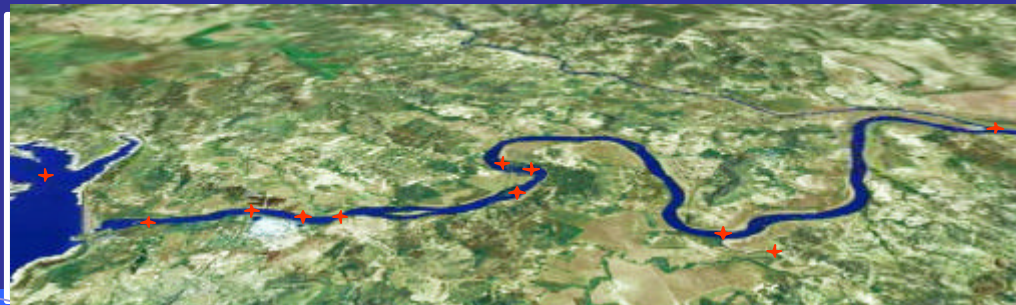


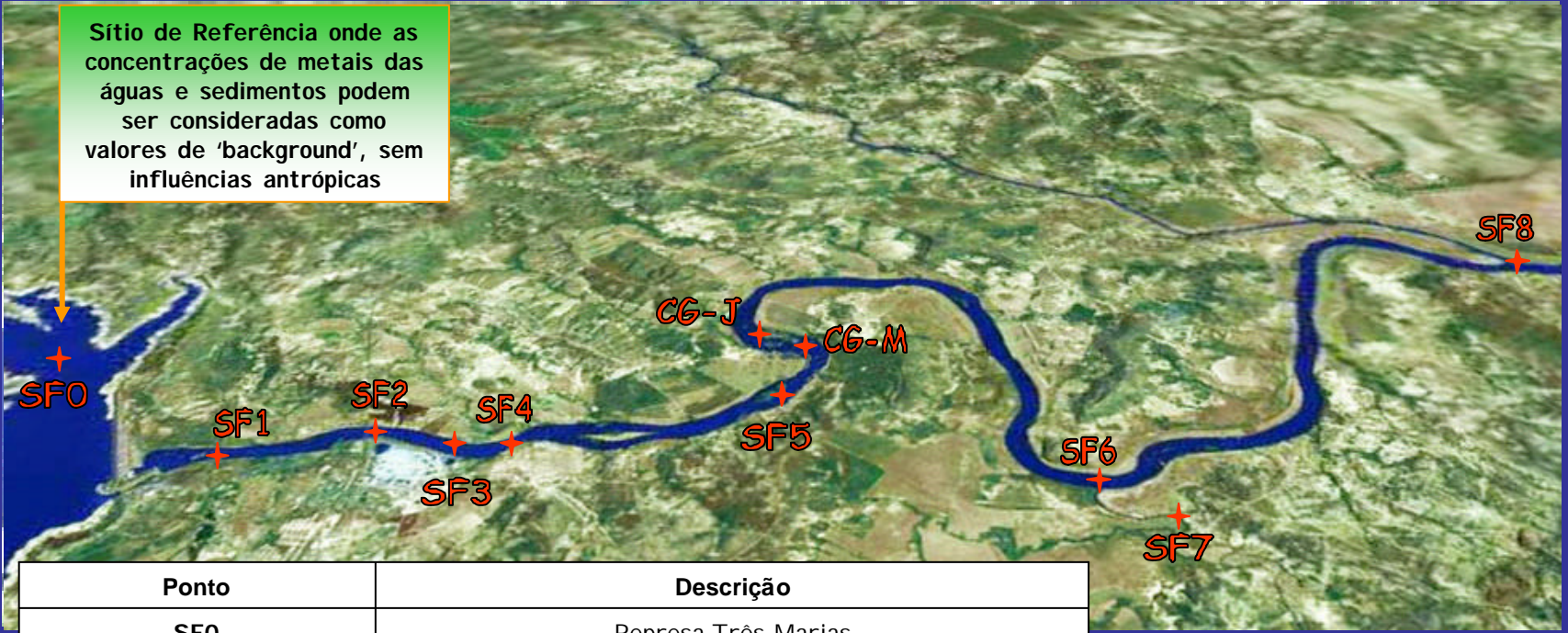
# Avaliação da Contaminação Ambiental por Metais em Águas, Sedimentos e Peixes no Rio São Francisco em Três Marias – MG: Projeto de Pesquisa Participativa com Comunidade Local

Prof. Dr. Antonio A. Mozeto  
BSc Erida F. de Araújo Silva  
Dr. Marcos R. L. do Nascimento

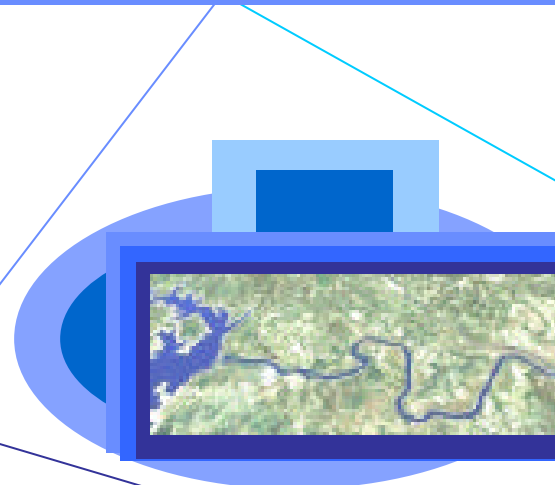
DQ - UFSCar



Sítio de Referência onde as concentrações de metais das águas e sedimentos podem ser consideradas como valores de 'background', sem influências antrópicas



Ponto	Descrição
SF0	Represa Três Marias
SF1	Foz do córrego do Barreiro Grande
SF2	Próximo ao ponto de captura de água pela CMM
SF3	Local de descarga de água pela CMM
SF3-D	Local de descarga de água pela CMM, na margem direita
SF4	Foz do córrego da Consciência
SF4 - D	Foz do córrego da Consciência , na margem direita
SF5	Iha do Piriquito
SF6	Foz do córrego Espírito Santo
SF7	Encontro do córrego Espírito Santo com o córrego Lavagem
SF8	Foz do rio Abaeté

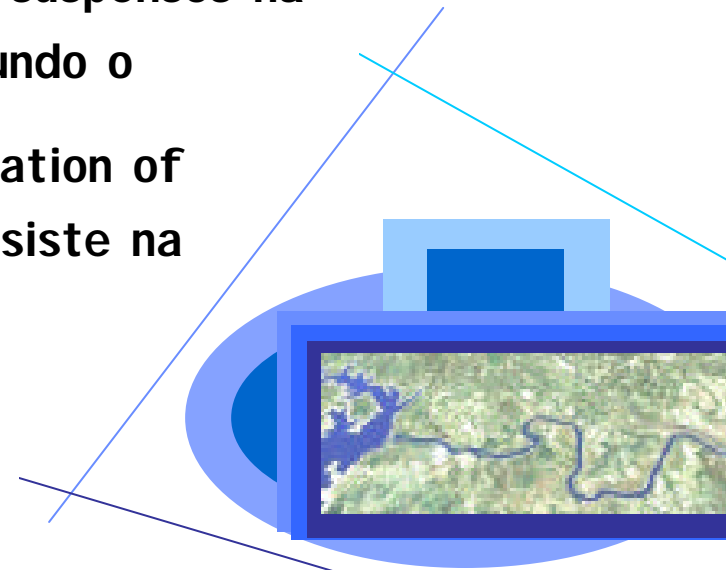
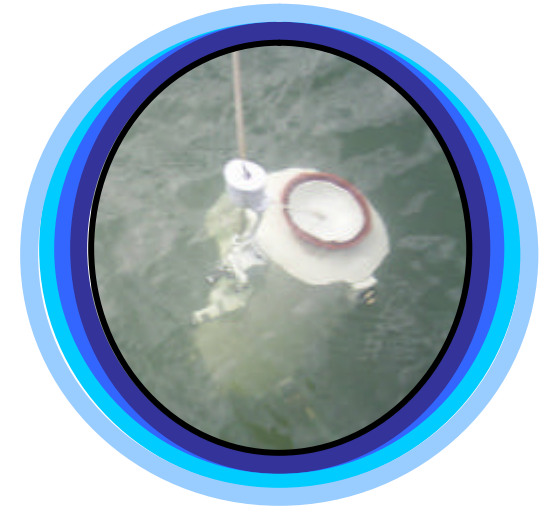


# Água

- Amostras coletadas em três estratos:  
Superfície, Meio e Fundo

Metais Analisados: As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn

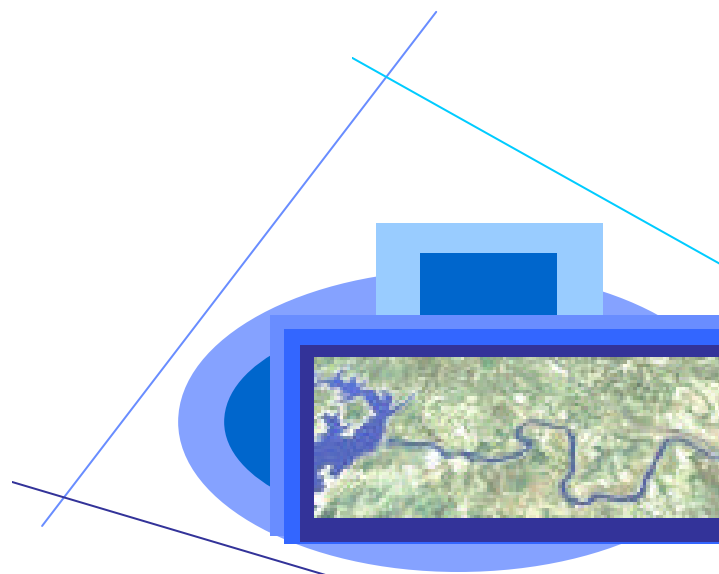
- Devido a maior quantidade de particulados suspensos na água na 2ª coleta foi realizada extração segundo o Método 200.2 USEPA (Methods for determination of environmental samples - Supplement I) que consiste na extração com  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$



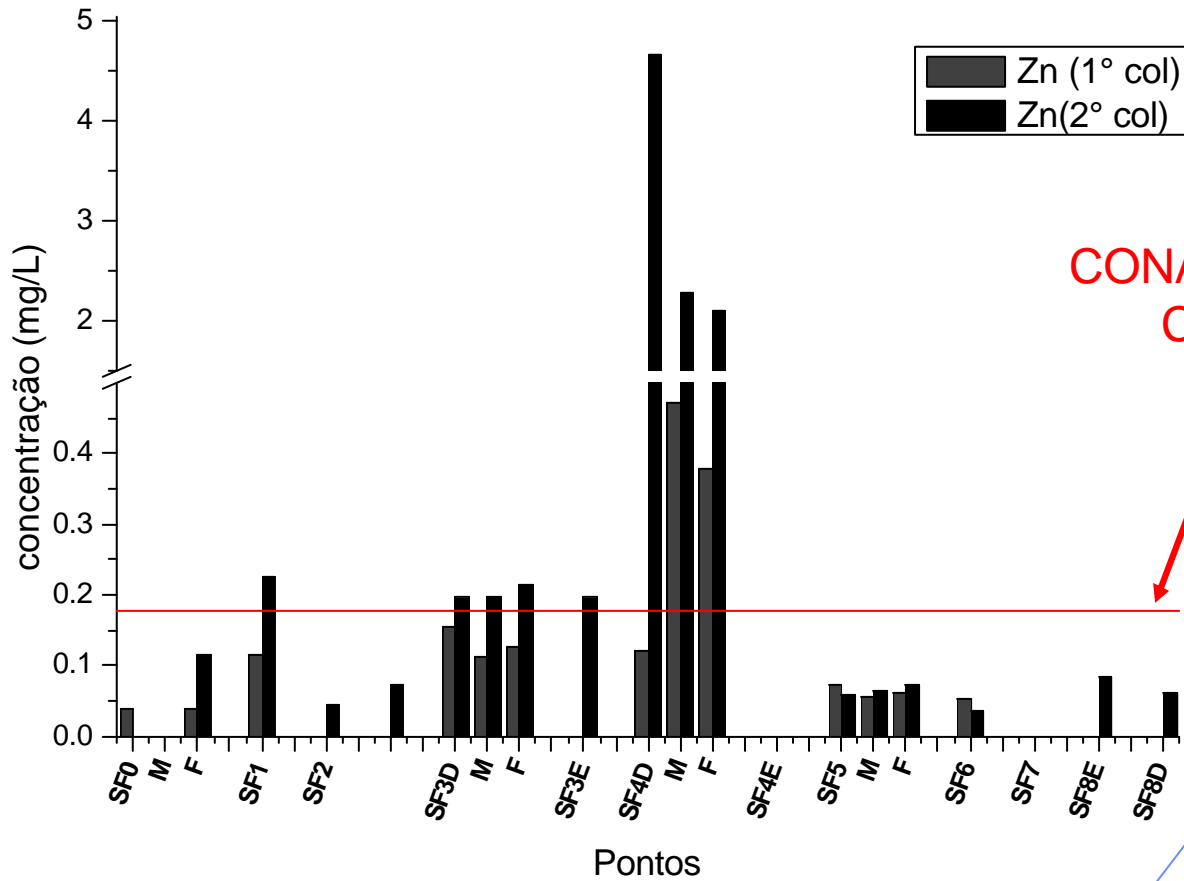
## Sólidos Totais Suspensos (mg/L)

		1°coleta	2°coleta	
<b>SFO</b>	S	1.5	9.2	<p>Método de extração USEPA 200.2 que deve ser aplicado quando a quantidade de particulado suspenso na água for = 1% (m/v), uma exigência da CONAMA 357/05, exceto para Cu, Al e Fe</p>
	M	-	9.1	
	F	-	8.8	
<b>SF1</b>	S	2.6	28.8	
<b>SF2</b>	S	3.1	27.6	
	M	-	24.8	
	F	-	1049.2	
<b>SF3(D)</b>	S	1.8	28.8	
	M	-	21.6	
	F	-	26.4	
<b>SF3(E)</b>	S	-	28	
<b>SF4(D)</b>	S	2.1	25.3	
	M	-	28	
	F	-	31.2	
<b>SF4(E)</b>	S	-	26.4	
<b>SF5</b>	S	2.2	22.8	
	M	-	24	
	F	-	30.8	
<b>SF6</b>	S	1.7	22.8	
<b>SF7</b>	S	1.4	3352.4	
<b>SF8(E)</b>	S	6.0	867.6	
<b>SF8(D)</b>	S	-	30.4	

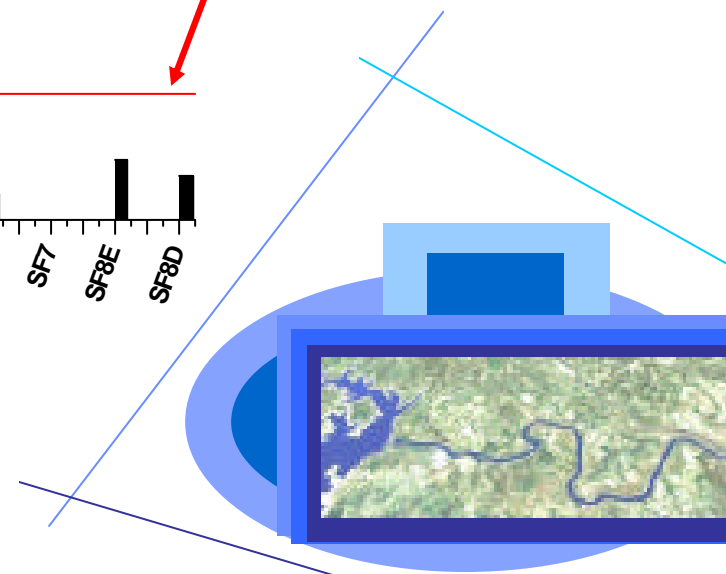
# Água



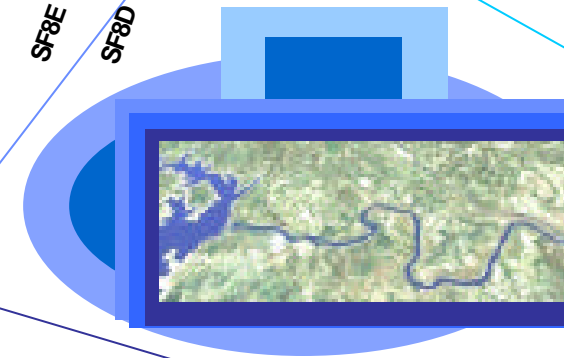
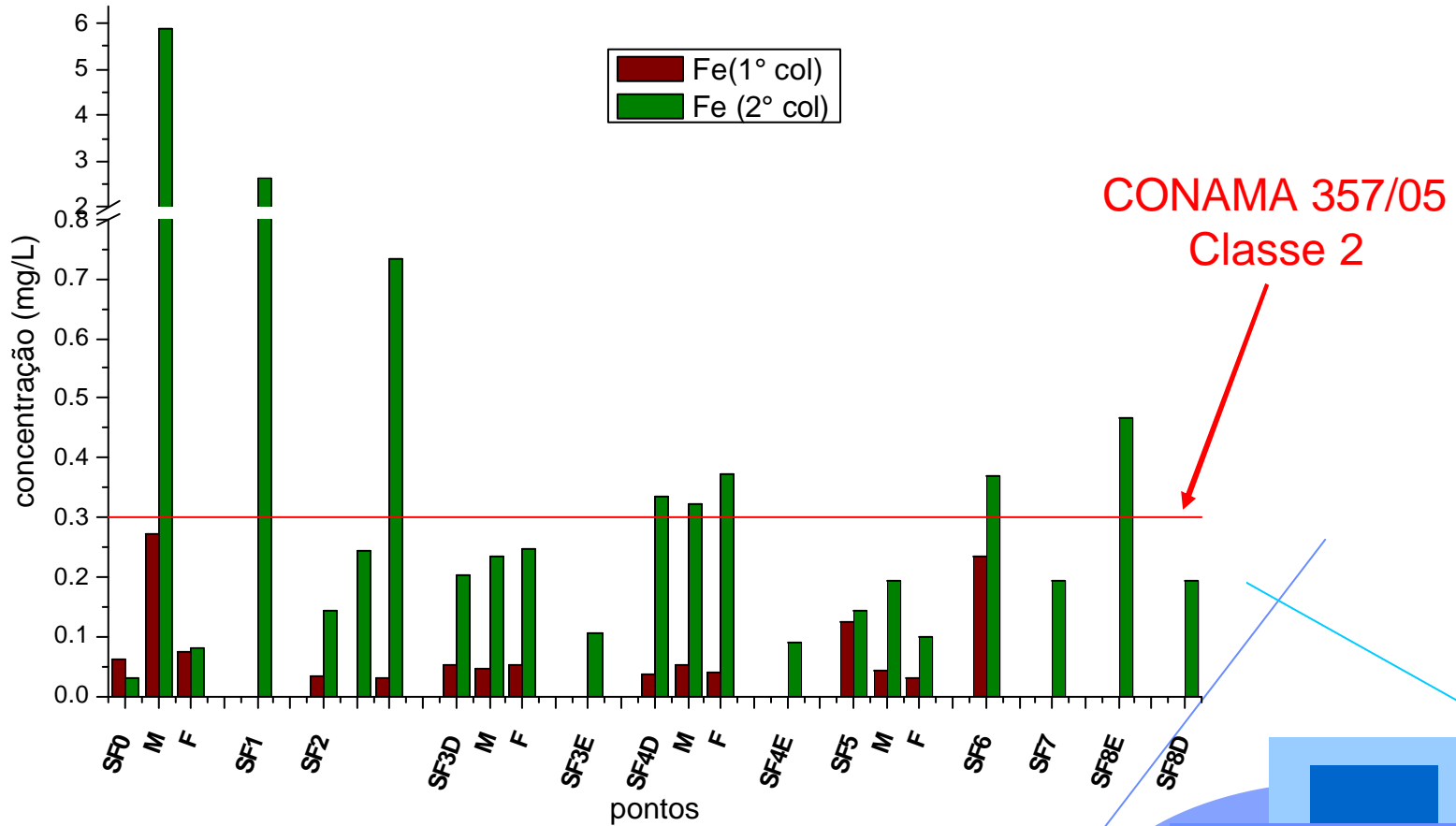
# Água



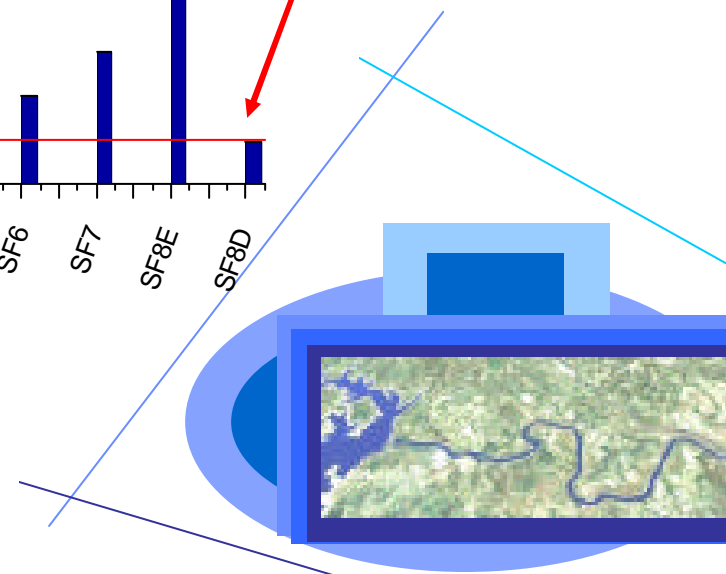
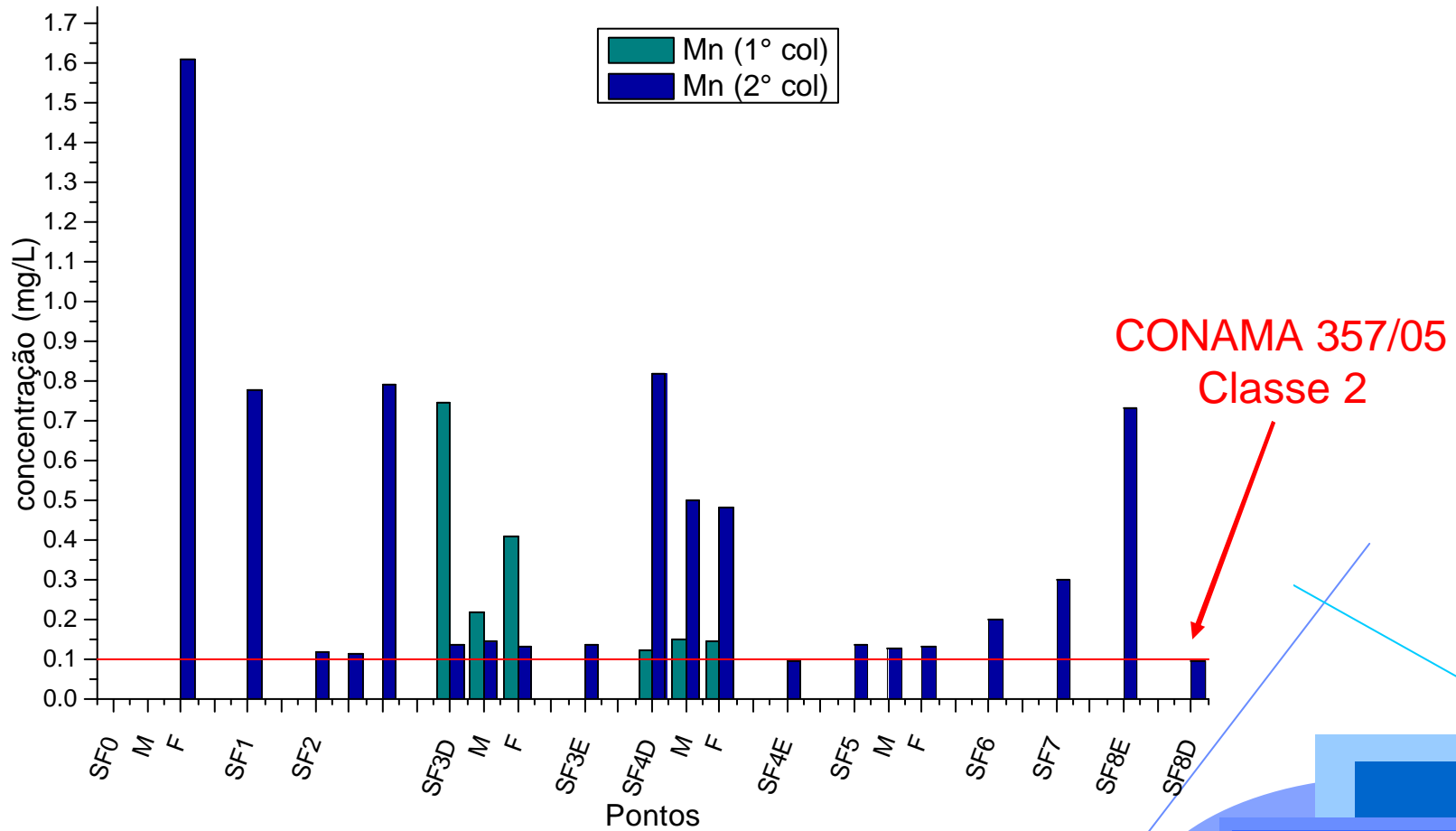
CONAMA 357/05  
Classe 2



# Água



# Água



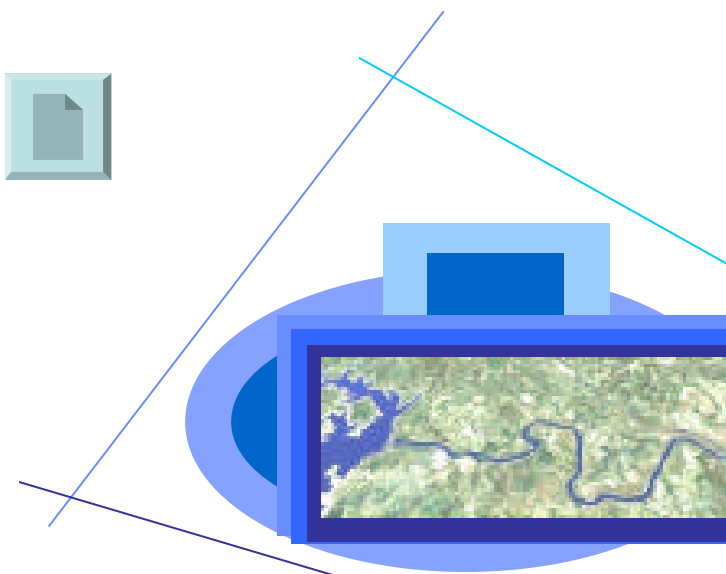


# Concentrações Máximas Observadas (mg/L)

## Violações dos Padrões de Qualidade Classe 2 – CONAMA 357/05

SF0	As (0,01)	Cr (0,16)	Mn (1,61)	Pb (0,0190)	Cu (0,013)	Fe (5,88)		
SF1	Cd (0,0013)	Mn (0,775)	Zn (0,227)	Cu (0,0098)	Fe (2,61)			
SF2	As (0,011)	Cd (0,011)	Cr (0,097)	Mn (0,792)	Pb (0,0220)	Cu (0,010)	Fe (0,733)	
SF3(D)	Mn (0,747)	Zn (0,215)	Cu (0,0092)					
SF3(E)	Mn (0,130)	Zn (0,196)	Cu (0,013)					
SF4(D)	Cd (0,087)	Mn (0,820)	Ni (0,061)	Pb (0,0130)	Cu (0,016)	Fe (0,373)		
SF4(E)	Mn (0,097)	Cu (0,016)						
SF5	Mn (0,134)	Cu (0,019)						
SF6	Mn (0,199)	Fe (0,368)						
SF7	Mn (0,299)	Cu (0,010)						
SF8(E)	Mn (0,731)	Pb (0,018)	Cu (0,016)	Fe (0,468)				
SF8(D)	Cu (0,010)							

Metallis/Metalóides	Classe 2 CONAMA 357/05 (mg/L)
As	0,01
Cd	0,001
Pb	0,01
Co	0,05
Cu (d)	0,009
Cr	0,05
Fe (d)	0,3
Mn	0,1
Hg	0,0002
Ni	0,025
Ag	0,01
Se	0,01





# Água

		As		Cr		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
0	S	< LQ	< 0,0020		< 0.050	< LQ	< 0.060	0,003	0,0026		< 0.020	< LQ	0,013	0,063	0,030
	M	< LQ	< 0,0020		< 0.050	< LQ	< 0.060	0,002	0,0066		< 0.020	< LQ	< 0.008	0,272	5,88
	F	< LQ	0,01		0,16	< LQ	1,61	0,003	0,0190		0,116	< LQ	< 0.008	0,075	0,079

		As		Cd		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
	S	< LQ	0,0034	< LQ	0,0013	< LQ	0,775	0,008	0,0055		0,227	< LQ	0,0098	< LQ	2,6

		As		Cd		Cr		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
	S	< LQ	< 0,0020	< LQ	0.0011		< 0.050	< LQ	0.116	0.002	0.0053		0.044	0.045	< 0.008	0.033	0.
	M	< LQ	< 0,0020	< LQ	0.00069		< 0.050	< LQ	0.113	0.002	0.0036		< 0.020	< LQ	0.010	< LQ	0.
	F	< LQ	0.011	< LQ	< 0.0002		0.097	< LQ	0.792	0.001	0.0220		0.074	< LQ	< 0.008	0.031	0.

		As		Cd		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
D)	S	< LQ	< 0,0020	< LQ	0.00025	0.747	0.137	0.001	0.0061		0.196	< LQ	0.0090	0.052	0.203
	M	< LQ	< 0,0020	< LQ	0.00032	0.22	0.143	0.002	0.0034		0.197	< LQ	0.012	0.045	0.234
	F	< LQ	0.002	< LQ	0.00042	0.409	0.133	0.001	0.0021		0.215	< LQ	0.0092	0.052	0.248

		Cd		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
(E)	S		0,00025		0,137		0,0061		0,196		0,013		0,105

		Cd		Mn		Ni		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
D)	S	< LQ	0.0112	0.122	0.820		0.061	0.002	0.0130		4.66	< LQ	< 0.008	0.038	0.335
	M	< LQ	0.087	0.151	0.501		< 0.020	0.001	0.057		2.28	< LQ	0.016	0.053	0.322
	F	< LQ	0.00590	0.145	0.483		< 0.020	0.002	0.0071		2.09	< LQ	< 0.008	0.041	0.373

		Mn		Pb		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
4(E)	S		0,097		0,0054		0,016		0,091

# Água (continuação)

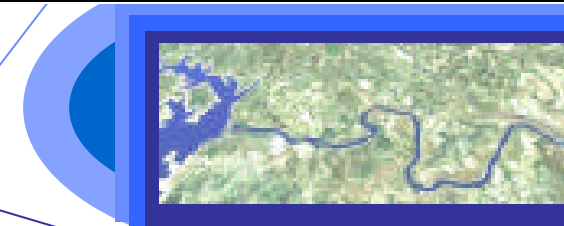
		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
	S	< LQ	0.134	0.002	0.0032		0.058	< LQ	< 0.008	0.125	0.144
	M	< LQ	0.126	0.002	0.0045		0.065	< LQ	< 0.008	0.042	0.195
	F	< LQ	0.129	0.003	0.0041		0.072	< LQ	0.019	0.031	0.098

		As		Mn		Pb		Zn		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
6	S	< LQ	0,0024	< LQ	0,199	0,002	0,0051		0,036	0,234	0,36

		Mn		Pb		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
7	S	< LQ	0,299	0,003	0,0072	< LQ	0,010	< LQ	0,194

		As		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
(E)	S	< LQ	0,0076	< LQ	0,731	0,004	0,018		0,084	< LQ	0,016	< LQ	0,46

		Mn		Pb		Zn		Cu		Fe	
		1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col	1° col	2° col
3(D)	S		0,097		0,0094		0,061		0,010		0,19



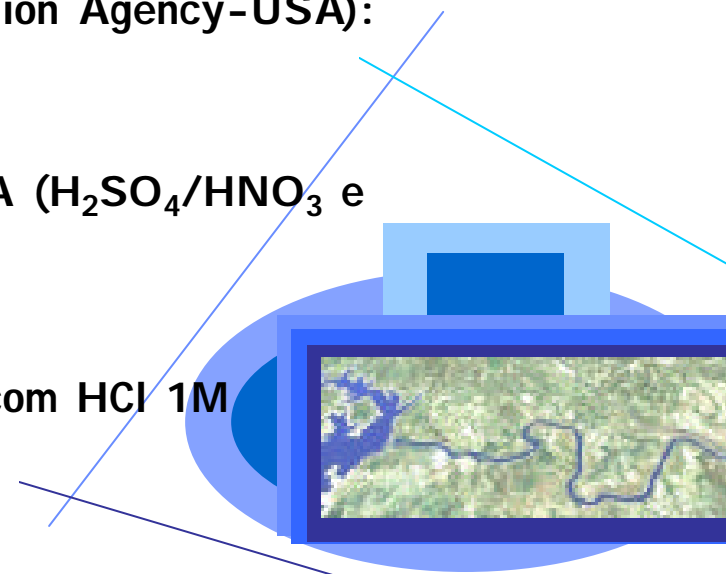
# Sedimento

- Sedimento superficial em todos os pontos ao longo do rio
- Represa de Três Maria: testemunhos curtos, sendo a base dos mesmos considerada como a “referência” (apesar de não se ter a datação da coluna sedimentar)
- Realizadas três tipos de extrações de frações biodisponíveis:

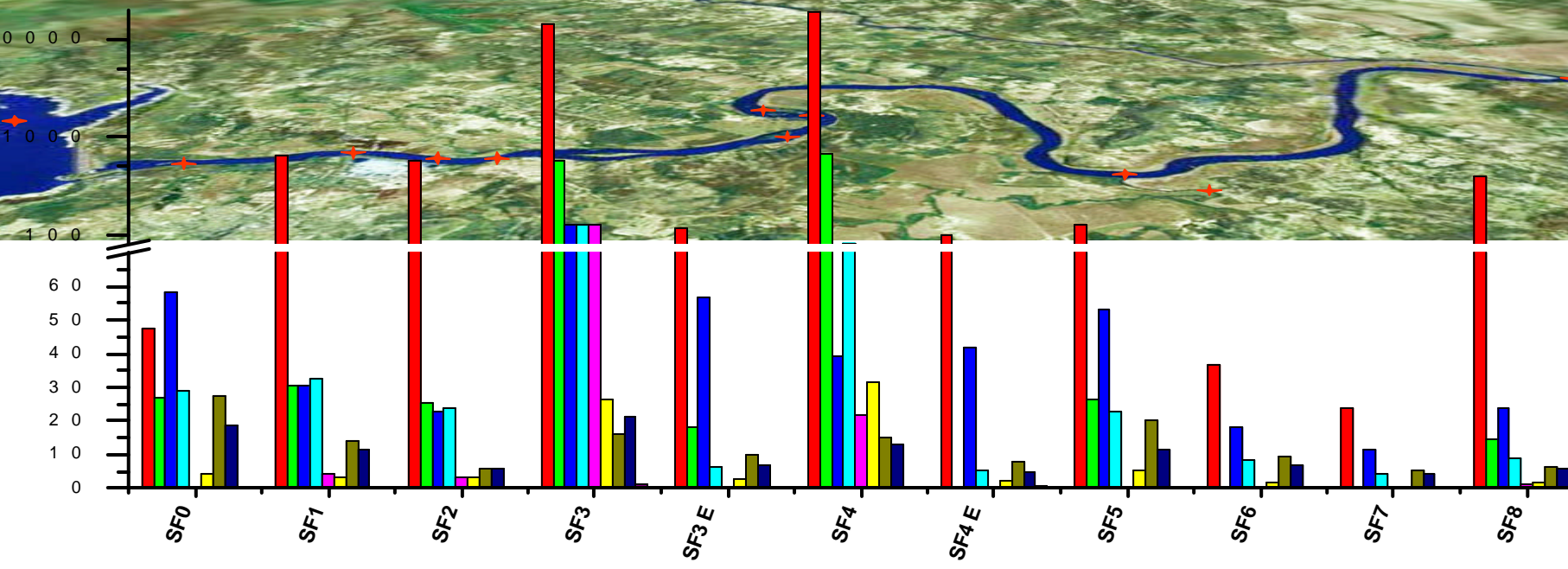
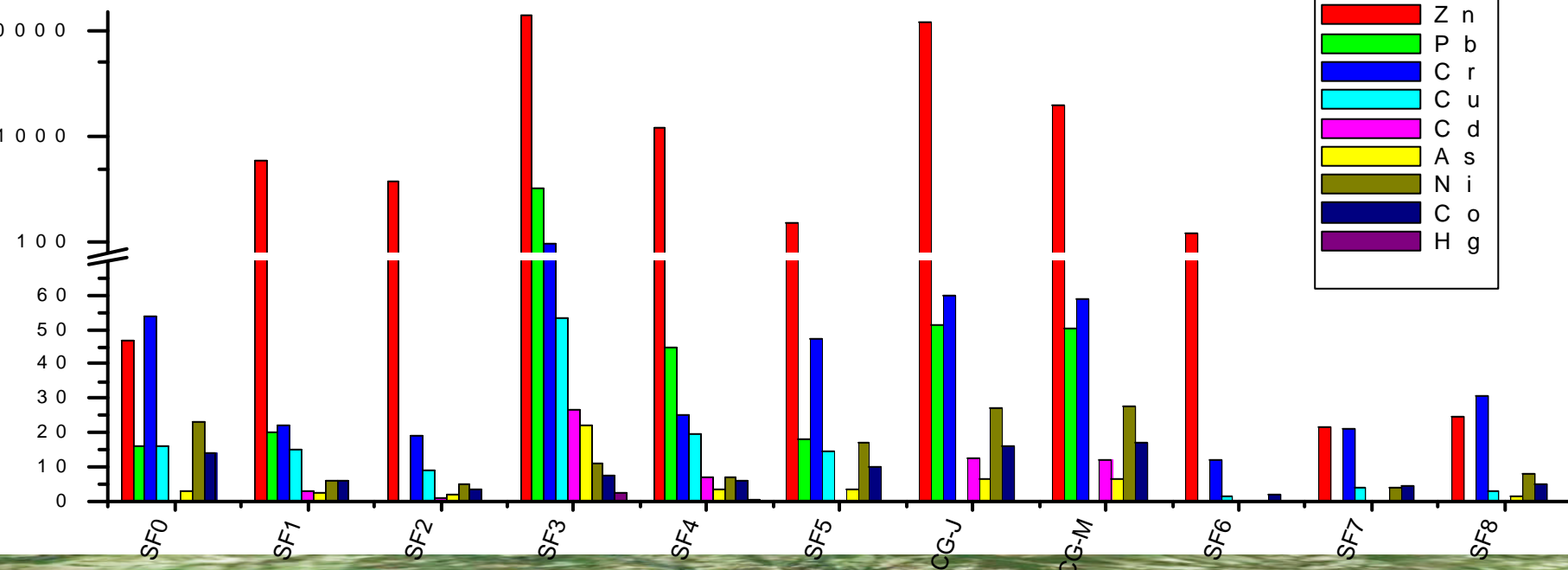
**(1) Extração de As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se & Zn: Método 3050B USEPA (Environmental Protection Agency-USA): extração com  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$**

**(2) Extração de Hg: Método 245.6 da USEPA ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$  e permanganato de potássio)**

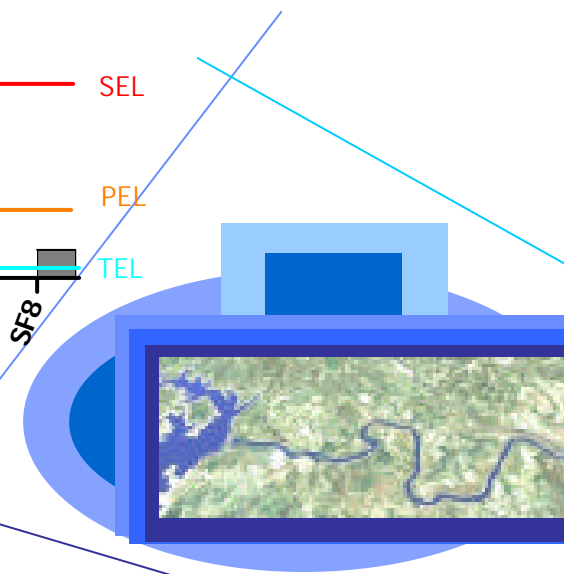
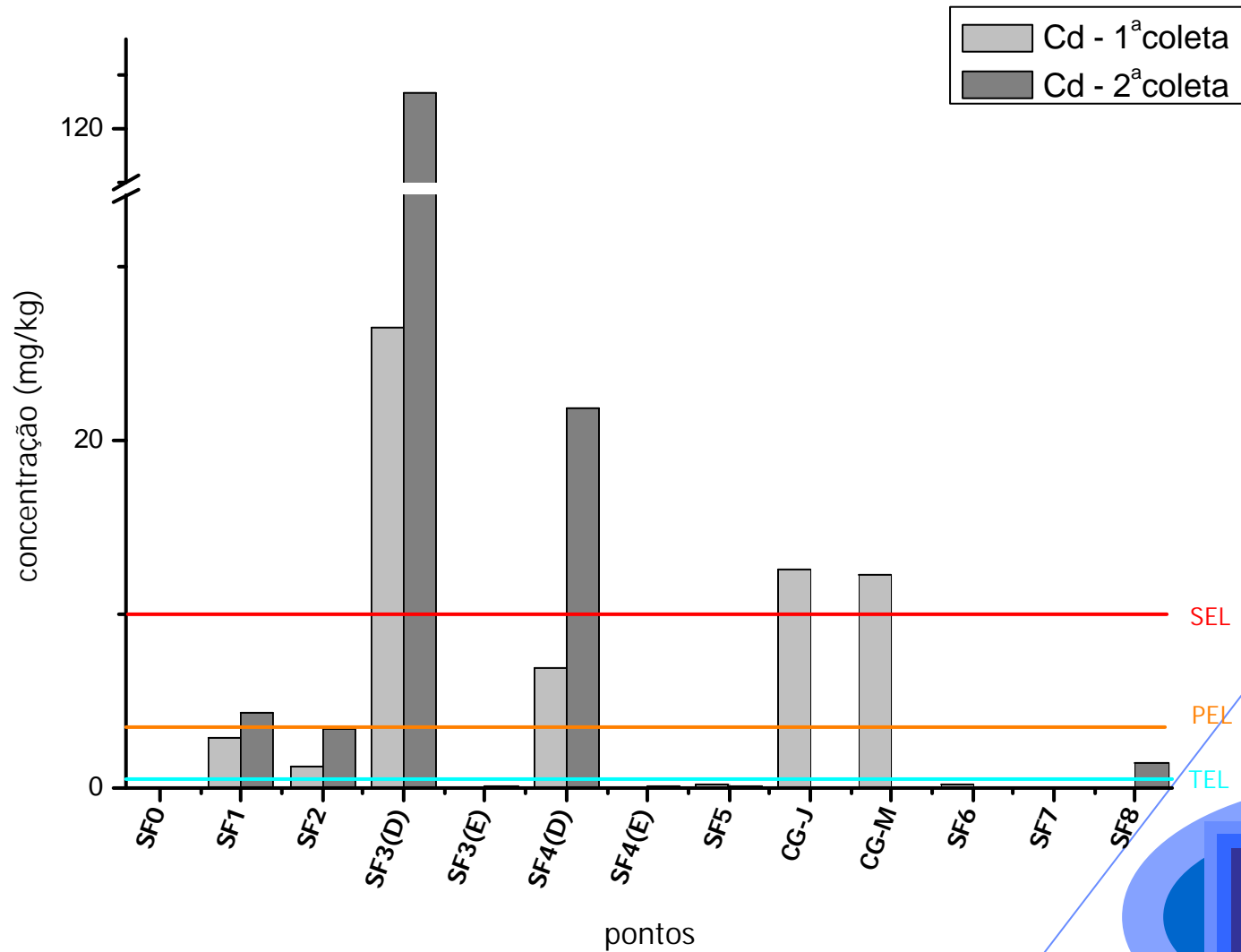
**(3) Extração de: Cd Cr Ni Pb Zn: Extração com  $\text{HCl}$  1M do SVA/MES (Allen et al., 1998)**



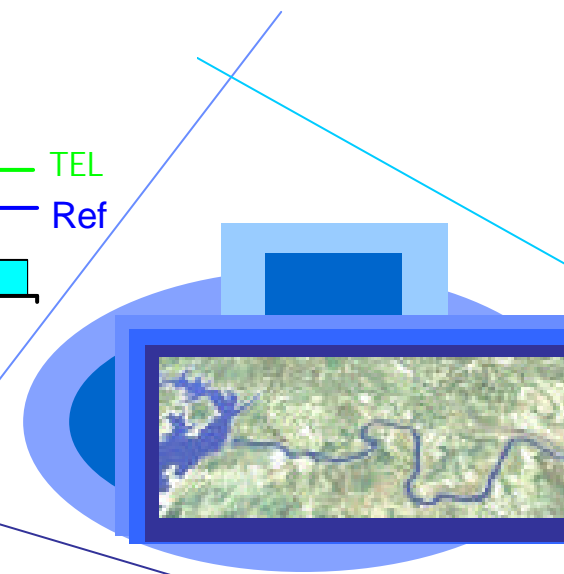
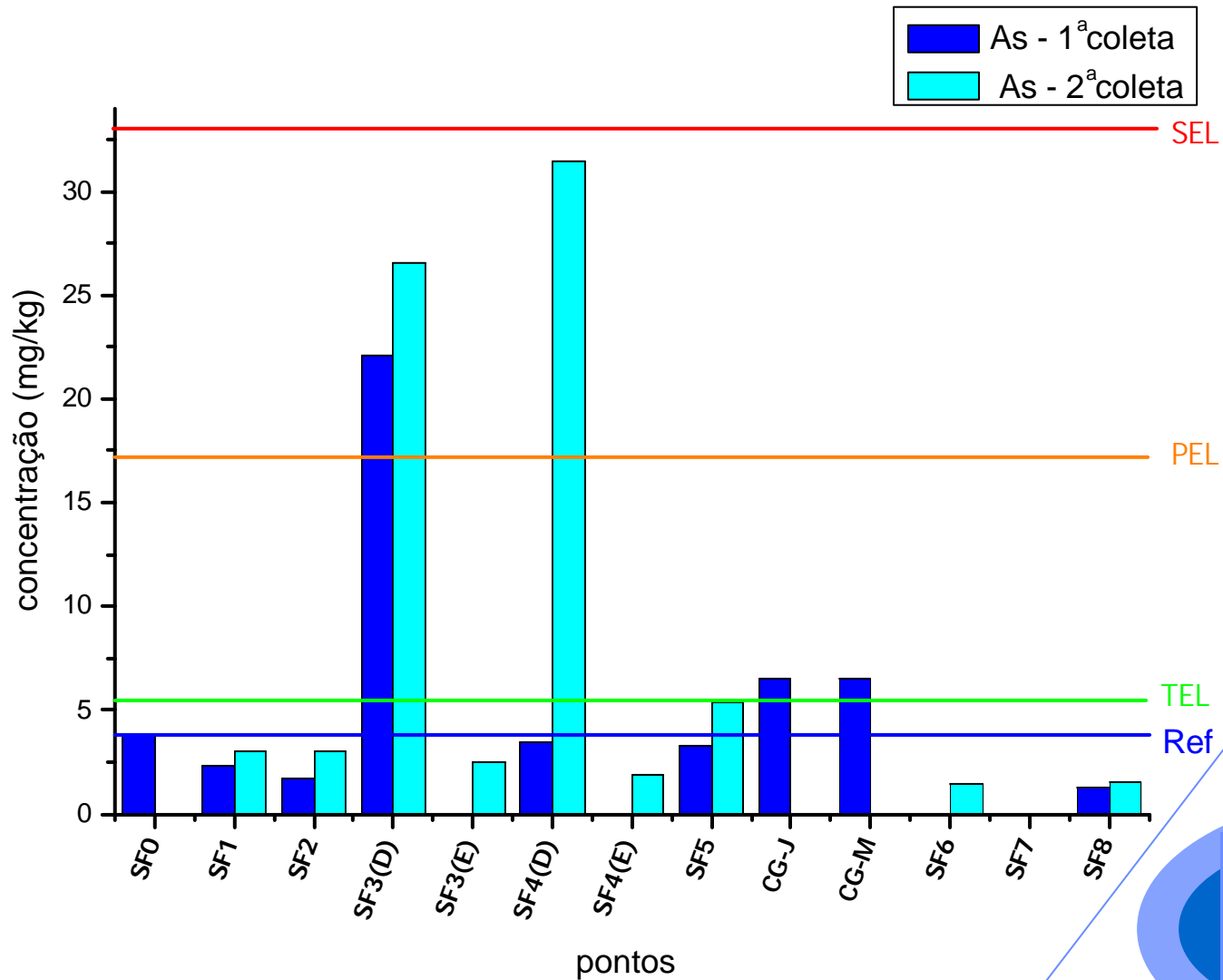
Perfil metais - 1ª coleta



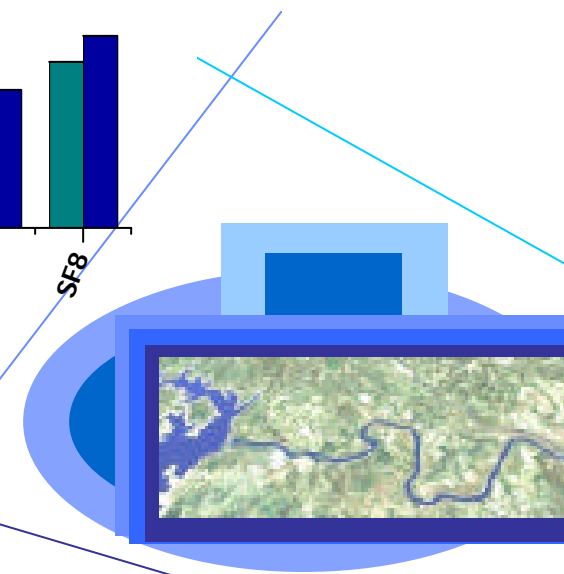
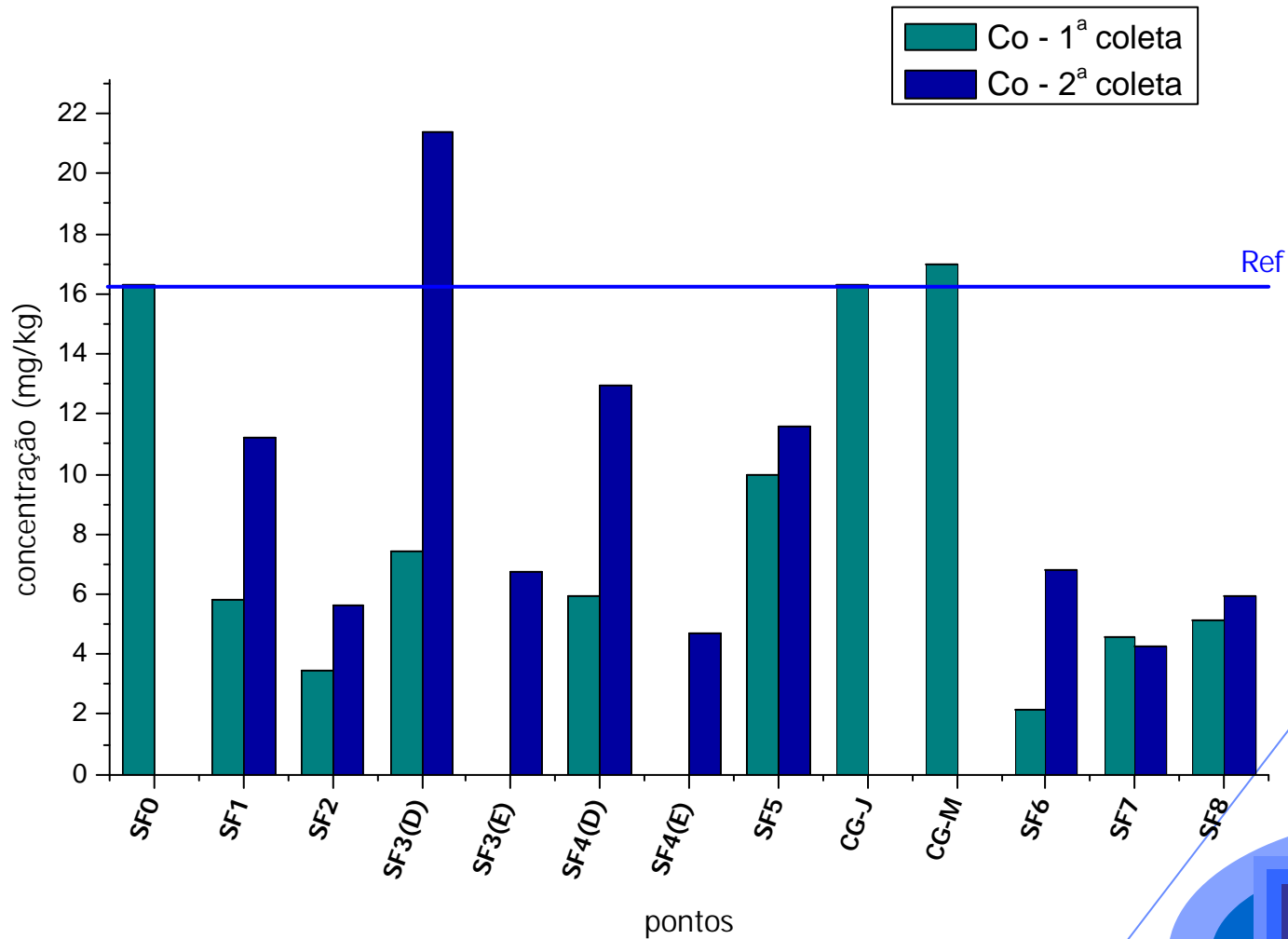
# Metais no Sedimento



# Metais no Sedimento

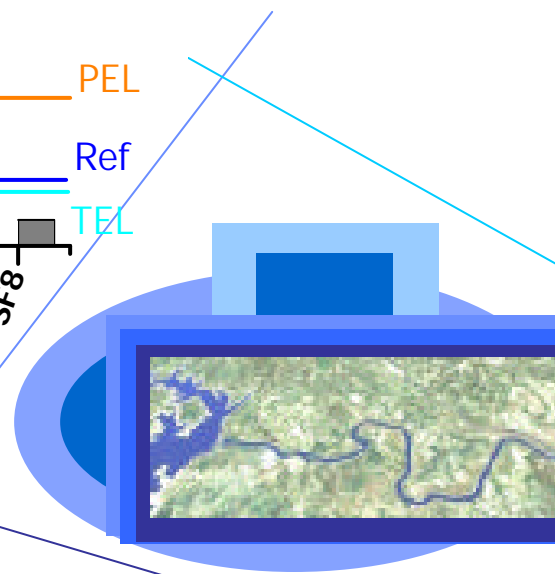
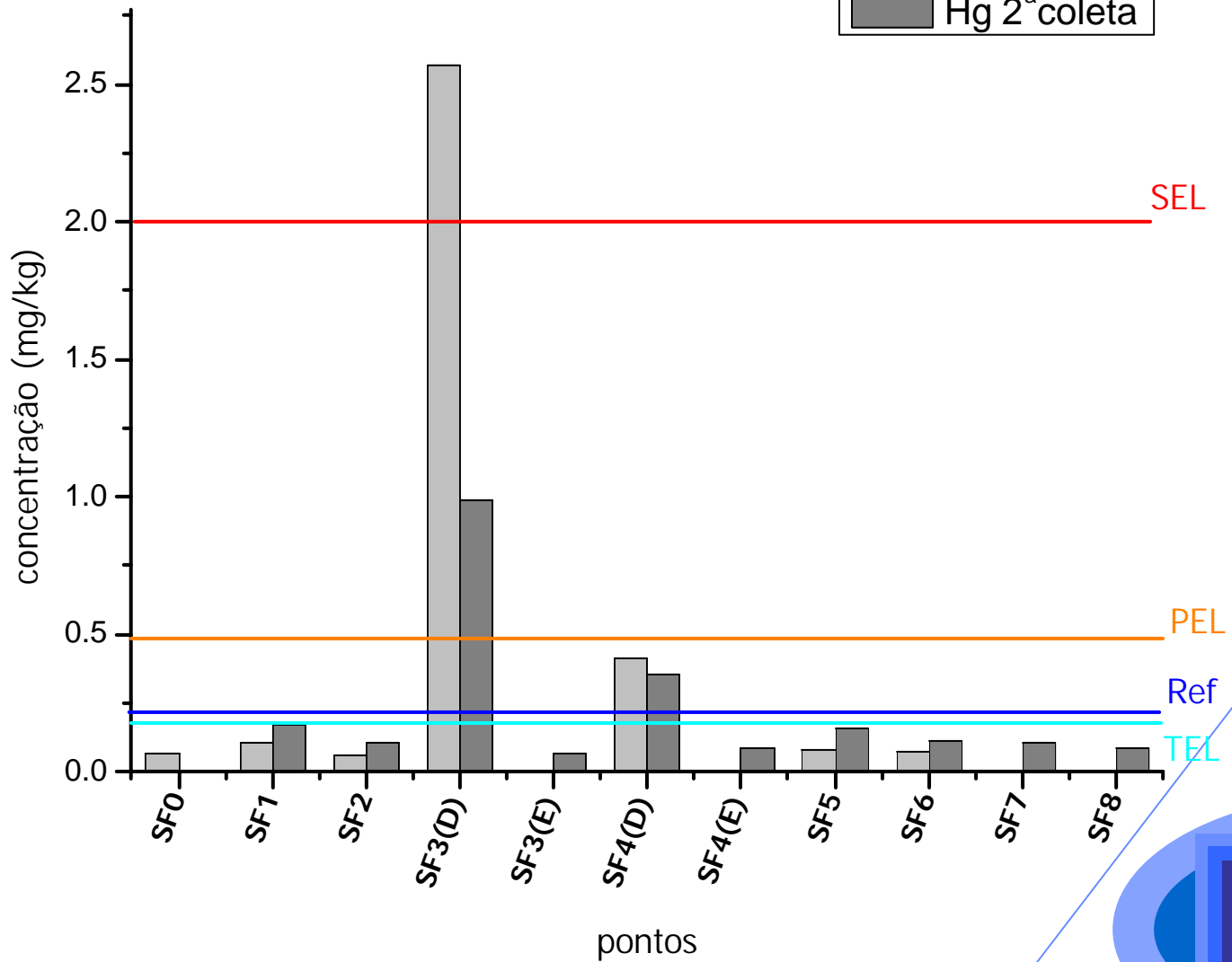


# Metais no Sedimento



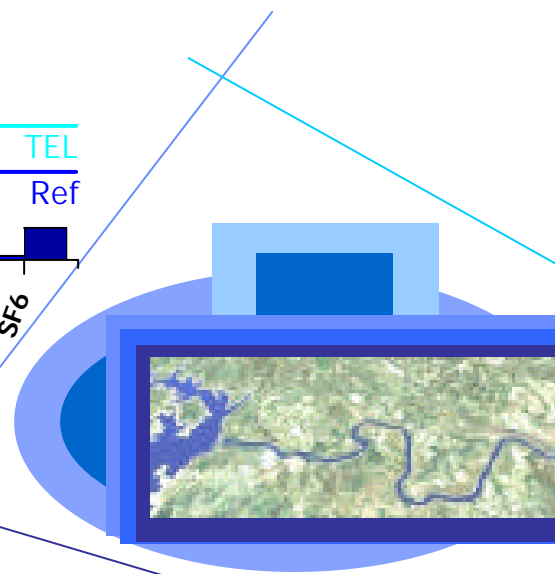
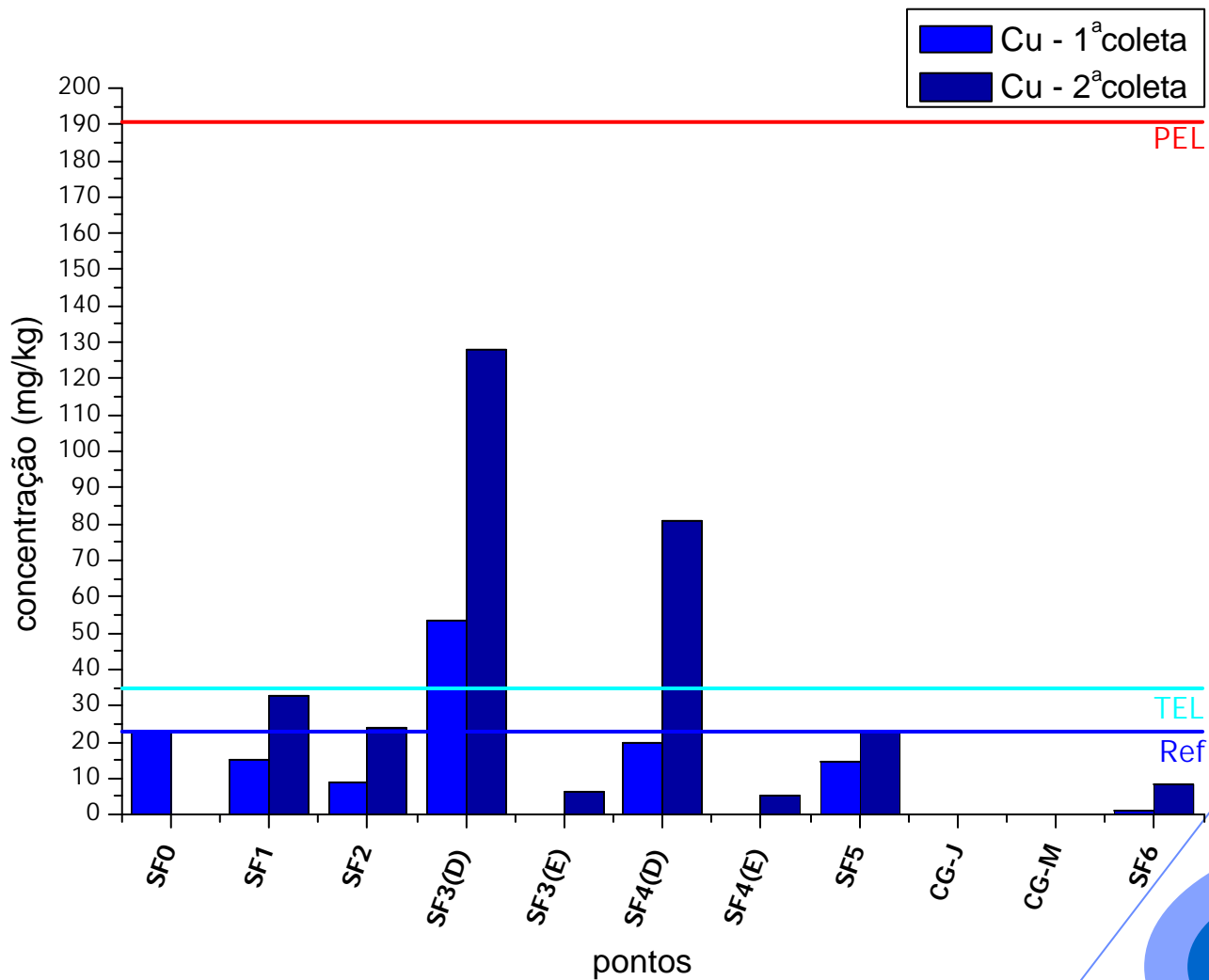
# Metais no Sedimento

Hg 1ª coleta  
Hg 2ª coleta

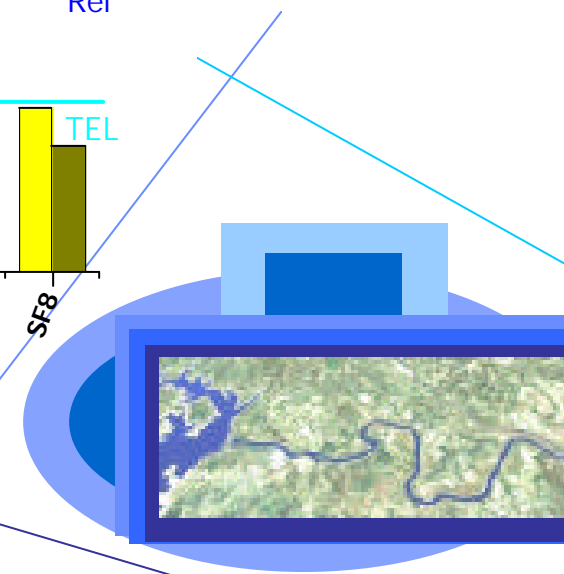
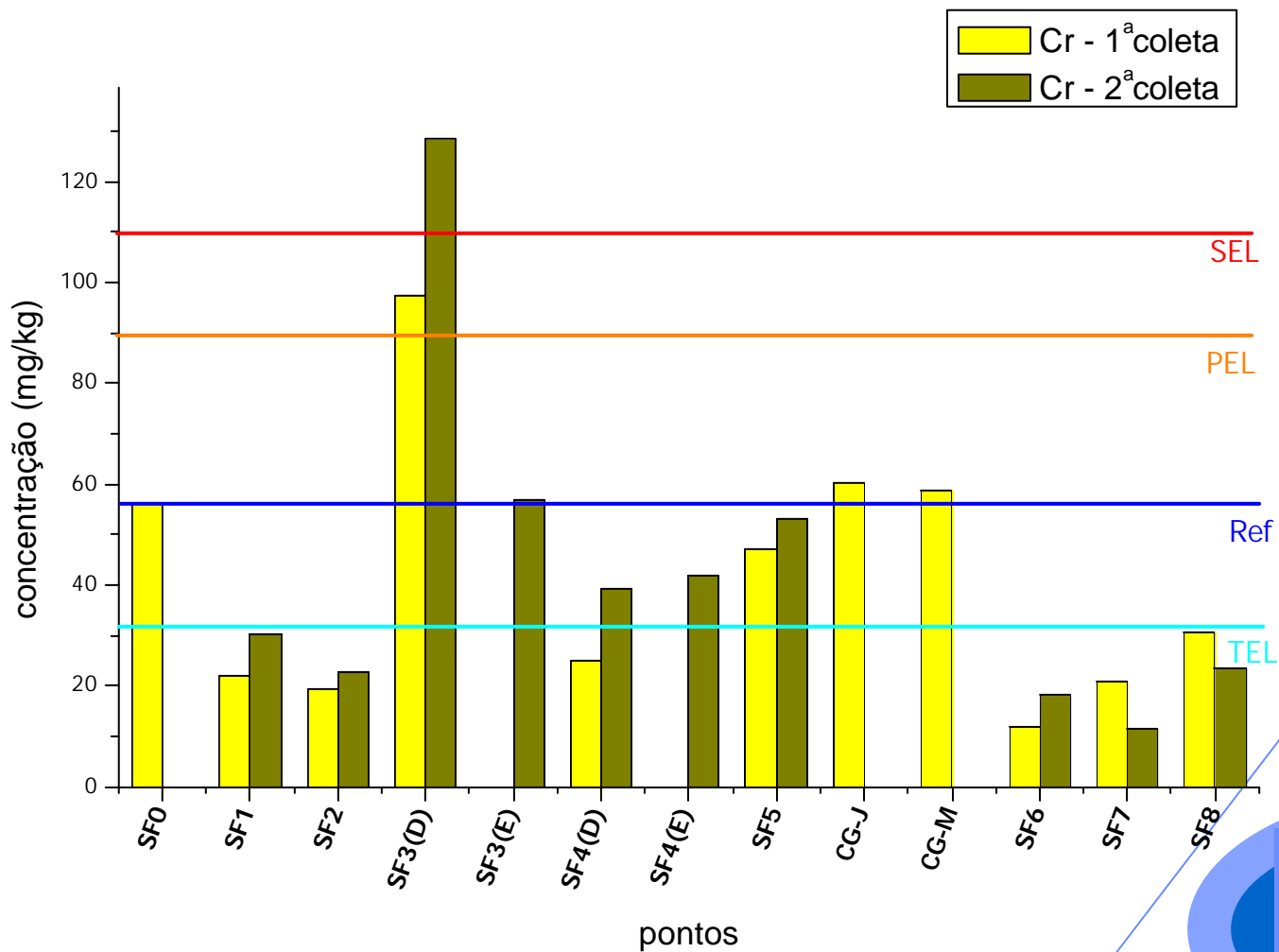




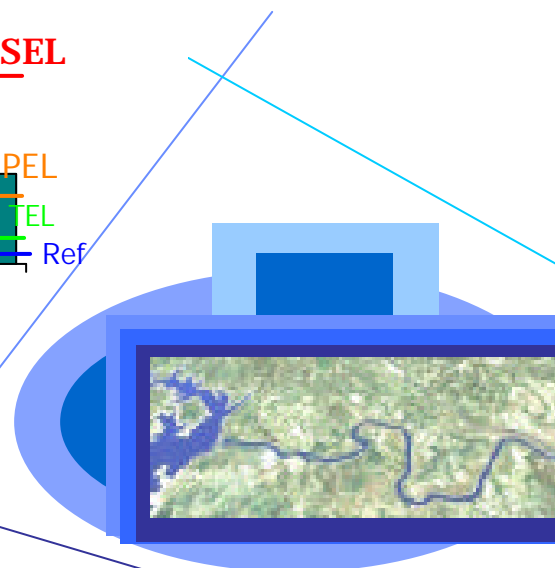
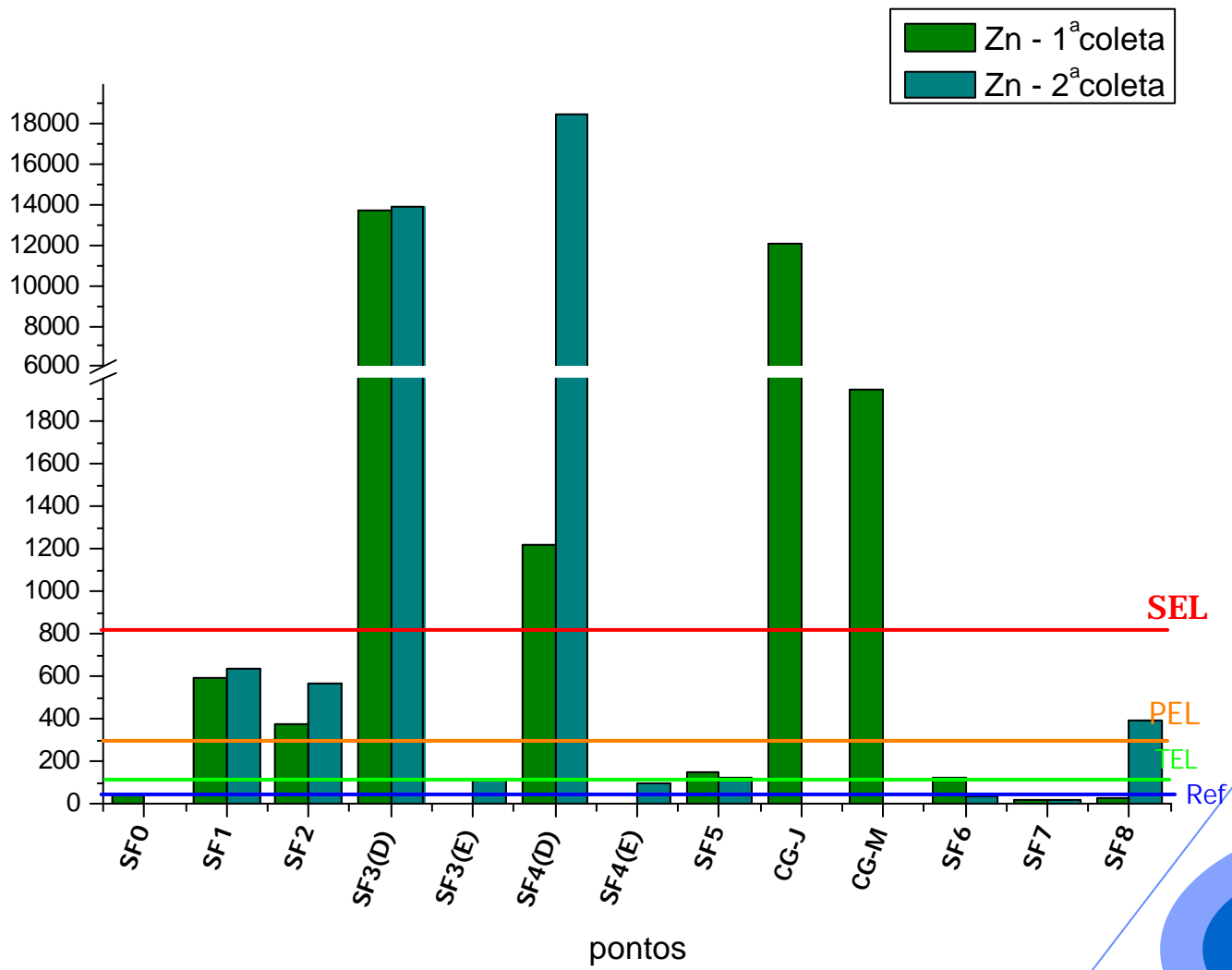
# Metais no Sedimento



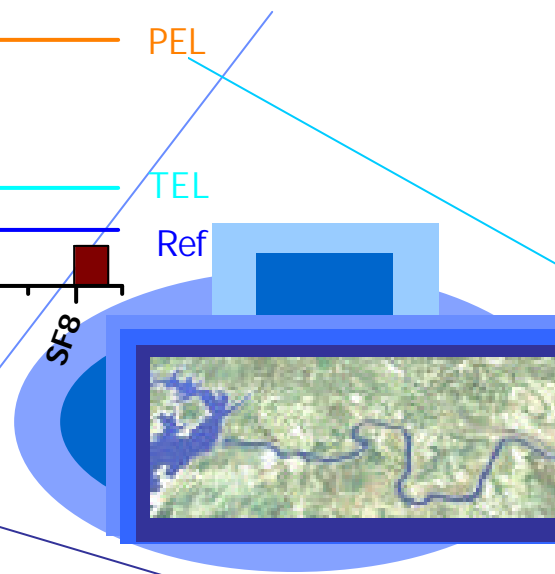
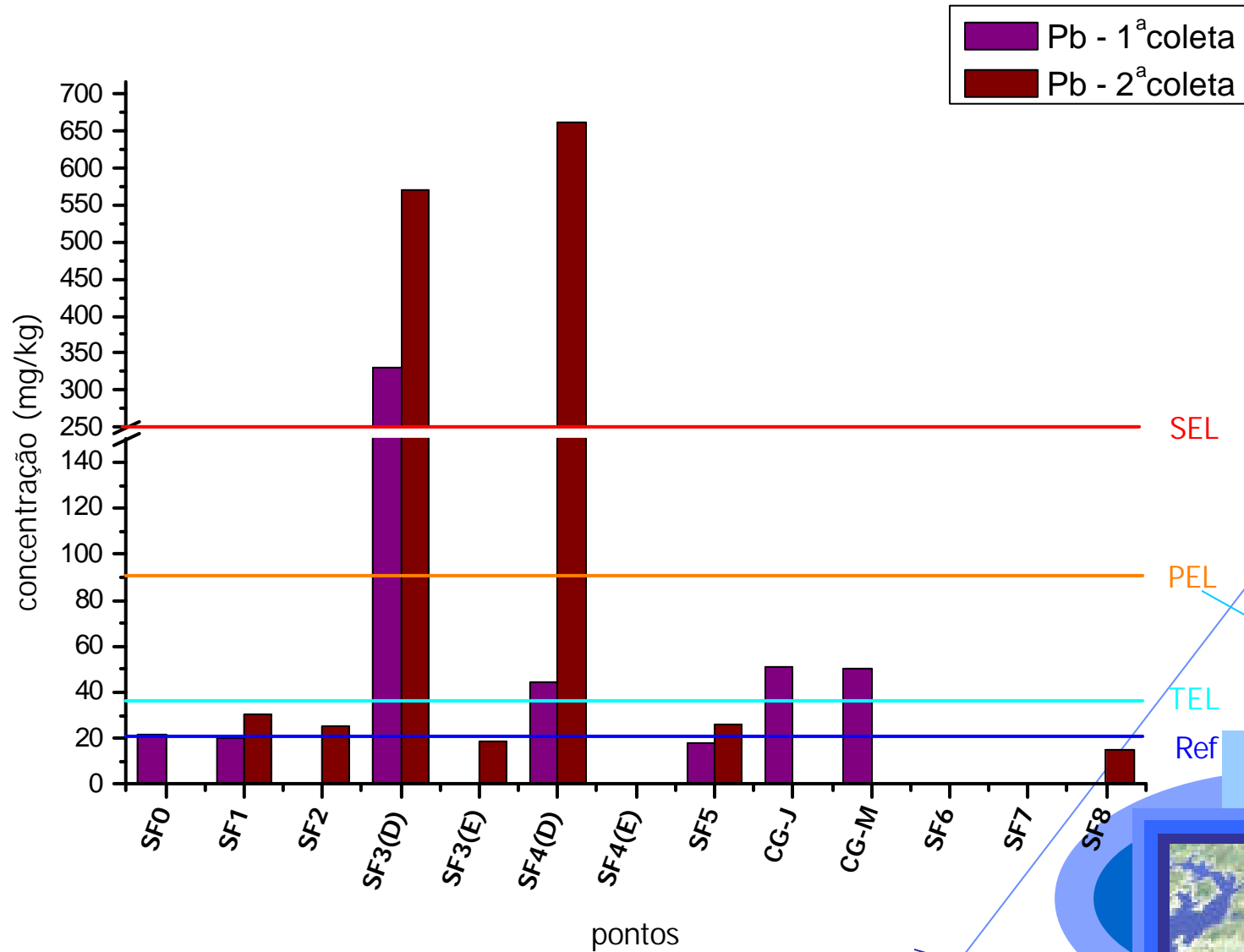
# Metais no Sedimento



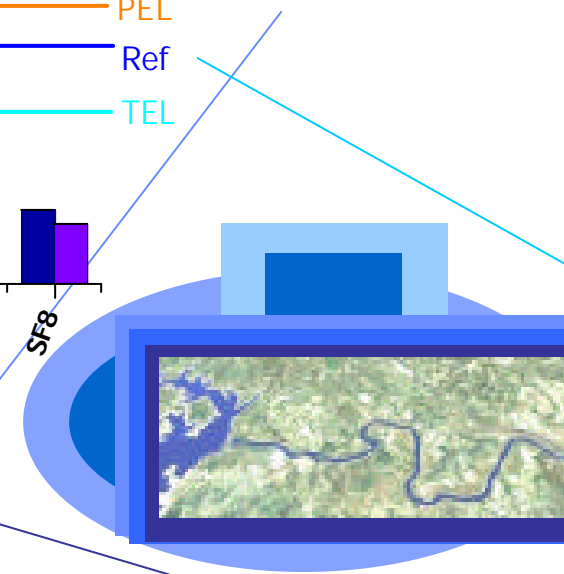
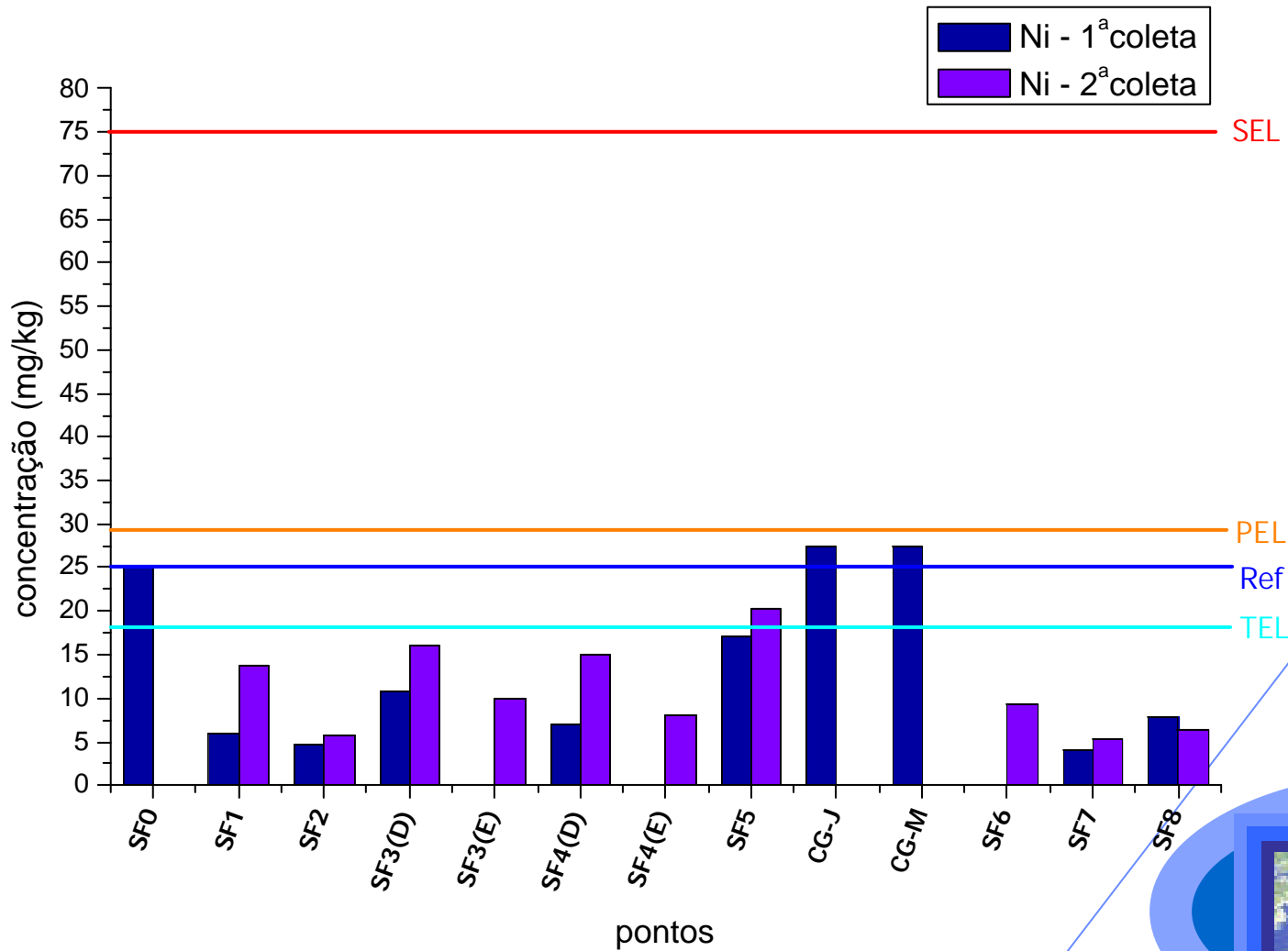
# Metais no Sedimento



# Metais no Sedimento

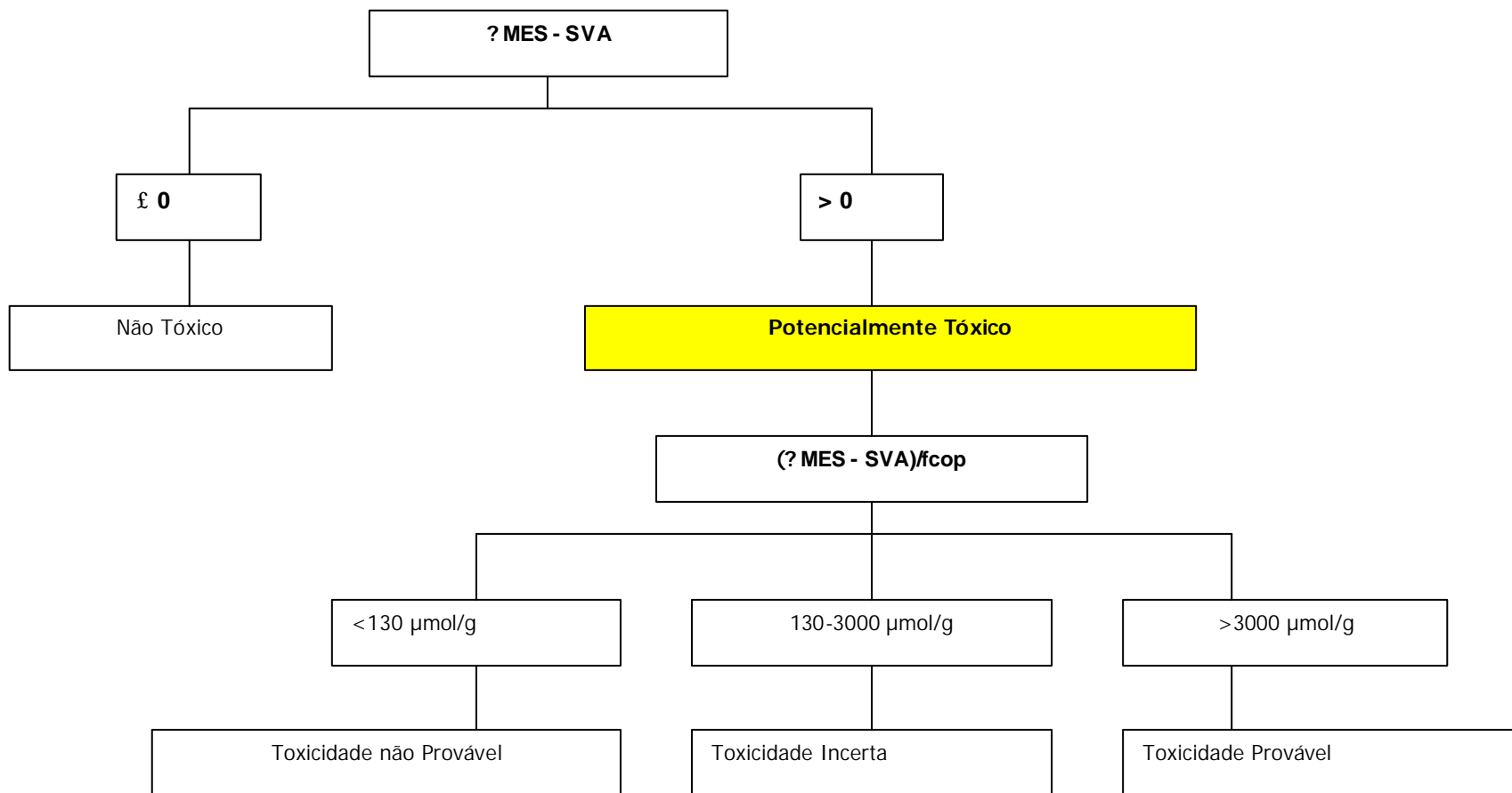


# Metais no Sedimento



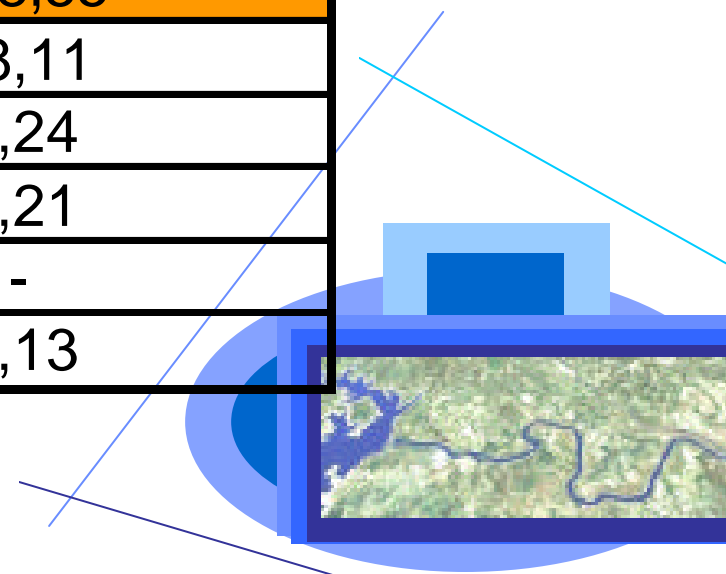
# VGQSs para Proteção da Vida Aquática

SVA/MES: Sulfetos Volatilizáveis por Acidificação e Metals Simultaneamente Extraídos



# VGQS do SVA/MES - Resultados

	?MES - SVA ( $\mu\text{mol/g}$ )	(?MES - SVA)/fcop ( $\mu\text{mol/g}$ )
SF0	0,90	0,50
SF1	2,97	2,73
SF2	3,94	3,73
SF3(D)	139,07	632,11
SF3(E)	1,33	3,80
SF4(D)	188,55	188,55
SF4(E)	8,37	18,11
SF5	1,24	1,24
SF6	0,21	0,21
SF7	0,00	-
SF8(D)	3,13	3,13

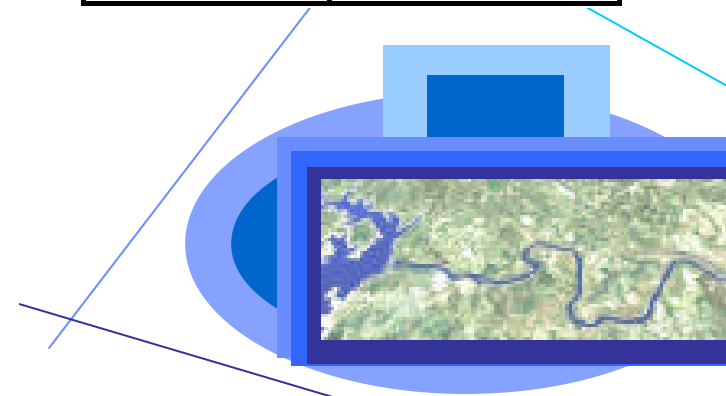


# VGUTAI: Valor-Guia de Unidades Tóxicas de Águas Intersticiais

$$VGUTAI = [Mi]/[FCVi]$$

- **[Mi]** = concentração de metal *i* dissolvido na água intersticial
- **[FCVi]** = concentração do metal que provoca mortalidade de 50% dos organismos testes (CL50).

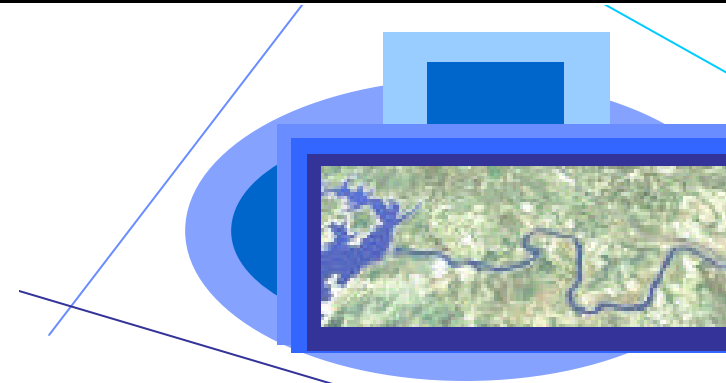
Final Chronic Value (FCV) USEPA	
Metais	FCV(mg/L)
<b>Cd</b>	0,6
<b>Cu</b>	6,3
<b>Pb</b>	1,0
<b>Ni</b>	87,0
<b>Zn</b>	58,0





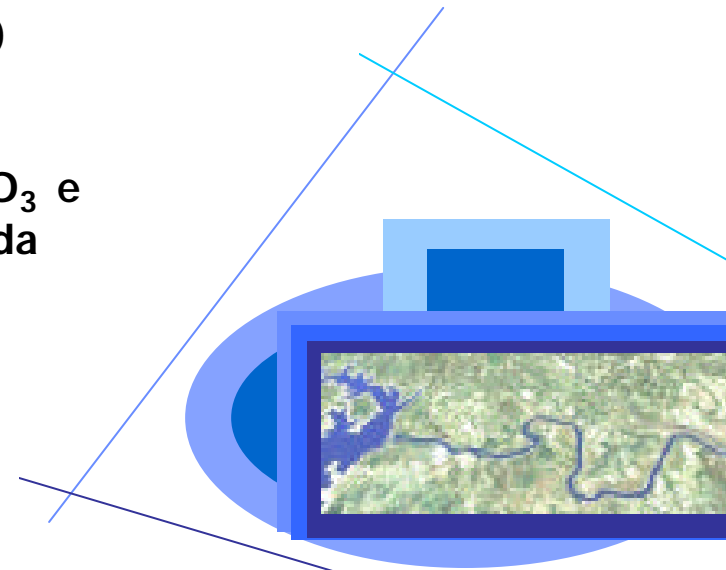
## VGQS da Água Intersticial- Resultados

	VGUTAI Cd	VGUTAI Cu	VGUTAI Ni	VGUTAI Pb	VGUTAI Zn	?VGUTAI
SF0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0810	0,081
SF1	0,23	0,000	0,000	0,290	0,162	0,682
SF2	0,035	0,000	0,000	0,20	0,000	0,235
SF3 (D)	3,33	0,000	0,000	0,000	0,776	4,106
SF3 (E)	0,000	0,000	0,000	0,14	0,000	0,140
SF4 (D)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,102	0,102
SF4 (E)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SF5	0,000	0,000	0,000	0,16	0,0448	0,205
SF6	0,103	0,000	0,000	0,31	0,0552	0,468
SF7	0,000	0,000	0,000	0,10	0,0414	0,141
SF8 (D)	0,55	0,000	0,000	0,86	0,448	1,858



# Peixes

- Plano amostral: **Curimatã Pacu, Mandi, Trairão**
- Espécies selecionadas com apoio do Dr. Sato/CODEVASF.
  - Critério de seleção: que a espécie habitasse o rio e represa
- Coleta realizada pelos pescadores de Três Marias e região
- Extrações de metais:
  - Metais **As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn**: Extração pelo Método 3050B da USEPA (extração com  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ )
  - **Hg**: Extração pelo Método do  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$  e permanganato de potássio. Método 245.6 da USEPA



# QA-QC para Peixes: Extração & Análise de Padrão Certificado de Biota(\*)

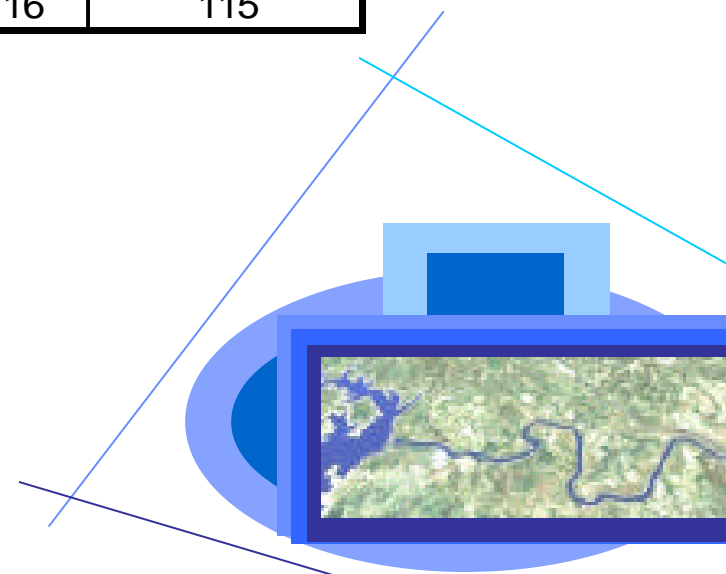
	LD (mg/kg)	Padrão	Leitura padrão	Recuperação (%)
<b>As</b>	0.1	8,878 ± 0,921	<LD	-
<b>Cd</b>	0.5	0,179 ± 0,003	<LD	-
<b>Co</b>	2.5	0,48 ± 0,13	<LD	-
<b>Cr</b>	2.5	3,91 ± 0,47	<LD	-
<b>Cu</b>	0.5	9,42 ± 0,52	<LD	-
<b>Ni</b>	1	6,06 ± 0,24	<LD	-
<b>Pb</b>	0.04	2,27 ± 0,13	1,19	52
<b>Se</b>	0.25	1,78 ± 0,16	<LD	-
<b>Zn</b>	2.5	135 ± 5	114,6	85
<b>Hg</b>	0.025	0,101 ± 0,004	0,116	115

(\*) Padrão NIST nº 2977

Métodos de Extração: Hg: USEPA 245.6

Demais metais: USEPA 3050B

Observação: o método empregado para extração dos metais exceto Hg, não apresentou uma recuperação satisfatória, como ser visto acima. As análises do padrão certificado serão repetidas usando-se um método de extração mais apropriado. Portanto, os dados apresentados a seguir, serão substituídos em futuro próximo.



# Mandi

N° de exemplares capturado por ponto:										
SF0	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF7	SF8	N total	Tamanho médio (cm)	Amplitude de tamanho (cm)
1	4	1	1	3	2	1	1	14	24,3	17,0-32,3

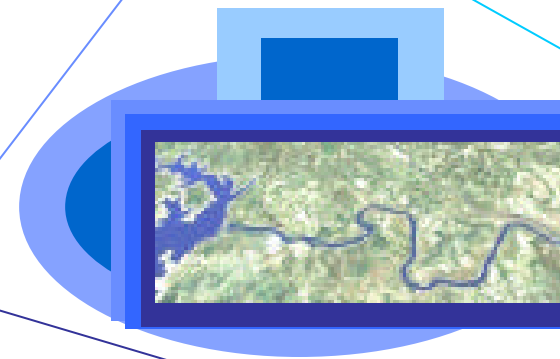
Exemplares com níveis detetáveis:	N	Concentração média (mg/kg)	Amplitude de concentração (mg/kg)
<b>Pb</b> (LD < 0,04)	5	0,31 ± 0,28	0,05 - 0,80
<b>Zn</b> (LD < 2,5)	10	3,8 ± 0,7	2,6- 5,1
<b>Hg</b> (LD < 0,025)	13	0,200 ± 0,110	0,060 - 0,386

SF0	
Concentração (mg/kg)	
Pb	<LD
Zn	<LD
Hg	0,239

## Limites de Tolerância da ANVISA 685/98

Hg - 0,5 mg/kg

Pb - 2,0 mg/kg



# Corimba Pacu

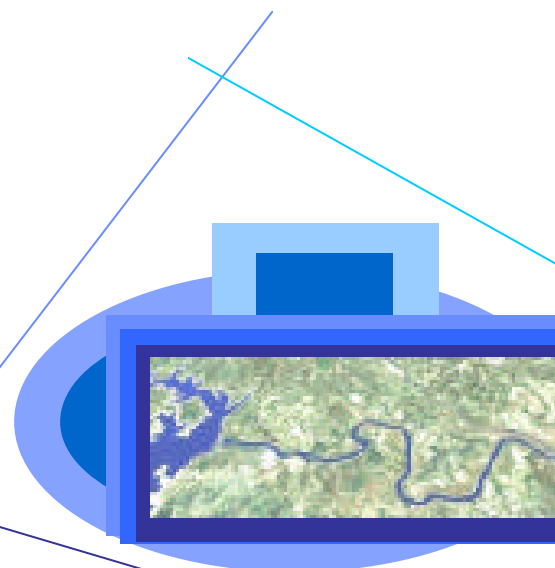
N° de exemplares capturado por ponto:											
SF0	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	Total	Tamanho médio (cm)	Amplitude de tamanho (cm)
3	1	2	3	6	2	4	3	1	25	26,0	20,2-36,0

Exemplares com níveis detetáveis:	N	Concentração média (mg/kg)	Amplitude de concentração (mg/kg)
<b>Pb</b> (LD < 0,04)	15	0,26 ± 0,19	0,05 - 0,80
<b>Zn</b> (LD < 2,5)	22	3,5 ± 0,9	2,6 - 5,1
<b>Hg</b> (LD < 0,025)	12	0,056 ± 0,038	0,060 - 0,386

SFO	
Concentração (mg/kg)	
Pb	0.25
Zn	2.9
Hg	<LD

**Limites de Tolerância da ANVISA 685/98**

Hg - 0,5 mg/kg  
Pb - 2,0 mg/kg



# Trairão

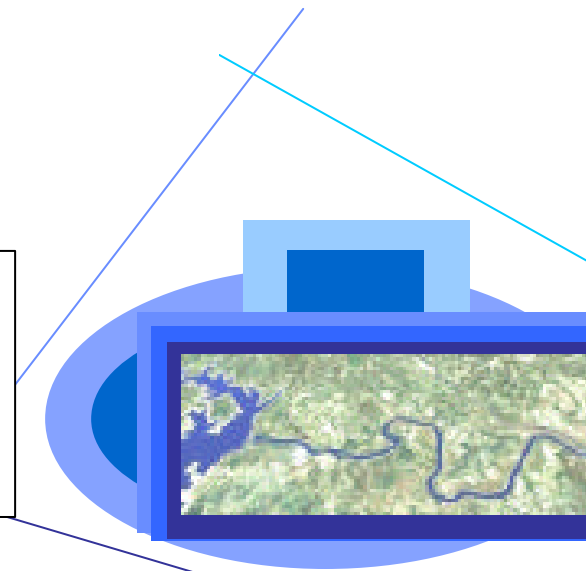
N° de exemplares capturado por ponto:											
SF0	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	Total	Tamanho médio (cm)	Amplitude de tamanho (cm)
1	2	2	2	3	2	1	1	1	15	42,7	31,4-57,0

Exemplares com níveis detetáveis:	N	Concentração média (mg/kg)	Amplitude de concentração (mg/kg)
<b>Pb</b> (LD < 0,04)	15	0,97 ± 1,85	0,05 - 4,28
<b>Zn</b> (LD < 2,5)	22	5,0 ± 2,7	2,6 - 5,1
<b>Hg</b> (LD < 0,025)	12	0,388 ± 0,221	0,060 - 0,386

SF0	
Concentração (mg/kg)	
Pb	<LD
Zn	<LD
Hg	0.424

**Limites de Tolerância da ANVISA 685/98**

Hg - 0,5 mg/kg  
Pb - 2,0 mg/kg



# Biomarcadores de Exposição estudo preliminar\*

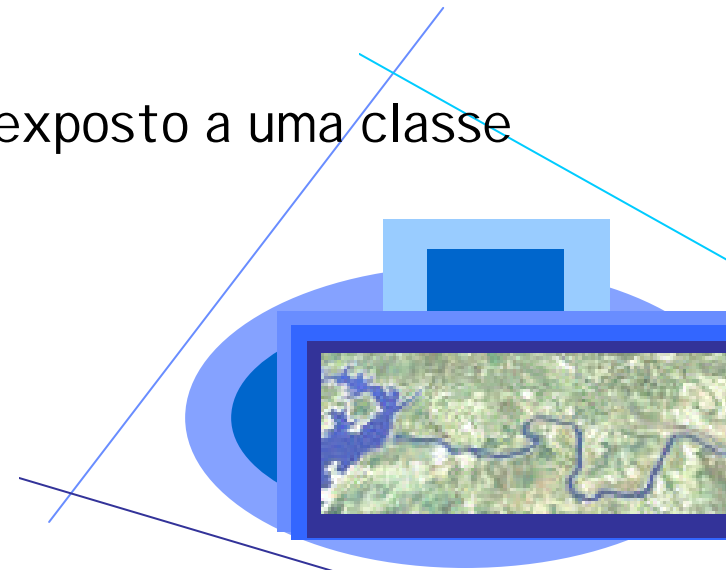
## Metalotionina: proteína capaz de se ligar a metais

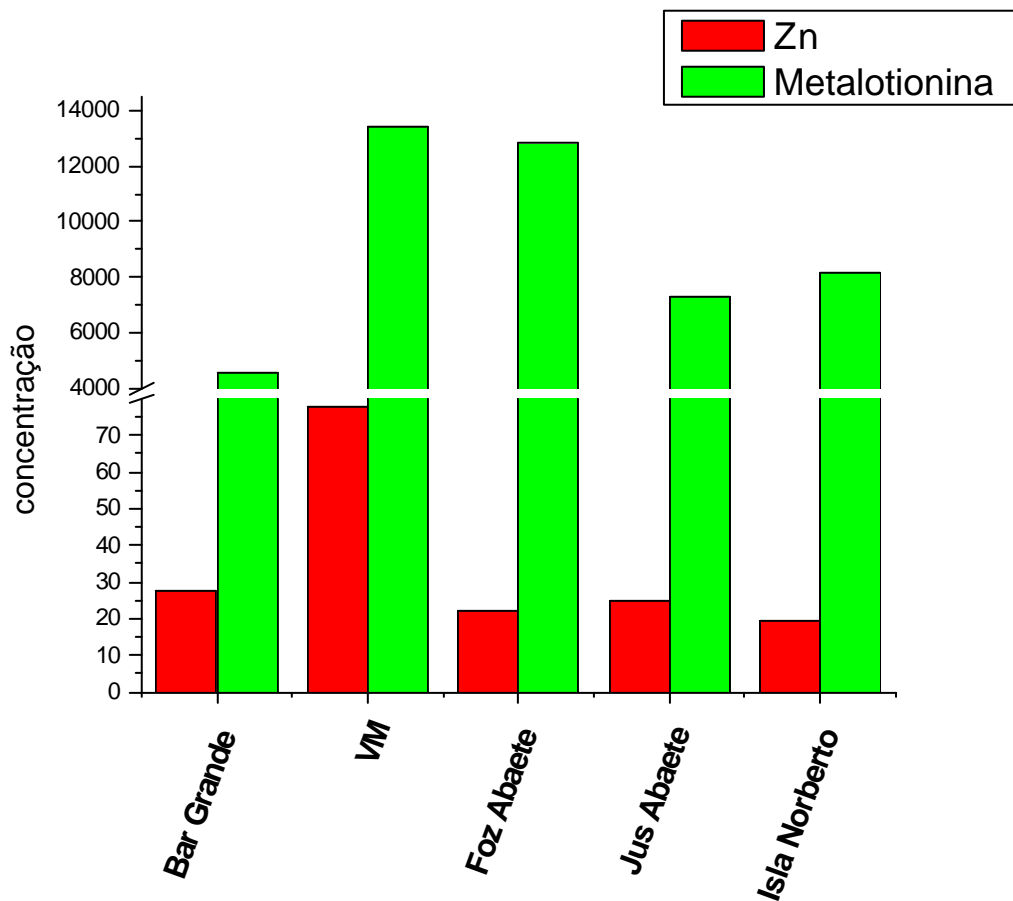
- aumento da sua produção é induzida pelo aumento na concentração de metais (Cd, Cu, Hg, Zn, Co, Bi, Ni e Ag) e também por variação de outros fatores: sexo e maturação, temperatura,...

## Acetilcolinesterase: enzima encontrada no cérebro dos peixes

- sua produção diminui quando o peixe é exposto a uma classe específica de pesticidas.

\* Esta parte do estudo foi realizada na Universidade de Manitoba - Canadá em maio 2006 por Erida F A Silva (UFSCar) e Marcos Vinícius Gomes (Codevasf) com financiamento da WFT/CI DA

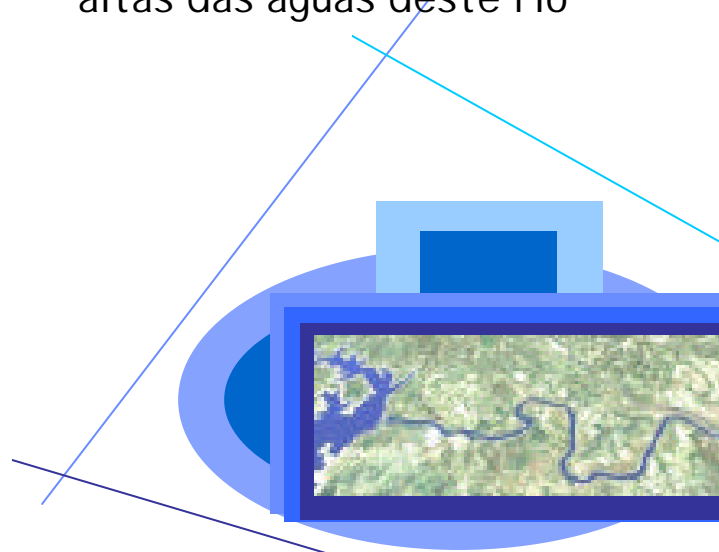




Isla Norberto: Sítio de Referência do estudo

- Os dados indicam que os peixes estão respondendo a presença de metais no ambiente, pois no ponto VM, altas concentrações de Zn foram detectadas concomitantemente a altos valores de metalotionina.

- No caso da foz do Abaeté acredita-se que a resposta se deve a temperaturas mais altas das águas deste rio





# Considerações Finais

## 1) a questão de potabilidade

- Esta questão está amarrada à Portaria N° 518/04 da ANVISA e não cabe nesta discussão, mesmo porque ela é aplicável a águas após tratamento. E, as águas do trecho do rio em questão são, indiscutivelmente, potáveis após tratamento.

## 2) a questão do enquadramento da classe

- Definida pela Resolução CONAMA N° 357/05, e segundo esta lei, há duas claras violações da Classe II do corpo de água em questão, para vários metais como antes mostrado.
- Em função de se ter demonstrado haver violações somente nas águas da margem direita e e nos pontos próximos ao local de lançamento de efluente da VM, tais violações são, obviamente, decorrentes desses lançamentos fora das condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

## Considerações Finais (cont.)

A este respeito as seguintes considerações são cabíveis:

**(a)** vê-se que o Art. 28, que estabelece que “os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento”, é violado;

**(b)** vê-se também que a Condição II do § 1º do Art. 32 é violado, que, em síntese diz o lançamento de efluente mesmo tratado “não deve ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições de vazão de referência”;

**(c)** há também outra clara violação, mas, sua caracterização depende de testes de toxicidade. Esta violação refere-se ao § 1º do Art. 34 da CONAMA Nº 357/05 que diz: “que o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente”.

### 3) a questão da balneabilidade

- A questão da balneabilidade é a seguinte: as classes das águas são definidas pela CONAMA 357/05 com base em diversos usos, estando incluído dentre esses, para a Classe II, “a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA N<sup>o</sup> 274/00”. Quando se consulta esta resolução, nota-se que a balneabilidade é definida estritamente com base parâmetros microbiológicos e não com base em concentração de metais, por exemplo.
- Portanto, para que a balneabilidade dessas águas seja caracterizada, ensaios bacteriológicos precisam ser realizados.

### 4) a questão da contaminação dos sedimentos

- É importante que se registre que não há no Brasil nenhuma legislação ambiental específica, exceto pela Resolução CONAMA N° 344/04 que versa sobre a dragagem e disposição de sedimentos dragados em águas jurisdicionais brasileiras e que emprega, como critérios de corte para a dragagem e disposição os já citados VGQSs.
- Como os VGQSs antes mencionados como TEL, PEL e SEL estão sendo violados, tais violações são cabíveis, eventualmente, de serem empregadas juridicamente em uma ação judicial com base no princípio da jurisprudência no caso deste passivo ambiental.
- Especialmente, como documentado, uma vez que há violações dos valores do VGQS SEL (Nível de Efeitos Severos), isto significa que há aparentes e sérios riscos de contaminação da biota e de deterioração progressiva e continuada da qualidade da água devido as liberações de metais dos sedimentos para a água.

### 4) a questão da contaminação dos sedimentos (cont.)

- Há que se registrar que o impacto maior se localiza na região de maior proximidade e influência direta do lançamento de efluentes, de descargas de águas subterrâneas contaminadas da barreira velha de contenção de rejeitos e, eventualmente, de resíduos da VM que tenham sido no passado inadvertidamente dispostos diretamente nas margens e leito do Rio São Francisco no trecho referido.
- Até que estudos da área de saúde não se manifestem a respeito, recomenda-se, também, que não se mantenha contacto com a lama do fundo do Rio no trecho antes mencionado dada a significativa contaminação da mesma por metais, conforme mostra nossos dados.
- Ações de manejo e remediação necessárias: dragagem, tratamento e disposição dos 'resíduos' (sedimentos), pois a matriz já até foi classificada pela FEAM há muitos anos como Resíduo Classe I: Perigoso, segundo as normas NBR 10.004/2004 da ABNT.

### 5) Qualidade do pescado – Portaria No. 685/98 da ANVISA

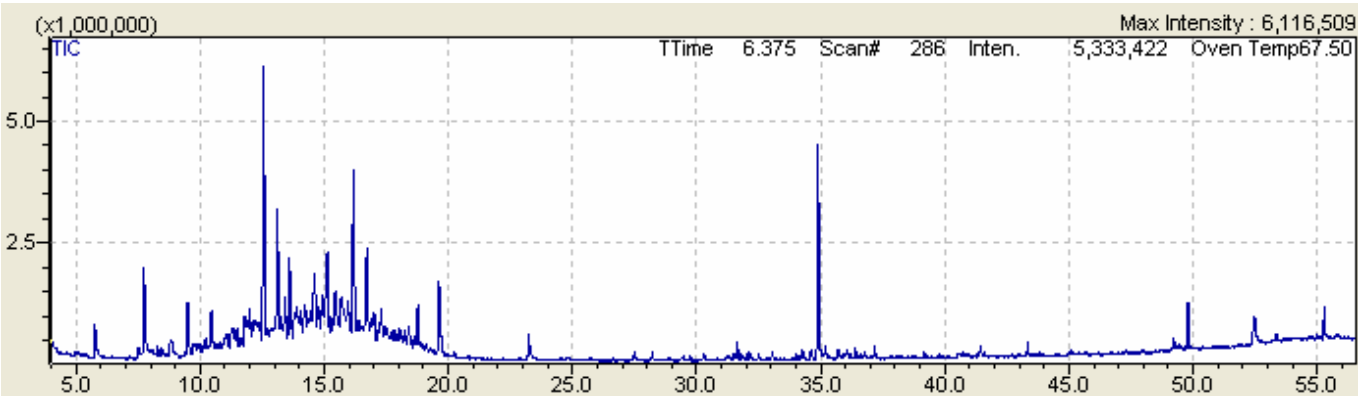
- A citada portaria legisla somente sobre a “qualidade do peixe e produto da pesca”, dentre outros alimentos, definindo “valores máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos em alimentos e outros compostos”
- Elementos previstos na legislação:
  - Pb – 2,0 mg/kg
  - Cd – 1,0 mg/kg
  - Hg – 0,5 mg/kg (não predadores)
  - Hg – 1,0 mg/kg (predadores)
- Não se aborda, portanto, nesta portaria, ou em qualquer outra legislação nacional, os níveis de metais aceitáveis considerando-se o risco ecológico que estes apresentam para a vida aquática ou a taxa de consumo.

### 5) Qualidade do pescado – Portaria No. 685/98 da ANVISA

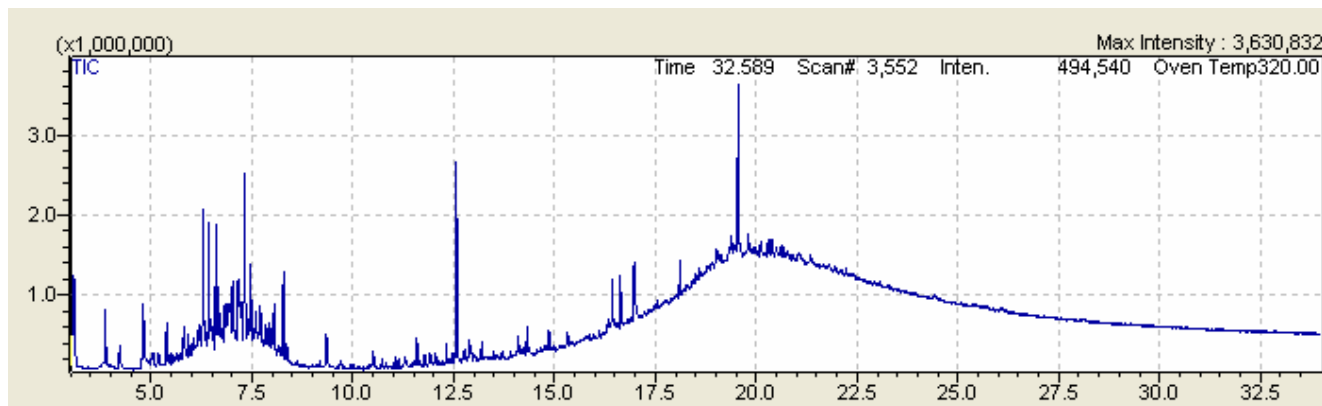
- As concentrações médias de metais encontradas nos filés dos peixes (mandi, curimba-pacu e trairão) estão abaixo dos limites máximos de tolerância da Portaria 685/98 da ANVISA.
- Os resultados até o momento gerados não indicaram riscos ao consumo do filé das espécies analisadas. São necessárias mais análises para avaliar o consumo de outras partes do peixe e outras espécies.
- Com base nos dados dos indicadores biológicos, há indicações de que os peixes estão respondendo a presença de metais no ambiente. São necessários, no entanto, novos estudos para determinar efeitos e contribuições à mortalidade.

# CROMATOGRAMAS em CG-MS

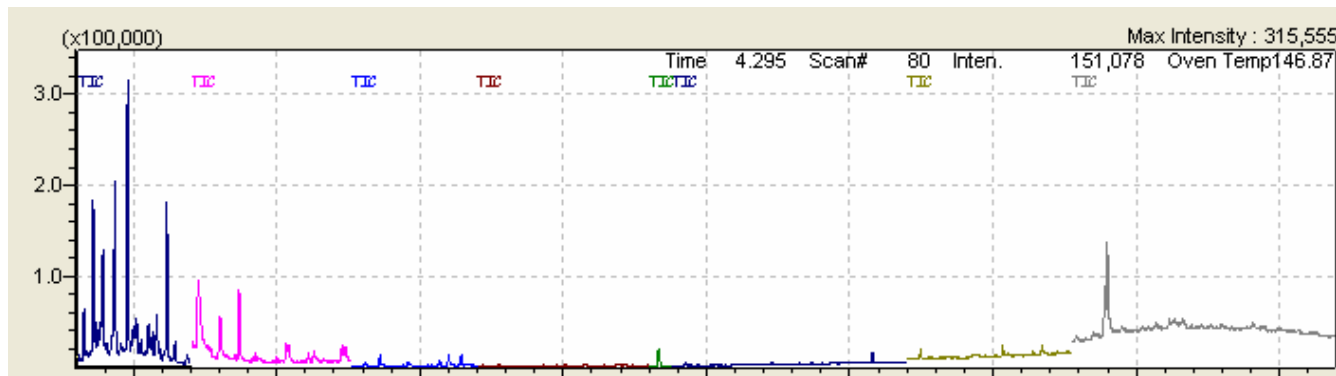
## Amostra de Sedimento do Rio São Francisco – Jusante barragem da CEMIG



**SCAN**



**ALCANOS**



**HPAs**



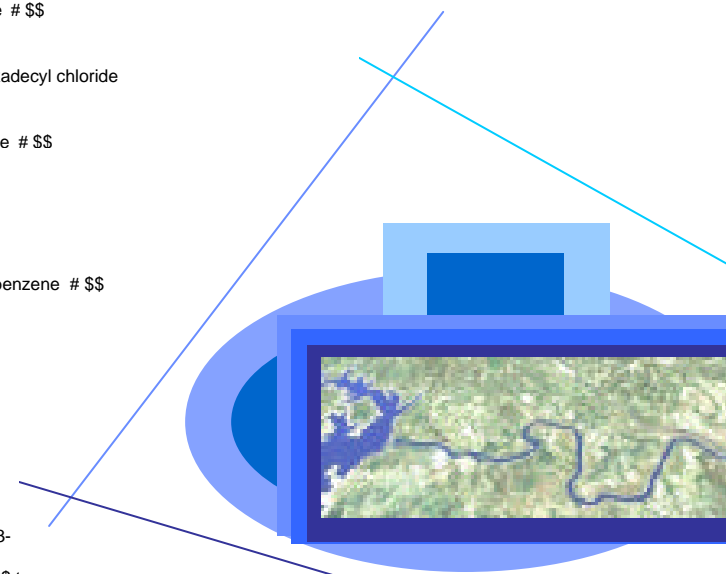


SCAN1.qgm

**Tempo retenção**

**Composto (NIST 147-/27)**

5.76	5-Hexen-2-one, 5-methyl
7.743	Phenol
9.509	1-Hexanol, 2-ethyl-
10.459	Naphthalene, decahydro-, trans-
12.557	2-Tridecen-1-ol, (E)- \$\$
13.117	Naphthalene, decahydro-2-methyl-
13.426	Oxirane, tetradecyl-
13.601	Undecane, 5-cyclohexyl- \$\$ (1-Butylheptyl)cyclohexane # \$\$
14.616	Naphthalene, decahydro-2,3-dimethyl- \$\$ 2,3-Dimethyldecahydronaphthalene # \$\$
14.768	Undecane, 4-methyl-
15.125	Naphthalene, decahydro-2,6-dimethyl- \$\$ Decahydro-2,6-dimethylnaphthalene \$\$ 2,6-Dimethyldecalin \$\$ 2,6-Dimethyldecahydronaphthalene # \$\$
15.443	Cyclododecanemethanol \$\$ Cyclododecylmethanol # \$\$
16.184	n-alcane Dodecane
16.716	1-Octanol, 2-butyl-
17.3	Cyclohexane, hexyl-
18.775	Dodecane, 4,6-dimethyl- \$\$ 4,6-Dimethyldodecane # \$\$
19.633	n-alcane Tridecane
21.253	Dimethyl phthalate
26.649	Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl- \$\$ 2,2,4,4,6,6,8,8,10,10,12,12,14,14-Tetradecamethylcycloheptasiloxane # \$\$
27.49	Diethyl Phthalate
28.226	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate \$\$ Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(1-methylethyl)-1,3-propanediol este
29.483	Benzene, (1-butylheptyl)- \$\$ Undecane, 5-phenyl- \$\$ (1-Butylheptyl)benzene # \$\$
29.757	Benzene, (1-propylheptyl)- \$\$ Undecane, 4-phenyl- \$\$ (1-Propylheptyl)benzene # \$\$
30.31	Benzene, (1-ethylnonyl)- \$\$ Undecane, 3-phenyl- \$\$ 3-Phenylundecane \$\$ (1-Ethylnonyl)benzene # \$\$
31.524	5.alpha.-Cholestan-6.beta.-amine, N,N-dimethyl- \$\$ N,N-Dimethylcholestan-6-amine # \$\$
31.647	n-alcane Octadecane
31.819	Heptadecane, 7-methyl- \$\$ 7-Methylheptadecane \$\$
32.076	Benzene, (1-pentylheptyl)-
32.185	Benzene, (1-butylheptyl)- \$\$ Dodecane, 5-phenyl- \$\$ 5-Phenyldodecane \$\$ (1-Butylheptyl)benzene # \$\$
32.507	Benzene, (1-propylnonyl)- \$\$ Dodecane, 4-phenyl- \$\$ 4-Phenyldodecane \$\$ (1-Propylnonyl)benzene # \$\$
33.059	Benzene, (1-ethyldecyl)- \$\$ Dodecane, 3-phenyl- \$\$ 3-Phenyldodecane \$\$ (1-Ethyldecyl)benzene # \$\$
34.025	Benzene, (1-methylundecyl)-
34.277	n-alcane Octacosane
34.609	Hexadecane, 1-chloro- \$\$ Cetyl chloride \$\$ Hexadecyl chloride \$\$ 1-Chlorohexadecane \$\$ n-Hexadecyl chloride
34.9	\$\$ Palmityl chloride \$\$
35.184	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester
35.693	1,2-Dioctylcyclopropane \$\$ Cyclopropane, 1,2-dioctyl- \$\$ Sterculene \$\$ 1,2-Dioctyl-1-cyclopropane # \$\$
36.077	erythro-9,10-Dibromopentacosane \$\$ 9,10-Dibromopentacosane # \$\$
36.225	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 8-methylnonyl ester
36.4	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol \$\$ (2E)-3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol # \$\$
36.552	Z-5-Nonadecene \$\$ (5Z)-5-Nonadecene # \$\$
	3-Eicosene, (E)- \$\$ (3E)-3-Icosene # \$\$
36.635	Benzene, (1-methyldodecyl)- \$\$ Tridecane, 2-phenyl- \$\$ 2-Phenyltridecane \$\$ (1-Methyldodecyl)benzene # \$\$
36.781	n-alcane Eicosane
37.033	Hexadecanoic acid, methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$
37.173	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester
39.175	n-alcane Octacosane
41.441	Phytol
41.599	17-Pentatriacontene \$\$ (17E)-17-Pentatriacontene # \$\$
43.341	Tridecanal
49.216	1-Heneicosyl formate \$\$ Heneicosyl formate # \$\$
49.791	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester \$\$ Diisooctyl phthalate
52.475	Cholesterol \$\$ Cholest-5-en-3-ol (3.beta.)- \$\$
53.358	5-Isobutyl-(13.alpha.H)-isocopalane \$\$ 15-Isobutyl-(13.alpha.H)-isocopalane \$\$ 14-Isopentyl-8,13-dimethylpodocarpene # \$\$



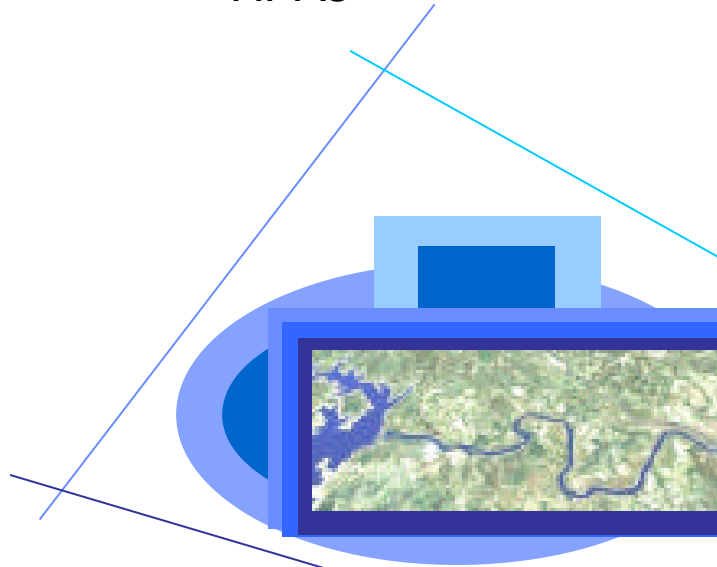


<i>Scan.LBGqA.USER.qgm</i>	ppb
Decane (C10)	Ratio of reference ion does not match.
Pentadecane (C15)	-0.11803
Hexadecane (C16)	-0.15162
Heptadecane (C17)	-0.15195
Octadecane (C18)	-0.17535
Eicosane (C20)	-0.11706
Docosane (C22)	0.00766
Tetracosane (C24)	-0.00803
Hexacosane (C26)	-0.06660
Octacosane (C28)	-0.02519
Triacontane (C30)	-0.00901
Dotriacontane (C32)	0.01852
Tetratriacontane (C34)	0.10469
Hexatriacontane (C36)	0.09376
Octatriacontane (C38)	0.09323
Tetracontane (C40)	Ratio of reference ion does not match.

## Hidrocarbonetos alifáticos

<i>PHAs.LBGqA_SIM-USER</i>	
<i>1ppb</i>	
Naphthalene	Ratio of reference ion does not match.
Acenaphthylene	Ratio of reference ion does not match.
Acenaphthene	Ratio of reference ion does not match.
Fluorene	Ratio of reference ion does not match.
Phenanthrene	0.02085
Anthracene	
Fluoranthene	0.01523
Pyrene	0.01408
p-terphenyl-d14	0.50000 PI
Benz[a]anthracene	Ratio of reference ion does not match.
Chrysene	Ratio of reference ion does not match.
Benzo[b]fluoranthene	Ratio of reference ion does not match.
Benzo[a]pyrene	Ratio of reference ion does not match.
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.00970
Dibenz[a,h]anthracene	Ratio of reference ion does not match.
Benzo[ghi]perylene	0.01979

## HPAs



# Agradecimentos

- IDRC, CI DA/WFT, especialmente, nas pessoas de Ana Thé e Yogi.
- SEMEIA: nas pessoas de Roberto Carlos, Wesley e Fabrício
- CODEVASF: nas pessoas do Sato, Edson e Marcos
- CNPq: pela bolsa de mestrado da Erida
- Aos parceiros da Colônia de Pescadores Z5 e da Federação de Pescadores de Três Marias
- Às quase inúmeras pessoas colaboradoras do projeto", mas, com certeza, esta lista é encabeçada pelo 'Seu' Norberto.

# Algumas Conclusões/recomendações do grupo

## III Oficina

(21 e 22 de junho de 2006)

- 1) Há violações da CONAMA 357/05 devido a concentração de metais na água;
- 2) Os dados do período da chuva mostram que há um aumento na concentração destes metais na água devido:
  - a) ao aumento da quantidade de partículas (sólidos totais suspensos), devido a intemperismo e transporte do solo na região e re-suspensão dos sedimentos;
  - b) aumento da quantidade de água nas barragens de resíduos, potencializando os processos de descargas superficiais e subterrâneas.
- 3) Os critérios estabelecidos pela CONAMA 357 visam proteção da vida aquática dentre outros usos previstos para corpo de água classe 2, portanto para avaliar o consumo humano da água devemos recorrer a portaria 518/04 do MS;
- 4) Considerando nossos dados, alguns metais tornam a água não potável em alguns pontos (lembrando que existem diversos critérios que ainda devem ser considerados) – a tabela abaixo compara as concentrações de metais aceitáveis para as diferentes portarias:

<b>Metal</b>	<b>Conama 357/05 Classe 2</b>	<b>Potabilidade 518/04</b>	<b>Potabilidade é:</b>
Arsênio (As)	0,01 mg/L	0,01 mg/L	Igual a conama
Cádmio (Cd)	0,001 mg/L	0,005 mg/L	Maior que conama
Chumbo (Pb)	0,01 mg/L	0,01 mg/L	Igual
Cromo (Cr)	0,05 mg/L	0,05 mg/L	Igual
Mercúrio (Hg)	0,0002 mg/L	0,001 mg/L	Maior que conama
Cobre (Cu)	0,009 mg/L	2 mg/L	Maior que conama
Manganês (Mn)	0,1 mg/L	0,1 mg/L	Igual conama
Ferro (Fe)			
Zinco (Zn)	0,180 mg/L	5 mg/L	Maior que conama

• Portanto considerando SOMENTE o parâmetro metal pesado a água do Rio São Francisco apresenta problemas para Manganês, Cádmio quanto a potabilidade. No entanto, qualquer água para consumo humano, precisa ser tratada.

PS: esta comparação só está sendo feita devido a uma demanda das discussões levantadas na oficina.

- Considerando que a prática de consumo da água do rio para beber sem um prévio tratamento pela comunidade de pescadores, temos que pensar em um tratamento simplificado que possa ser feito por eles impedindo problemas de saúde em decorrência do mal uso das águas do rio.
- Considerando, inicialmente a concentração de metais, os problemas em potencial (considerando-se a Portaria 518 de potabilidade), com base nos nossos dados são o manganês, o cádmio (ver ferro) que violam os limites da legislação citada.
- Em estudo da Secretaria da Saúde de Três Marias os problemas com metais detectados na água consumida sem tratamento foi com Fe e Mn.
- No entanto, outros critérios (bacteriológicos) ainda devem ser avaliados para permitir o consumo desta água após tratamento simplificado.
  - Ações: a secretaria da saúde irá continuar os estudos avaliando critérios bacteriológicos.
  - Sugestões: proposição de um método de tratamento simplificado adequado enquanto a COPASA não fornece água tratada.
  - Possibilidade: utilização de Processos Oxidativos Avançados (POA) - desenvolvido pelo grupo de prof. Wilson Jardim-Unicamp

- Dados os níveis elevados de metais na água, isto indica que se trata de um problema contínuo (ativo).
  - Recomendação: Que a água do rio não seja consumida sem tratamento.

## Sedimento

- Os sedimentos do rio estão criticamente contaminados por metais principalmente no ponto de descarga dos efluentes da VM e na foz do córrego da Consciência.
- Os sedimentos se movimentam (transporte a distância e na coluna de água) podendo ser carregados e se acumular em diferentes pontos do rio, e como este sedimento está contaminado, pode-se formar alguns pontos criticamente poluídos ao longo do rio (regiões potencialmente tóxicas aos organismos que vivem nele).

# Peixes

- As concentrações médias de metais encontradas nos files dos peixes (mandi, curimba-pacu e trairão) estão abaixo dos limites máximos de tolerância da portaria 685/98 da ANVISA.
- Os resultados até o momento gerados não indicaram riscos ao consumo do filé das espécies analisadas. São necessárias mais análises para avaliar o consumo de outras partes do peixe e outras espécies.
- Com base nos dados dos indicadores biológicos, há indicações de que os peixes estão respondendo a presença de metais no ambiente. São necessários novos estudos para determinar efeitos e contribuições à mortandade.



# Recomendações

- Monitoramento todo mês da qualidade do pescado abrangendo várias espécies da barragem de Três Marias até o pontal do Abaeté.
  - Ações: A VM se compromete a viabilizar e arcar com os custos de coleta e análises mensais dos peixes, em conjunto com a comunidade.
- Procurar outros estudos e parcerias a serem realizados para responder questões pendentes com o intuito de analisar outras partes do peixe: brânquias, fígado, cabeça e realizar testes de toxicidade *in situ*.
- Novos projetos a serem implementados para resolver problemas causados pelo passivo ambiental, serão apresentados e discutidos em conjunto com a comunidade.
- Desenvolver um centro local de monitoramento e pesquisa capaz de facilitar diagnósticos rápidos.
- Capacitação da comunidade para participar no monitoramento.