

ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DA REGIÃO ESTUARINA DO RIO PARAGUAÇÚ - BAHIA, BRASIL.

Suely Schuartz Pacheco Mestrinho

Aldo da Cunha Rebouças

RESUMO

Com o objetivo de estudar a distribuição e contaminação de Cu-Cd-Pb-Cr-Zn-Fe-Al-Mn nos sedimentos de fundo da região estuarina do rio Paraguaçú, quinze pontos foram investigados, durante oito campanhas planejadas no ano de 1995, de acordo com a sazonalidade e a dinâmica das marés de sizígia e quadratura. Os resultados sugerem que a distribuição dos metais é influenciada pelos efluentes locais e dinâmica das marés. Os valores mais altos de Cu-Zn-Cr-Fe são encontrados próximos as cidades de Cachoeira e São Félix e de Cu-Cd-Pb-Cr-Fe-Mn na foz do rio na baía de Todos os Santos, o que sinaliza a influência das ações antrópicas nestas áreas. Nas marés de quadratura os valores também são mais elevados. O sedimento de fundo parece estar atuando como reservatório semi-permanente e acumulador de metais no ecossistema. Com base nos valores limites para metais em solos/sedimentos aquáticos estabelecidos pelo padrão holandês (*S-value*) e diante dos resultados médios obtidos, conclui-se que os impactos dos metais Cu-Cd-Pb-Zn-Cr nos sedimentos da região estuarina, são moderados e indicam a necessidade de um monitoramento contínuo da região.

ABSTRACT

In order to study the distribution and contamination of Cu-Cd-Pb-Cr-Zn-Fe-Al-Mn in the bottom sediment of Paraguaçú River estuarine area, fifteen sampling sites were investigated on eight planned campaigns in 1995, considering seasonability and dynamics of spring and neap tides. Results indicate that distribution of metals is influenced by local waste and tide dynamics. Highest values of Cu-Zn-Cr-Fe were found at sites closest to cities of Cachoeira and São Felix while highest values of Cu-Cd-Pb-Cr-Fe-Mn were found by the mouth of the river at Todos os Santos Bay, indicating these areas are influenced by surrounding antropogenic activity. Highest values were detected also during neap tides. The bottom sediment apparently acts as a semi-permanent reservoir, accumulating metals within the ecosystem. Based on dutch-created standard (*S-value*) for level of metals in underwater ground/sediments and also on the observed average results, conclusion is that impact of metals Cu-Cd-Pb-Zn-Cr in sediments within the estuarine region is moderate and suggests the need of continuously monitoring the area.

1. Introdução

No contexto da poluição ambiental, o estudo do comportamento dos metais em sedimentos é de grande importância. Tem sido demonstrado que, como os sedimentos representam um dos melhores meios para concentrar metais nos ambientes aquáticos, eles podem ser usados como indicadores de contaminação (SALOMONS & FÖRSTNER, 1984; LITERATYY et al., 1987; PUCCI, 1988).

Nos estuários e baías, onde localizam-se centros urbanos e industriais, ocorre acumulação natural e antrópica de metais. Os estuários são áreas de investigação complexa, pois o comportamento dos metais é afetado por processos hidrodinâmicos, em essencial, relacionados ao regime de chuvas, dinâmica das marés e escoamento dos rios.

No trecho final da bacia do rio Paraguaçu, no estado da Bahia-Brasil, cerca de 40 km da sua foz na baía de Todos os Santos, foi construída em 1980, a barragem de Pedra do Cavalo cujo reservatório é alimentado, principalmente, pelos rios Paraguaçu e um dos seus tributários, o Jacuípe. O rio Paraguaçu possui um estuário do tipo lagunar (baía de Iguape) de aproximadamente 80 km^2 , caracterizado por um sistema transicional de influência fluvial, controlado pela descarga da barragem, e marinha, proveniente das águas da baía de Todos os Santos. Fica evidente, que a construção da barragem de Pedra do Cavalo estabeleceu uma ruptura no sistema, diminuindo a influência da parte à montante e o aporte de água doce para o estuário. Portanto, é previsível que esta região tenha sido submetida a alterações, com efeitos para as condições ecológicas locais.

Este trabalho, propõe-se a estudar a distribuição e contaminação por metais pesados nos sedimentos do região estuarina do rio Paraguaçu, considerando as flutuações sazonais e diferentes condições de marés, com os seguintes objetivos: (a) caracterizar a distribuição espacial da concentração dos metais nos sedimentos de fundo (b) verificar a atuação dos sedimentos como banco semi-permanente e acumulador de metais no ecossistema e, (c) avaliar a contaminação por metais pesados nos sedimentos.

2. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na região estuarina do rio Paraguaçu, no trecho à jusante da barragem de Pedra do Cavalo, ao longo do complexo formado pela baía de Iguape, canal de São Roque e baía de Todos os Santos, nas proximidades da foz (Figura 1). A região tem clima quente e úmido e os índices pluviométricos alcançam até 1200 mm/ano. A precipitação média mensal, em 1995, variou entre 3 a 145 mm. Do ponto de vista hidrográfico, a área faz parte da bacia do Paraguaçu, a qual drena aproximadamente 56.000 km^2 na região centro-leste do estado da Bahia. A barragem de Pedra do Cavalo, tem uma cota máxima de 124 m acima do nível do mar e forma um lago que ocupa 147 km^2 . A vazão defluente para a região à jusante, corresponde a uma descarga pelo sistema de comportas (liberação de água pelo topo ou crista) a qual, no período deste trabalho, não excedeu $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na região à montante da barragem, são desenvolvidas atividades agrícolas e de exploração mineral e, como atividade industrial, destaca-se o Centro Industrial de Subaé instalado em Feira de Santana, próximo ao rio Jacuípe, tributário do rio Paraguaçu, que deságua no reservatório de Pedra do Cavalo. A área estuarina encontra-se em estado incipiente de industrialização, sendo a pesca e a agricultura suas principais atividades, mas, são críticas as condições de saneamento das cidades vizinhas. Na margem direita do Canal de São Roque destaca-se um estaleiro de plataformas submarinas, destinadas a perfuração de poços de petróleo. As atividades industriais (fábricas de cimento, papel, refinarias, terminal de petróleo, estaleiros), urbanas e os principais portos localizam-se na baía de Todos os Santos. Grande parte do esgoto urbano da cidade de Salvador era lançado na baía.

3 . Metodologia

Quinze estações de amostragem foram selecionadas, tomando-se por base a influência das marés, ocupação demográfica e atividades impactantes (Figura 2). A freqüência da coleta foi definida de acordo com as variações sazonais e dinâmica das marés. Foram realizadas três fases distintas de amostragem no ano de 1995 : a fase 01/95, em janeiro/95, num período de estiagem com precipitação média mensal (P) inferior a 50 mm; a fase 02/95, em junho/95, no período chuvoso ($P > 100$ mm) e, a fase 03/95, em setembro/95, num período intermediário, com índices médios mensais em torno de 77 mm. Para cada fase foram desenvolvidas duas campanhas, correspondentes as marés de sizígia (campanha-I) ou marés de maior amplitude, e as marés de quadratura (campanha-II) ou de menor amplitude.

Os sedimentos de fundo foram retirados à 0-30 cm, com uma draga do tipo van Veen, em profundidades variando de 7-30 m, imediatamente armazenados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração até preparação para análise. No laboratório, as amostras foram secas ao ar, peneiradas para a fração < 2 mm, desagregadas, peneiradas a < 427 mm, e submetidas a decomposição total com HF - HClO₄. As concentrações de Cu-Cr-Cd-Pb-Zn-Fe-Al-Mn foram obtidas por Espectrofotometria de Absorção Atômica usando chama ar-acetileno. Com a aplicação de métodos estatísticos e gráficos, os resultados foram sintetizados para as possíveis conclusões.

4. Discussão dos Resultados

Quando descritos macroscopicamente, usando-se lupa binocular, os sedimentos de fundo são classificados desde areias muito finas a lamas, com predominância de silte. A fração grosseira, apresenta grãos de quartzo, micas e aglomerados de material fino ferruginoso de natureza diversa e com opacos, fragmentos de conchas.

A concentração dos metais nos sedimentos de cada estação, para as diferentes fases investigadas, são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3. Nota-se que, na maior parte das estações, as concentrações de Cr-Pb-Zn-Mn aumentam nos sedimentos amostrados da fase 01/95 para a 03/95.

A flutuação dos valores em torno da média para o conjunto de pontos estudados na área, em cada fase e campanha, pode ser acompanhada por diagramas do tipo *box plot* (TURKEY, 1977) apresentados nas Figuras 3, 4 e 5, obtidos com ajuda do software SAS (PROC UNIVARIATE). A análise dos diagramas sugere que, exceto para Cu e Cd, os teores médios dos metais exibem uma tendência também crescente entre as primeira e última fases investigadas. Em geral, os valores médios para Pb-Zn-Cr-Mn-Fe são mais elevados nos sedimentos da campanha II, ou seja nas marés de quadratura. A maior variabilidade dos dados em torno da média, se observa, em particular, para Cu-Cd na fase 02/95 que corresponde ao período chuvoso, enquanto para Pb-Zn-Cr-Mn-Fe na fase 03/95, num período intermediário. Na fase de maior estiagem (fase 01/95), são registrados os valores médios mais baixos e menor variabilidade para a maioria dos metais.

Os resultados parecem refletir uma tendência acumulativa dos metais nos sedimentos da fase 01 para 03/95 associada, principalmente, à dinâmica das marés. Os teores dos metais são menores nos sedimentos de fundo amostrados na maré de sizígia. É provável que, a medida que a camada de material mais fino é removida pela força da maré de sizígia, a quantidade de areia incorporada ao substrato adjacente do sedimento de fundo, torna-se mais significativa e, proporcionalmente, induz a diluição dos teores de metais associados ao sedimentos finos ainda presentes. Durante as marés de quadratura, marés de menor energia, existe menor ressuspensão do material fino do sedimento de fundo. Portanto, os metais podem estar sendo acumulados nos sedimentos de fundo, associados ao material particulado, transportado ao longo do corpo d'água, que encontra melhor condição de deposição e de menor ressuspensão durante as marés de quadratura.

O enriquecimento de metais em sedimentos, vem sendo comparado a padrões sedimentares não poluídos citados na literatura. A composição média do folhelho, reportada por TUREKIAN & WEDEPOHL (1961), embora com restrições, tem sido usada com freqüência como base global para comparação de sedimentos contaminados. Em 1994, o Governo da Holanda editou normas que estabelecem a concentração crítica de metais em solos/sedimentos. Segundo THEELEN & NIJHOF (comunicação oral) outros critérios ou valores de referência que foram incluídos na lista holandesa e têm sido aplicados no julgamento da qualidade ambiental, para solos e sedimentos aquáticos são: o *S-value*, que indica o nível de qualidade ambiental de solos/sedimentos limpos, e o *I-value*, um valor que indica a necessidade de intervenção ou remediação.

O quadro 1 apresenta a concentração média de metais nos sedimentos de fundo da região estuarina do rio Paraguaçu, encontrados neste trabalho e em estudos anteriores, assim como os valores registrados na literatura para outras áreas estuarinas no território nacional e no Globo, situadas na faixa intertropical e temperada. São também incluídos os valores médios do folhelho usado como padrão e os respectivos valores da lista holandesa. Chama-se atenção, de que existem algumas limitações quando compara-se dados de diversos estudos, em que são usados diferentes procedimentos de amostragem, preparação e análise das amostras.

Exceto para Cr e Cd, os valores médios do ano de 1995, encontrados neste trabalho, podem ser considerados menores que aqueles assinalados em outras investigações e daqueles do folhelho. Levando-se em conta os valores da lista holandesa, os teores de Cu-Cd-Cr-Zn estão muito próximos ou superiores ao **S-value**, limite para o solo/sedimento ser considerado limpo. As tabelas 1, 2 e 3, destaca em negrito os teores dos metais que ultrapassam o **S-value**, em cada estação, para as diferentes fases e campanhas.

Quadro 1 - Comparação entre os teores médios dos metais encontrados em sedimentos costeiros de várias regiões.

Local	Metais						
	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)
Estuário do rio Paraguaçu - BA (1995) ^a	14	1,5	21	35	75	256	1,9
Baía de Iguape - BA (1992) ^b	41	< 1	51	45	n.a.	267	0,1
Estuário do rio Paraguaçu -BA (1987) ^c	17	0,4	12	37	n.a.	333	-
Estuário do rio do Frade - RJ (1989) ^d	45	< 1	48	95	-	-	-
Estuário do rio Ganges - Índia (1988) ^e	26	-	29	71	67	553	3,1
Folhelho (1961) ^f	42	0,3	25	100	90	850	4,7
S-value (Holandês) ^g	15	0,4	50	50	50	-	-
I-value (Holandês) ^g	59	6,1	312	190	190	-	-

^a (Este trabalho); ^b (RAMOS, 1993); ^c (BAHIA, 1987); ^d (LACERDA et al., 1989); ^e (SUBRAMANIAN et al., 1988); ^f (TUREKIAN & WEDEPOHL, 1961); ^g (THEELEN & NIJHOF, comunicação oral).

A distribuição espacial e variabilidade temporal dos metais nos sedimentos da região estudada, pode ser observada nas Figuras 6 a 13, onde os valores médios para os dados em cada estação, durante o ano de 1995, foram lançados na forma de mapas de isoteores, plotados sobre o mapa base da área. Os mapas foram gerados, através do software SURFER, usando-se o *Gridding Method Triangulation w/linear Interpolation*, para interpolação das curvas de nível. Para caracterizar a dispersão ou variabilidade dos dados, em termos relativos ao seu valor médio, ou seja, para qualificar a dispersão temporal, os respectivos coeficientes de variação, em cada estação, foram obtidos no software EXCEL e associados aos mapas correspondentes.

Nos sedimentos de fundo, o Zn é particularmente alto (55-65 ppm) nas proximidades de Cachoeira e São Félix. Ali é mais elevado (1,45 - 1,95%) no canal de São Roque e próximo a São Félix, enquanto Fe (>2,8 %) e Mn (>450 ppm) apresentam valores mais altos na foz. De modo geral, os teores mais altos de Cu (>15 ppm), Cr(>50 ppm) e Zn(>50 ppm) aparecem nas estações 90 e 31, pontos com maior influência de despejos industriais e esgotos urbanos.

Percebe-se que, não existe tendência regular de distribuição para os metais nos sedimentos. Assim, é possível que os metais estão sendo lançados de modo irregular no sistema. Quando a concentração média de metais é comparada ao **S-value**, os valores de Cd (1,4-1,8 ppm), em excepcional, são superiores em quase em toda a região estuarina. Cu e Cr também têm valores excedentes na foz e nas proximidades de Cachoeira - São Félix, enquanto o Zn somente neste último ponto.

O coeficiente de variação - **CV** da concentração dos metais em cada estação, é uma estimativa da variabilidade dos resultados obtidos nas diferentes fases. Nota-se que o **CV** varia de forma muito ampla. Os valores mais altos, são observados para Cr, Zn, Mn e Fe, sugestivo de que existem diferenças químicas entre as fases de amostragem nas estações. De forma excepcional, na estação 31, o **CV** para o Cr e Fe é alto (80%), o que pode ser indicativo de poluição, decorrente de lançamentos com diferentes fontes (MOGOLLÓN & BIFANO, 1994). Um menor **CV**, pode significar que não existe variação suficiente, para mascarar as diferenças químicas entre as fases amostradas naquele ponto.

Verifica-se que a distribuição e acumulação dos metais nos sedimentos de fundo, é particularmente importante nas estações próximas às áreas com maior contribuição de efluentes urbanos ou industriais. Isto indica a influência de duas fontes de contaminantes na região estuarina: o resíduo de esgoto municipal das cidades mais próximas e, a transferência dos efeitos de impactos próximos-passados e atuais, das atividades industriais e urbanas da baía de Todos os Santos.

5. CONCLUSÕES

Os sedimentos de fundo da região estuarina, parecem atuar como reservatório semi-permanente e acumulador de metais. A avaliação da distribuição e do nível de contaminação nos sedimentos tem como diagnóstico que a presença dos metais é influenciada pelos efluentes locais e pela dinâmica das marés: valores mais altos de Cu-Zn-Cr-Fe, são encontrados próximos a Cachoeira e São Félix, enquanto na foz do rio, na baía de Todos os Santos, isto acontece para Cu-Cd-Pb-Cr-Fe-Mn. Nas marés de quadratura, os teores são mais baixos, sugestivos de que existe uma menor remobilização do material fino dos sedimentos de fundo, e portanto, é provável que, nestas condições, a sua composição química seja mais representativa para a avaliação da qualidade ambiental, com respeito a presença de metais.

Com base nos valores limites para metais em solo/sedimentos aquáticos estabelecidos pelos padrão holandês (**S-value**) e, na ausência de valores padrões brasileiros, pode-se concluir que, de modo geral, os impactos dos metais nos sedimentos da área estudada são moderados e, indicam a necessidade de um monitoramento contínuo da região. Na última fase investigada (fase 03/95), os teores de Cr estão acima do limite (**I-value**) que exige intervenção ou remediação.

Desta forma, é evidente que a região estuarina do rio Paraguaçu apresenta-se vulnerável às atividades antrópicas, principalmente, devido ao represamento do rio, que limita o aporte de água fluvial para o sistema, e as causas antrópicas presentes

na área, tais como: lançamento de esgotos e lixo diretamente nos cursos d'água, e atividades industriais e portuárias na baía de Todos os Santos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS em convênio com IDRC – Instituto de Geociências da USP e ao Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho, aos Laboratórios de Geoquímica do Instituto de Geociências da UFBA pelas análises químicas e, especialmente, ao colega Pedro Linhares pela suas construtivas sugestões.

REFERÊNCIAS

- BAHIA - Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia. Centro de Estatística e Informações (CEI). 1987. Qualidade ambiental na Bahia - recôncavo e regiões limítrofes. Salvador. 48p.
- LACERDA, L.D.; SOUZA, C.M.M.; PESTANA, M.H.D. 1989. Geochemical distribution of Cd, Cu, Cr, Pb in sediments of estuarine areas along the Southeastern Brazilian coast. In : SEELIGER, U.; LACERDA, L.D.; PATCHINEELAM, S.R. (eds.) Metal in Coastal of Latin America. Berlin : Springer-Verlag. 297p., p. 86-99.
- LITERATHY, P. NASSER L. ZARBA; ALI A M. 1987. The role and problems of monitoring bottom sediment for pollution assessment in the coastal marine environment. Water Science and Technology, Oxford, v. 19, p. 781-792.
- MESTRINHO, S.S.P. 1998. Estudo do comportamento geoquímico dos metais pesados nos sedimentos da região estuarina do rio Paraguaçu - Bahia. São Paulo, 1998, 158 p. Tese de doutorado (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) Universidade de São Paulo.
- MONGOLLÓN, J.L.; BIFANO, C. 1994. Topography, weather and human activities effects on the behavior metallic elements in a tropical catchment. Chemical Geology, Amsterdam, v. 114, p. 69-82.
- PUCCI, A. 1988. Metals in water and sediments of the Blanca Bay, Argentina. In : SEELIGER, O.; LACERDA; L.D.; PATCHINEELAM, S. (ed.) Metals in coastal environmental of Latin America. Berlin, New York : Springer., 297p. p. 9-15.
- RAMOS, M.A.S. 1993. Estudos geoquímicos relativamente à dinâmica de marés no estuário lagunar do rio Paraguaçu. Salvador, 1993, 81 p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- SALOMONS, W.; FORSTENER, U. 1984. Metals in the hidrocycle. New York : Springer. 349 p.
- SUBRAMANIAN, V.; JHA, P.K.; GRICKEN, R.V. 1988. Heavy metals in the Ganges estuary. Marine Pollution Bulletin, New York, v. 19, n.6, p. 290-293.
- THEELEN, R.M.C.; NIJHOF, A.G. 1995. Dutch methodology of risk assent of contaminated soil human health and ecosystem. Dutch Reference Framework (STI-values). Comunicação verbal.
- TUREKIAN K.; WEDEPOL, P. 1961. Distribution of elements in some major units of the Earth's crust. Geology Society American Bulletin, New York, v. 12, p. 175-192.
- TURKEY, J.W. 1977. Exploratory data analysis, Reading : Addison Wesley (ed.) Software, Statistical Analysis System. 688 p.

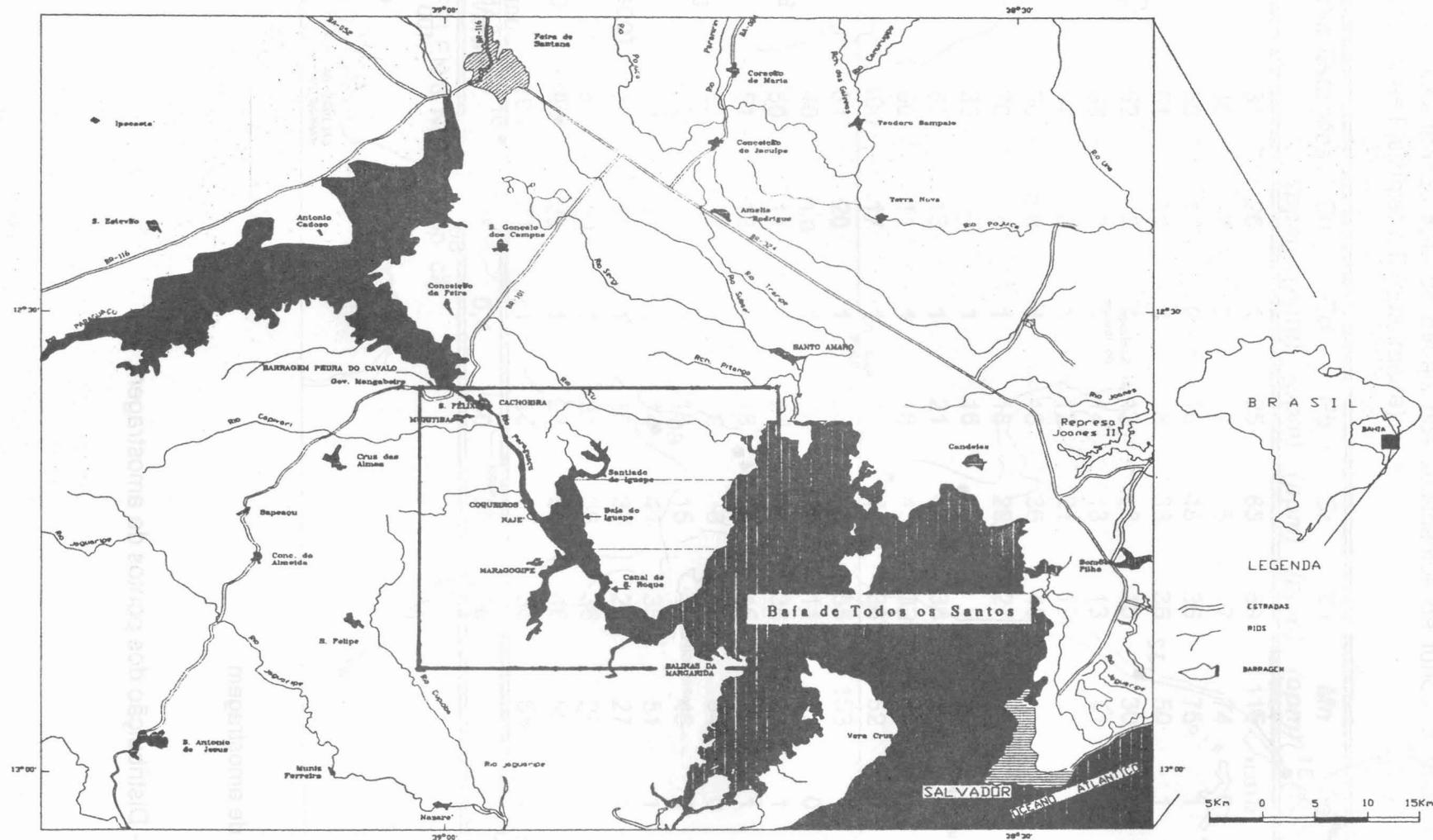
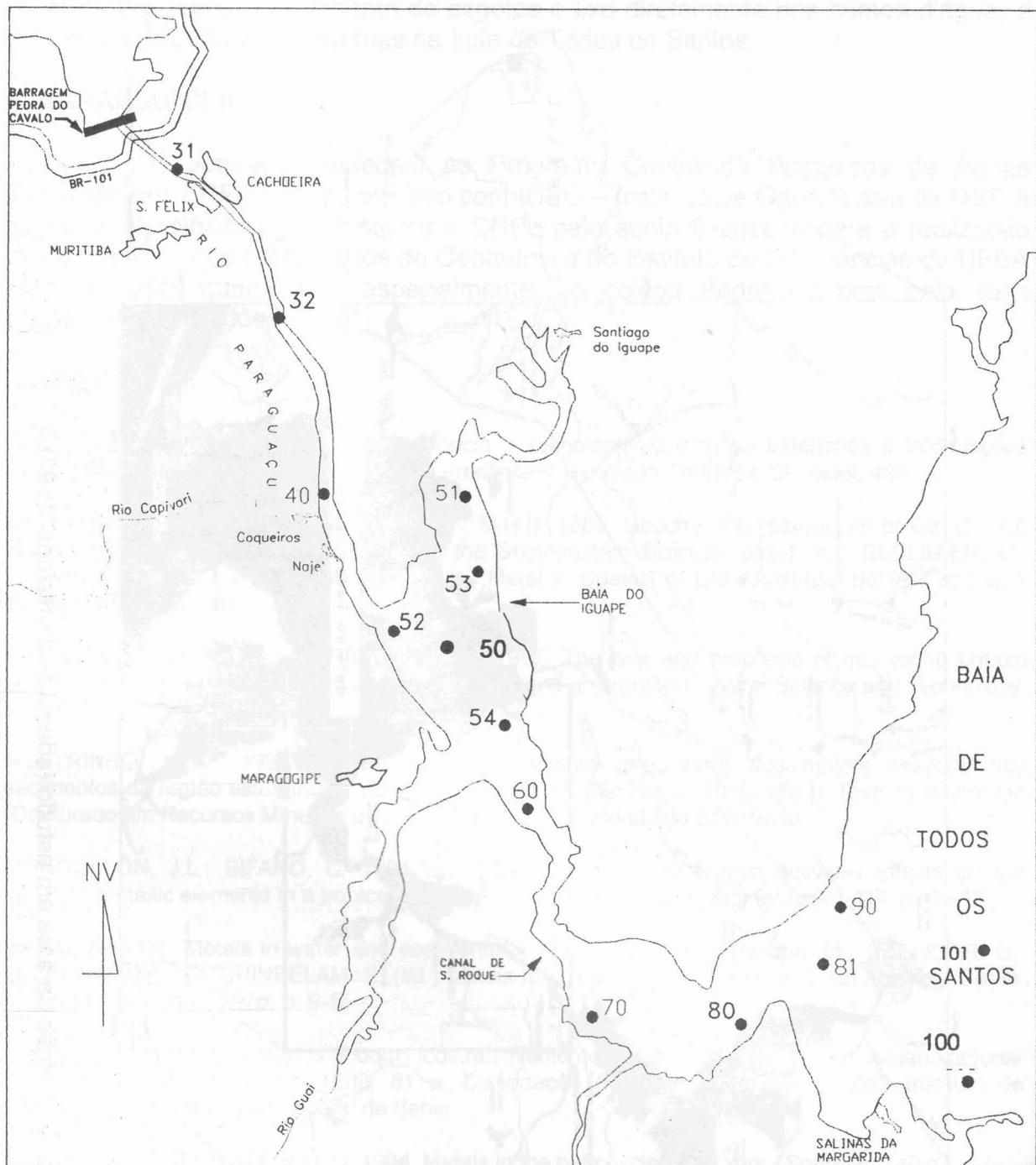


Figura 1 - Mapa de localização da área em estudo (adaptado de Ramos, 1993).



- pontos de amostragem

Figura 2 - Distribuição dos pontos de amostragem.

Tabela 1 - Concentração total de metais nos sedimentos de fundo durante a fase 01/95 campanhas I (sizígia) e II (quadratura)

Campanha	Estações	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)	Al (%)	
I	31	26	8	1	25	65	59	115	1	2
	40	7	0	7	6	7	74	0	1	
	50	11	0	16	48	36	75	1	1	
	51	11	1	18	38	36	50	1	1	
	52	9	1	12	8	10	30	0	1	
	53	7	1	14	13	13	51	0	1	
	54	8	1	12	21	19	168	1	1	
	60	n.a.	1	18	36	40	36	1	2	
	70	8	1	18	29	27	41	1	1	
	80	7	1	16	9	9	135	0	1	
	81	13	1	21	43	38	52	1	1	
	90	11	1	18	43	32	62	1	1	
	100	17	1	18	41	36	52	1	1	
II	31	20	1	23	48	55	153	1	2	
	40	n.a.	1	9	8	11	193	0	1	
	50	11	1	21	42	36	33	1	2	
	51	13	1	18	50	45	37	1	1	
	52	7	1	9	6	9	94	0	1	
	53	6	1	16	15	14	46	0	2	
	60	11	0	14	41	35	51	1	1	
	70	11	1	16	37	26	27	1	1	
	81	10	1	21	36	36	29	1	1	
	90	29	1	23	56	48	50	1	1	
	100	11	1	18	37	33	65	1	1	
<i>S-value</i> ^(a)		15	0,4	50	50	50				

(a) - THEELEN & NIJHOF, op. cit.

Tabela 2 - Concentração total de metais nos sedimentos de fundo durante a fase 02/95 campanhas I (sizígia) e II (quadratura)

Campanha	Estações	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)
I	40	6	1	15	8	15	181	0,5
	50	23	2	10	84	5	369	0,5
	51	27	3	10	93	5	331	0,5
	52	6	1	10	10	16	138	0,6
	53	9	1	35	35	3	331	0,2
	54	21	2	35	84	5	306	0,5
	60	16	2	35	48	4	275	0,4
	70	13	2	10	37	39	400	0,3
	80	21	3	10	92	5	581	0,5
	81	17	2	10	60	4	338	0,4
II	90	25	3	15	100	6	350	0,5
	101	17	3	25	57	5	1150	0,5
	40	6	2	15	8	13	481	0,4
	50	10	2	40	40	40	281	0,2
	51	26	2	40	95	7	344	0,5
	52	5	2	20	7	12	44	0,5
	53	12	2	25	45	41	225	0,3
	54	2	2	10	88	5	313	0,5
	60	13	2	30	42	3	263	0,3
	70	13	2	10	41	36	288	0,3
	80	22	3	10	92	6	563	0,5
	81	17	2	10	63	4	325	0,4
	90	24	3	10	90	5	350	0,5
	101	18	3	30	99	6	1150	1,4
	S-value ^(a)	15	0,4	50	50	50		

(a) - THEELEN & NIJHOF, op. cit.

Tabela 3 - Concentração total de metais nos sedimentos de fundo durante a fase 03/95 campanhas I (sizígia) e II (quadratura)

Campanha	Estações	Cu (ppm)	Cd(ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe(%)
I	40	10	1	0	94	46	298	3
	50	39	2	20	249	104	433	7
	51	26	2	30	236	90	316	6
	52	8	1	30	43	21	135	2
	53	4	1	20	18	8	135	12
	54	10	1	20	86	43	180	3
	60	9	1	20	66	24	144	2
II	70	13	2	20	142	58	334	4
	31	26	1	40	188	81	450	6
	32	14	1	40	127	136	415	4
	40	10	1	40	107	122	289	3
	50	13	2	40	170	64	433	5
	51	19	1	20	137	46	280	4
	52	22	1	30	208	78	532	5
	53	19	2	30	183	64	704	5
	54	7	2	20	51	18	733	3
	60	7	2	10	58	35	244	0
	70	7	1	20	33	12	153	2
	80	19	1	40	160	70	361	4
	81	16	1	40	188	84	397	8
	90	23	2	30	226	84	262	5
	101	20	2	50	236	90	731	11
S-value ^(a)		15	0,4	50	50	50		
I-value ^(a)		59	6,1	312	190	257		

(a) - THEELEN & NIJHOF, op. cit.

Figura 4 - Box plot das concentrações de Zn, Cr e Cd no sedimento das fases I e II (quadratura).

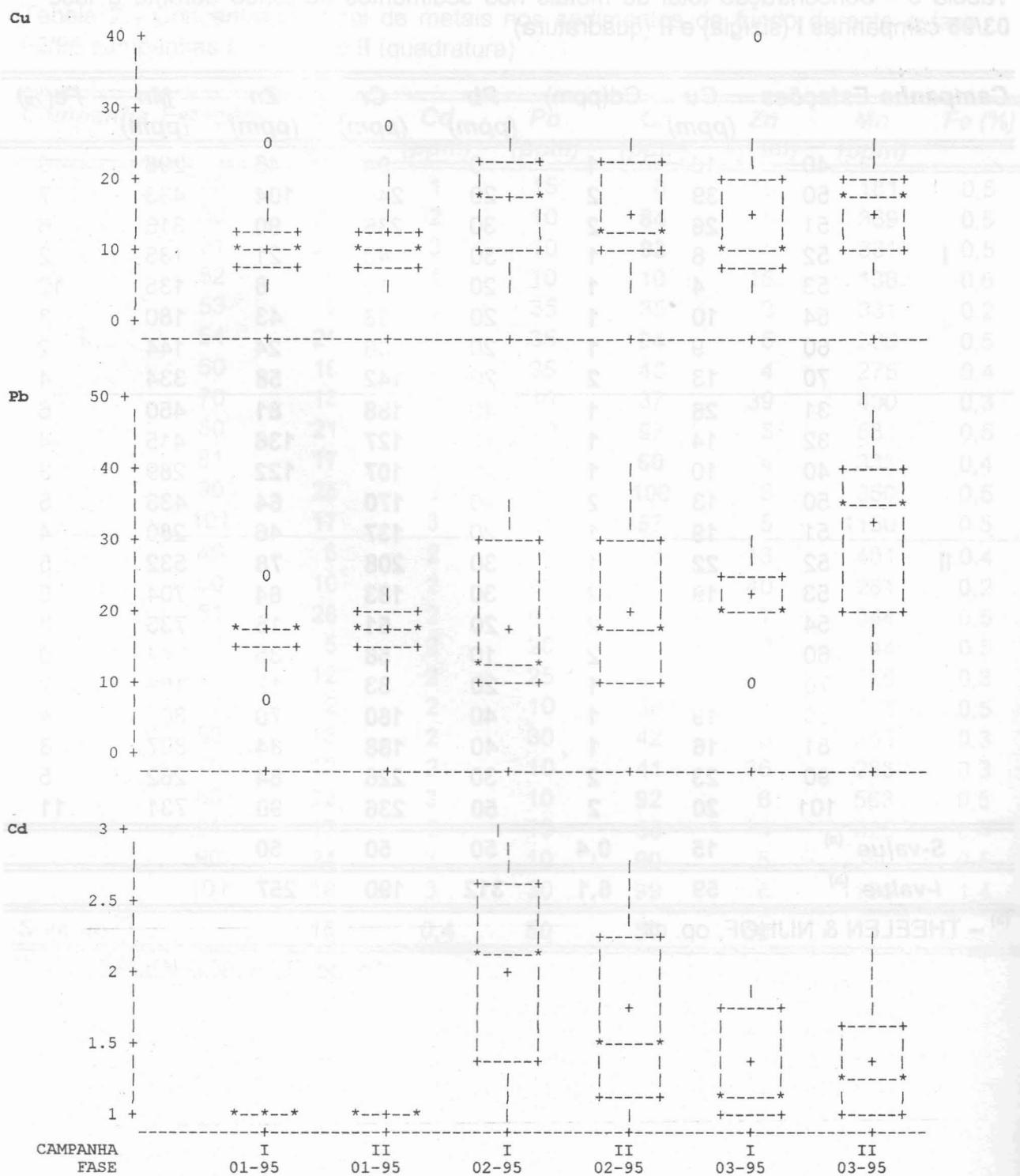


Figura 3 - *BOX PLOT* para Cu, Pb e Cd nos sedimentos das fases 01-02-03/1995. Campanhas I (sizígia) e II (quadratura).

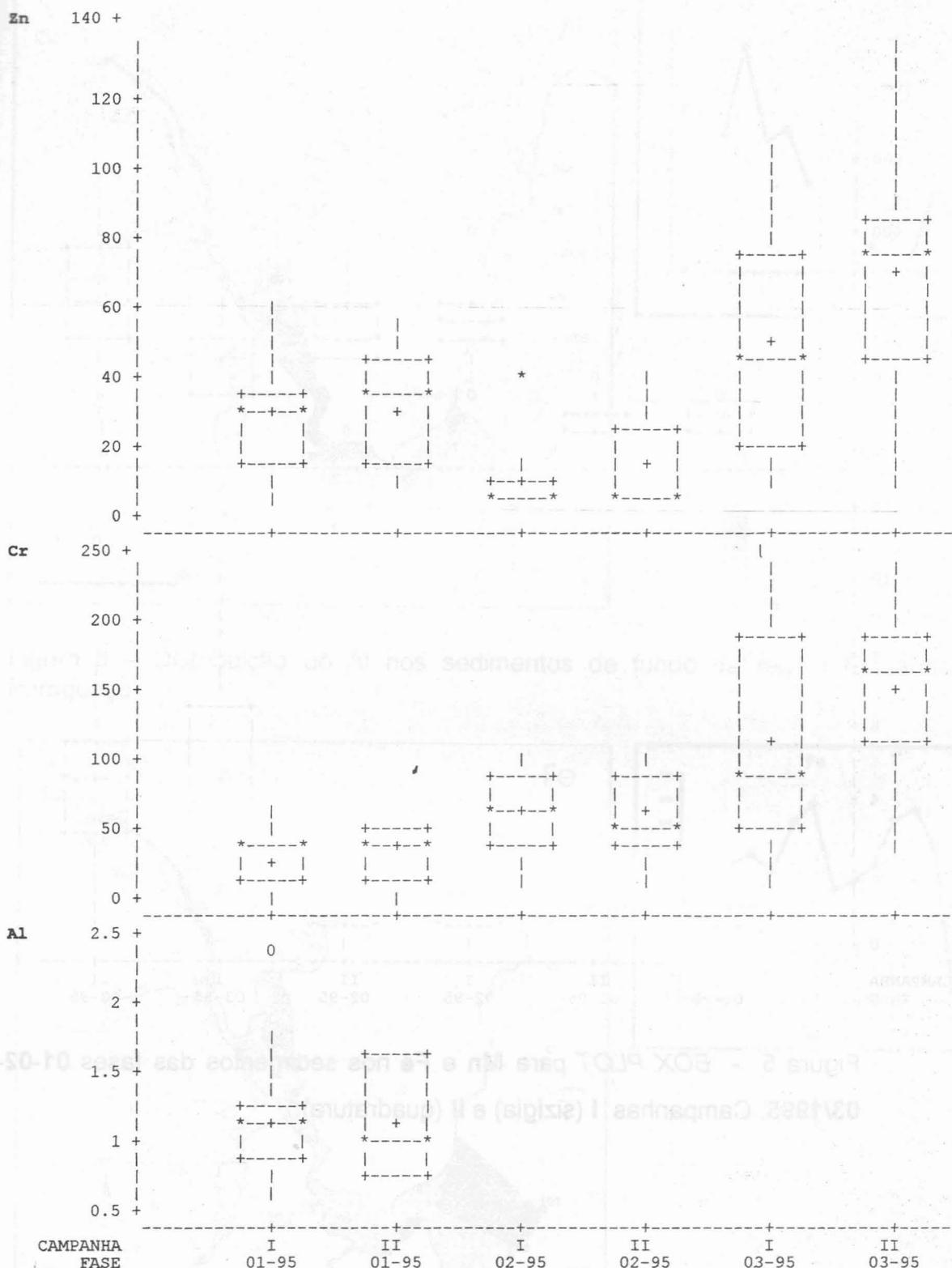


Figura 4 - BOX PLOT para Zn, Cr e Al nos sedimentos das fases 01-02-03/1995. Campanhas I (sizígia) e II (quadratura).

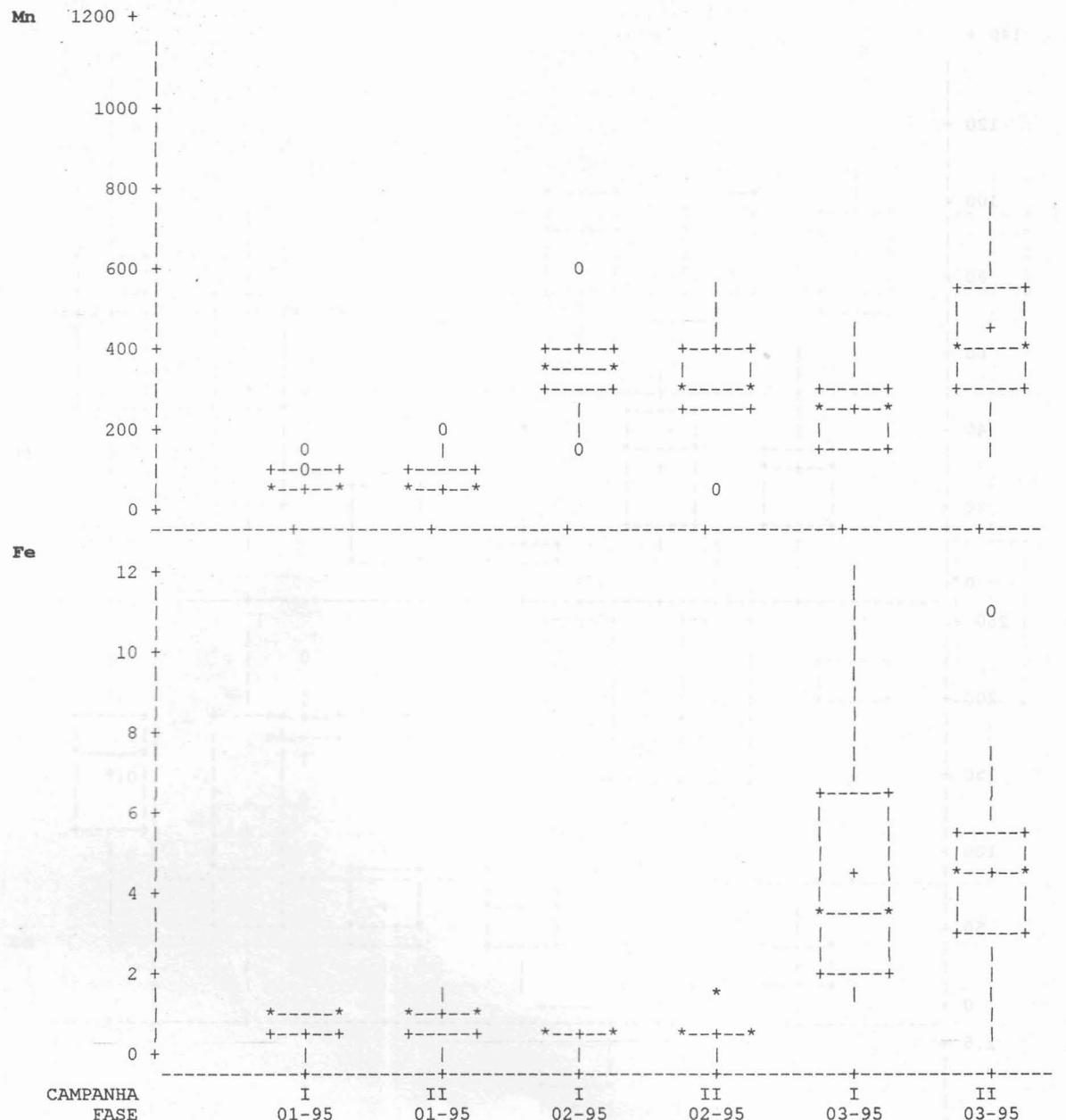


Figura 5 - *BOX PLOT* para Mn e Fe nos sedimentos das fases 01-02-03/1995. Campanhas I (sizígia) e II (quadratura).

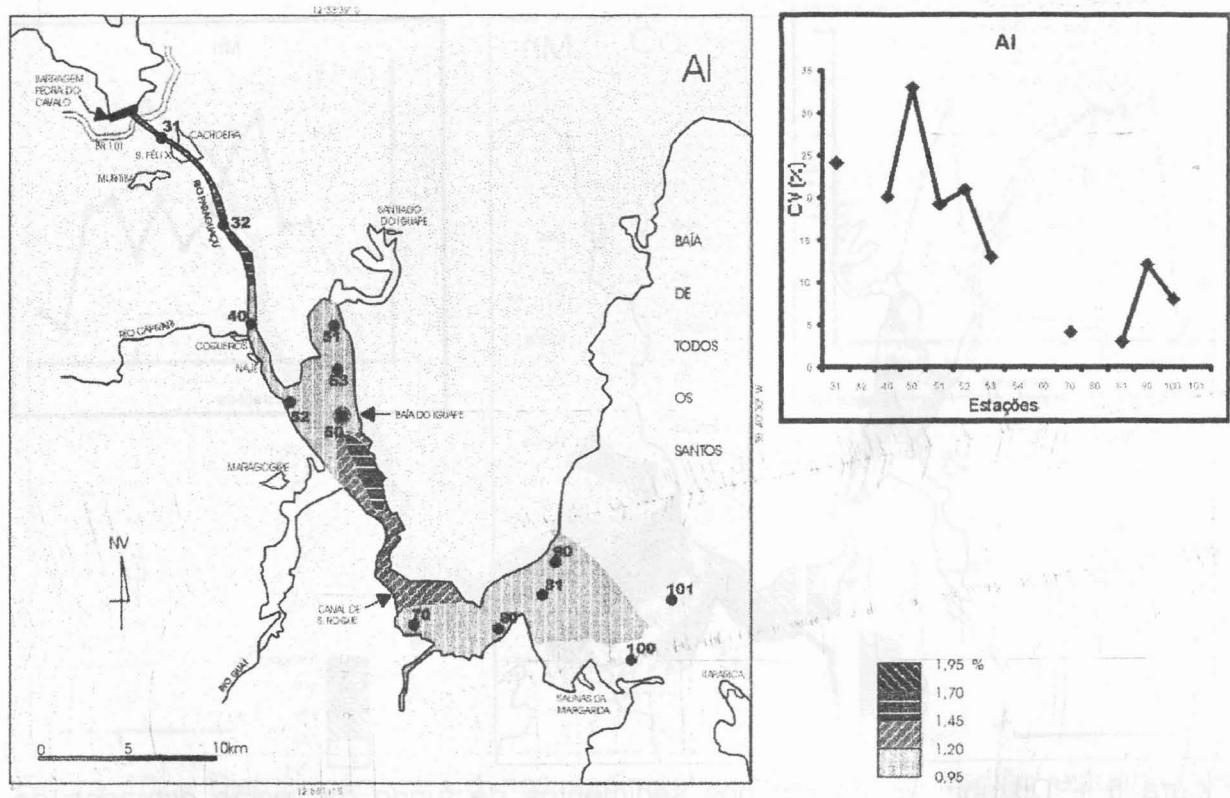


Figura 6 – Distribuição do AI nos sedimentos de fundo da região Estuarina do Paraguaçu.

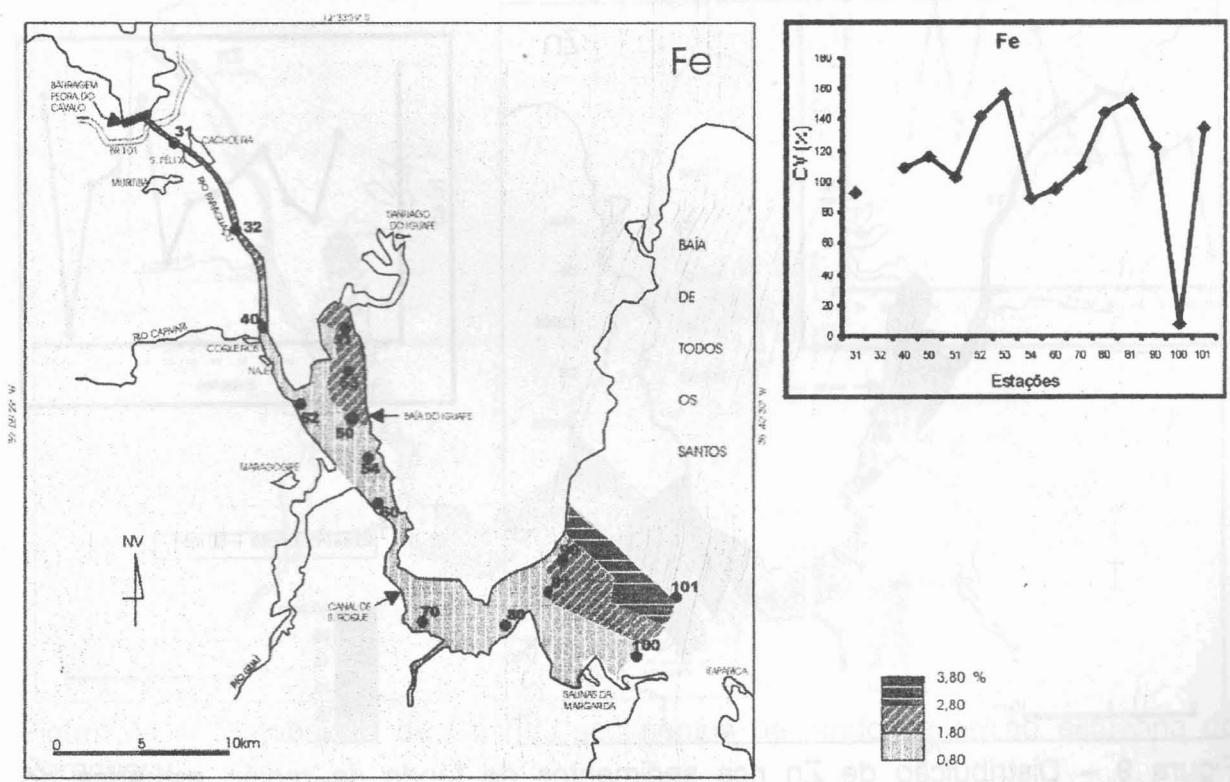


Figura 7 – Distribuição do Fe nos sedimentos de fundo da Região estuarina do Paraguaçu

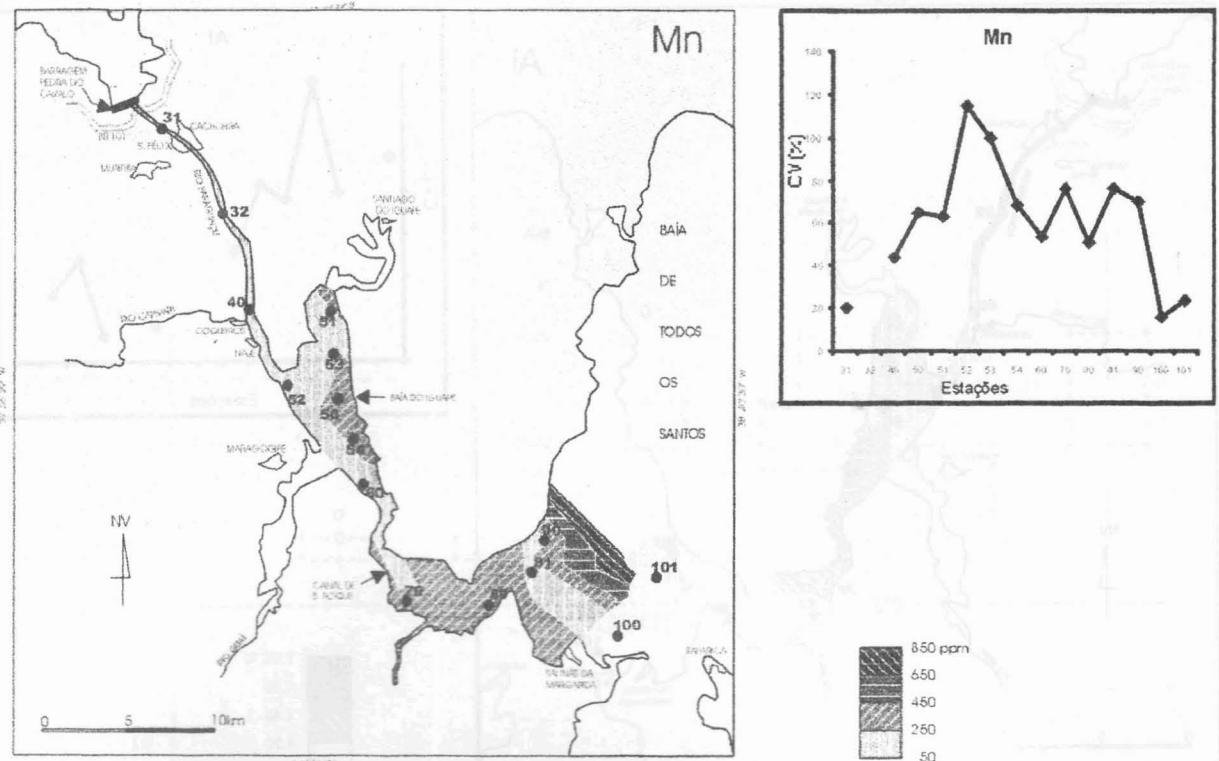


Figura 8 – Distribuição de Mn nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.

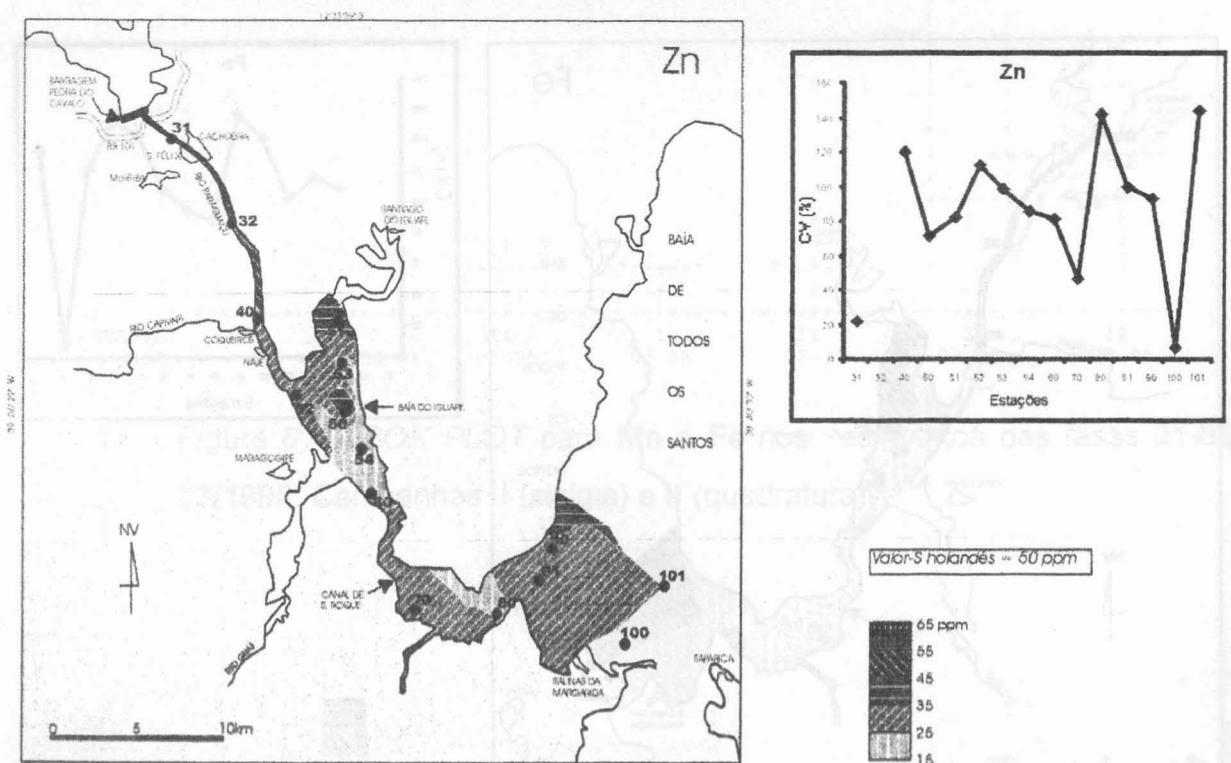


Figura 9 – Distribuição de Zn nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.

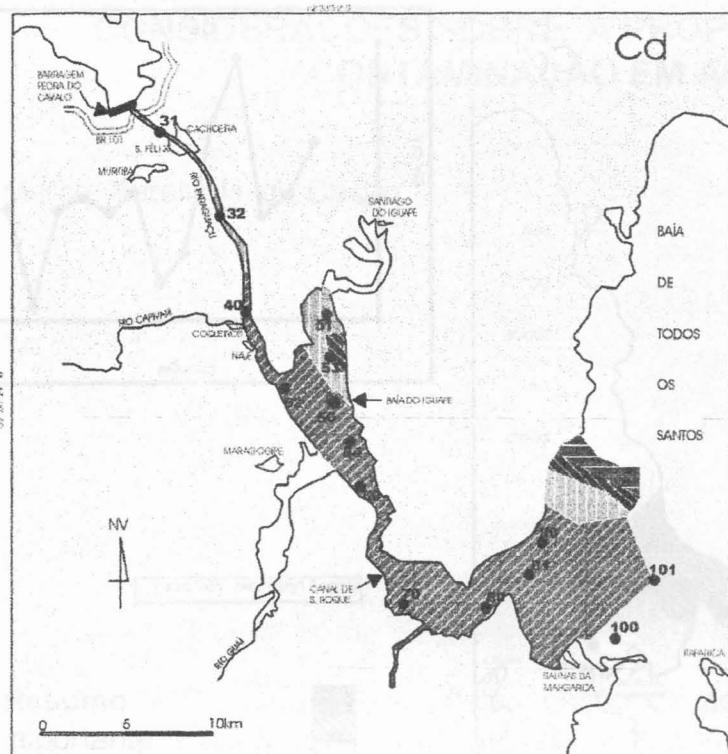


Figura 10 – Distribuição de Cd nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.

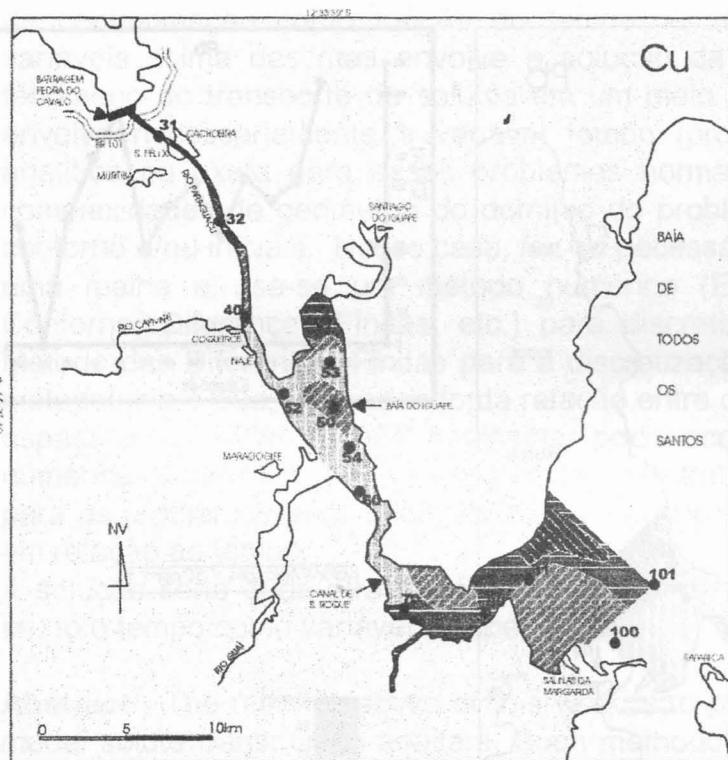


Figura 11 – Distribuição de Cu nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.

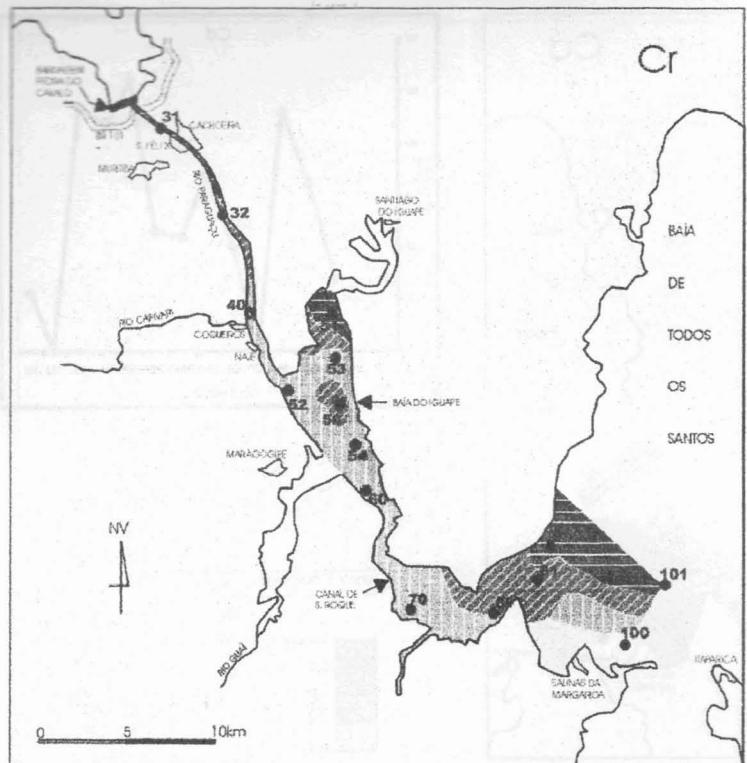


Figura 12 – Distribuição do Cr nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.

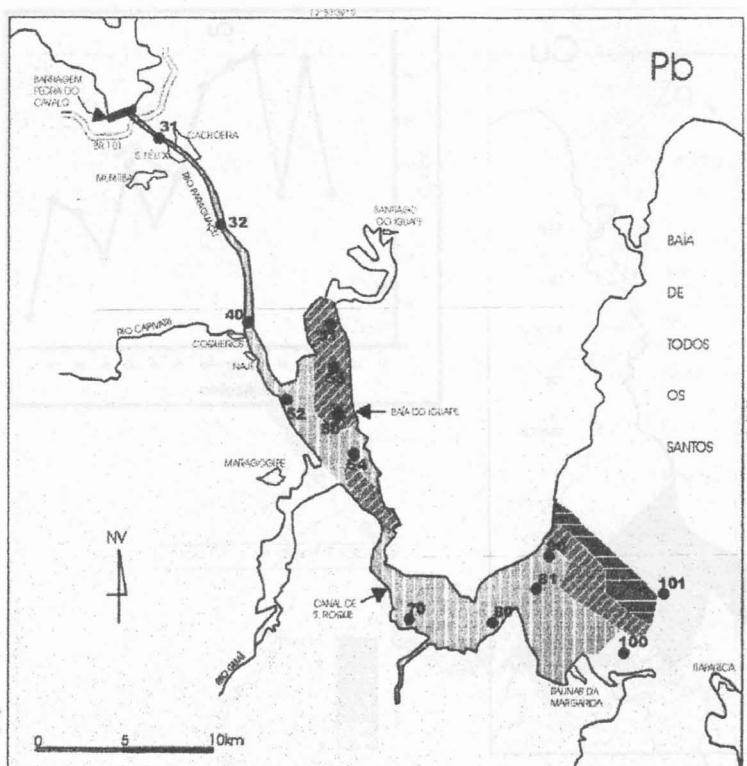


Figura 13 – Distribuição do Pb nos sedimentos de fundo da região estuarina do Paraguaçu.