

Ministério da Saúde  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
Escola Nacional de Saúde Pública



Contaminação do ambiente marinho por metais  
pesados e suas implicações sobre comunidades de  
pescadores artesanais

**Tese de Doutorado em Saúde Pública**

Autor: Paulo Guilherme da Silva Sá  
Orientador: Dr. Jonas Enrique Perales Aguilar

1999

Catálogo na fonte

Centro de Informação Científica e Tecnológica  
Biblioteca Lincoln de Freitas Filho

S111c

Sá, Paulo Guilherme da Silva

Contaminação do ambiente marinho por metais pesados e suas implicações sobre comunidades de pescadores artesanais. / Paulo Guilherme da Silva Sá. — Rio de Janeiro : s. n., 1999.

217p., il., tab., graf., map.

Orientador: Perales-Aguilar, Jonas Enrique  
Tese de Doutorado apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública.

1.Ambiente marinho. 2. Exposição ocupacional. 3. Resíduos industriais. 4.Metals pesados. 5. Poluição ambiental.

CDD - 20.ed. – 363.73

## DEDICATÓRIA

Aos meus filhos, Tainá e Guilherme

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jonas Enrique Perales Aguilar (DFF-IOC/FIOCRUZ), orientador da tese, por ter aberto as portas de seu laboratório.

Ao Dr. Haity Moussatché, pelos ensinamentos transmitidos durante o convívio diário no laboratório (em memória).

À Dra. Aída Hasson Volock (IBFCCF/UFRJ), pelas sugestões científicas e pela cessão de equipamentos laboratoriais.

À minha esposa, Lilian Ayres Sá (IBFCCF/UFRJ), pelo auxílio nos trabalhos laboratoriais e pelas sugestões metodológicas.

Ao Dr. Josimar Ribeiro de Almeida (IB/CCS/UFRJ), pelo incentivo e contribuição na montagem da idéia do projeto.

Aos Drs. Lúcio Ronaldo Cardoso e Maurilo Leite Jr, (HU/UFRJ), pelo auxílio na elaboração e análise dos questionários de anamnese.

À minha esposa, Lilian Ayres Sá (IBFCCF/UFRJ), pelo auxílio nos trabalhos laboratoriais e pelas sugestões metodológicas.

À Prof. Carla e equipe do Instituto de Geociências da UFRJ, pelo auxílio nos trabalhos de georreferenciamento das imagens apresentadas nesta tese.

Ao Dr. Josino Costa Moreira (CESTEH/ENSP/FIOCRUZ), pelas sugestões científicas e cessão do laboratório para análise de metais.

Ao CESTEh, pelas análises de metais realizadas por Fátima Moreira, MsC., e Regina de Almeida Gomes.

Ao Centro de Saúde Escola Germano Sinval Faria (ENSP/FIOCRUZ), pela cessão de equipe para coleta de campo e análises laboratoriais, e em especial a Sônia de Oliveira, Selma do Rosário Lima, Tereza Cristina Wolf, Jaluzi Maria B. de Almeida, Luciane Almeida Silva, Luiz Augusto Baptista, Simone Marques Souza, Rianny da Silva Silveira.

À Dra. Silvana do Couto Jacob (INCQS/FIOCRUZ), pela realização das análises de metais na biota.

Ao Laboratório de Produção e Tratamento de Imagens (IOC/FIOCRUZ), através dos técnicos Genilton José Vieira, Heloísa Nogueira Diniz, Marcos Gustavo Ribeiro e Rodrigo Mexas, pelos trabalhos fotográficos e tratamento de imagens.

Aos companheiros de laboratório Richard, Surza, Simone, Ana Gisele, Keiko, Patrícia e Cristina, pelos momentos agradáveis.

Aos bioteristas Nelson Jorge do Rego e Edson Alvarenga, pelo carinho dispensado aos animais que dão a vida pela Ciência.

Ao Laboratório de Informática da ENSP/FIOCRUZ, pela cessão de espaço e equipamentos.

Aos professores da ENSP, em especial, ao Dr. Eliaz Szachna Cynamon, pelos ensinamentos transmitidos formal e informalmente.

Aos colegas de turma, por compartilhar as alegrias e os problemas do dia a dia.

À Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, pelo apoio material e pelos recursos humanos cedidos para os trabalhos de campo.

Ao Dr. Marcelo Arruda e ao técnico “Cidinho” (SMS/PMAR), pelo profissionalismo e companheirismo durante os trabalhos no Aventureiro.

À FEEMA, pela cessão da base física da RBEPS, onde foram realizadas as coletas de material biológico humano do Aventureiro.

À Prefeitura Municipal de Itaguaí, pela concessão de espaço físico na Ilha da Madeira.

À Associação dos Pescadores e Lavradores da Ilha da Madeira (APLIM), pelo apoio nos trabalhos de campo em geral, e pela amizade construída no decorrer dos contatos.

Aos pescadores artesanais, com admiração pelo trabalho árduo e nobre da profissão, e pela parceria agradável em terra e no mar.

## SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo I	
I.1 - O anzol anterior à enxada.....	4
I.2 - A pesca na Idade Média.....	5
I.3 - Profissão pescador.....	9
I.3.1 - Os pescadores artesanais.....	9
I.4 - Os operários do mar.....	9
Capítulo II	
II.1 - Perspectivas para a pesca no Brasil e no mundo.....	14
II.2 - A organização dos pescadores artesanais no Brasil.....	21
II.3 - Os pescadores da Baía de Sepetiba.....	24
II.4 - As mulheres do mangue.....	26
II.5 - A produção pesqueira da Baía de Sepetiba.....	27
Capítulo III	
III.1 - Ecossistemas costeiros.....	37
III.2 - Estuários.....	40
III.3 - Manguezais.....	41
III.4 - Manguezais brasileiros.....	44
III.5 - O estuário da Baía de Sepetiba.....	46
Capítulo IV	
IV.1 - A ocupação da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	48
IV.2 - Principais fontes de poluentes para a Baía de Sepetiba.....	53
IV.3 - Distribuição de metais pesados para a Baía de Sepetiba.....	57
IV.4 - As vias de acesso de metais pesados para a Baía de Sepetiba.....	62
IV.5 - As vias de acesso de metais pesados para a Praia do Aventureiro.....	66
IV.6 - O chumbo como elemento crítico potencial .....	68
IV.6.1 - Aspectos gerais.....	68

IV.6.2 - Vias de exposição.....	69
IV.6.3 - Absorção do chumbo.....	71
IV.6.4 - Mobilização do chumbo no organismo humano.....	72
IV.6.5 - Fatores influentes sobre os mecanismos de absorção e excreção do chumbo.....	74
IV.6.6 - Efeitos deletérios do chumbo sobre o organismo humano.....	77
IV.7 - O cádmio como elemento crítico potencial.....	79
IV.7.1 - Aspectos gerais.....	79
IV.7.2 - Vias de exposição.....	80
IV.7.3 - Absorção do cádmio.....	82
IV.7.4 - Mobilização do cádmio no organismo humano.....	82
IV.7.5 - Fatores influentes sobre os mecanismos de absorção e excreção do cádmio.....	83
IV.7.6 - Efeitos deletérios do cádmio sobre o organismo humano.....	84
IV.8 - O cromo hexavalente como elemento crítico potencial.....	87
IV.8.1 - Aspectos gerais.....	87
IV.8.2 - Vias de exposição.....	88
IV.8.3 - Absorção do cromo.....	90
IV.8.4 - Mobilização do cromo no organismo humano.....	90
IV.8.5 - Fatores influentes sobre os mecanismos de absorção e excreção do cromo.....	91
IV.8.6 - Efeitos deletérios do cádmio sobre o organismo humano.....	91
IV.9 - Metalotioneína: uma proteína ligante de metais.....	93
IV.9.1 - Aspectos gerais.....	93
IV.9.2 - Classificação e polimorfismo.....	95
IV.9.3 - Significância toxicológica.....	96
 Capítulo V	
V.1 - Objetivos gerais.....	100
V.2 - Objetivos específicos.....	100
 Capítulo VI	
VI.1 - Material e Métodos.....	101

VI.2 - Mapeamento das áreas de estudo através de técnicas de geoprocessamento.....	104
VI.3 - Caracterização das áreas de estudo.....	105
VI.3.1 - Bacia hidrográfica da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS).....	106
VI.3.2 - Caracterização sócio-ambiental da comunidade do Aventureiro.....	108
VI.3.3 - Condições de habitação.....	110
VI.4 - Bacia hidrográfica convergente para a Baía de Sepetiba.....	114
VI.4.1 - Caracterização sócio-ambiental da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	116
VI.5 - Definição dos grupos amostrais e levantamento sócio-ambiental.....	119
VI.5.1 - Hipóteses de trabalho.....	124
VI.6 - Exame clínico (anamnese).....	125
VI.7 - Coleta de material biológico humano.....	126
VI.8 - Análises laboratoriais.....	130
VI.9 - Análises estatísticas.....	131
VI.9.1 - Teste de Mann-Whitney.....	132
VI.9.2 - Correlação de Spearman.....	133
 Capítulo VII	
VII.1 - Biomonitoramento ambiental.....	134
VII.1.1 - Análises químicas.....	142
VII.2 - Preparação da fração citossólica.....	143
VII.2.1 - Passagem da amostra em coluna de gel filtração (Sephadex G-75).....	145
VII.2.2 - Cromatografia de troca iônica.....	145
VII.2.3 - SDS-PAGE (eletroforese em gel de poliacrilamida na presença de SDS).....	148
VII.2.4 - Preparação de anticorpos policlonais anti-metalotioneína de ostra de pedra pela técnica de implante de bola de golfe em coelho.....	150

## Capítulo VIII

VIII.1 - Discussão dos resultados de metabólitos e metais.....	159
VIII.1.1 - Comparação intergrupar de metabólitos e metais - teste de Mann Whitney.....	168
VIII.1.2 - Comparação intragrupal de metabólitos e metais - correlação de Spearman.....	174
VIII.1.3 - Relações entre as concentrações de metabólitos e metais.....	176
VIII.1.4 - Biomonitoramento ambiental.....	183
VIII.1.5 - Avaliação da metalotioneína como biomonitor.....	191

## Capítulo IX

IX.1 - Conclusões.....	195
Referências bibliográficas.....	200

## LISTA DE ABREVIATURAS

AC	...Antes de Cristo
anti-MT	...Anti-Metalotioneína
AOAC	...Association of Official Analytical Chemists
APLIM	...Associação dos Pescadores e Lavradores da Ilha da Madeira
APS	...Persulfato de Amônia
AS	...Coeficiente de Assimetria de Pearson
AV	...Aventureiro
BNDES	...Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CaEDTA	...Cálcio-Ácido Etileno Diamino Tetracético
Cd	...Cádmio
Cd-MT	...Cádmio-Metalotioneína
CdS	...Cádmio no Sangue
CdU	...Cádmio na Urina
CEASA	...Central de Abastecimento S.A.-RJ
CESTEH	...Centro de Estudos em Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana
CIDE	...Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro
CODIN	...Companhia de Distritos Industriais
Cr	...Cromo
CrU	...Cromo na Urina
DAB	...Tetrahydrocloro de Diaminobenzidina
DEAE	...Dietilaminoetil
dl	...Decilitro
DNA	...Ácido Desoxirribonucléico
EAS	...Elementos Anormais em Sedimentos
ECL	...Enhanced Chemiluminescence
EDTA	...Ácido Etileno Diamino Tetracético
ENSP	...Escola Nacional de Saúde Pública
ES	...Espírito Santo
FAO	...Food and Agriculture Organization
FEEMA	...Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FGTS	...Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FIOCRUZ	...Fundação Instituto Oswaldo Cruz
FIRJAN	...Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
g	...Gramas
G2-M	...Categoria de Embarcação Destinada à Pesca
GEOHECO	...Laboratório de Geohidroecologia
GPS	...Global Positioning System
Hepes	...N'-(2-Ácido Etano Sulfônico)di(N-2-Hidroxietil)Piperazina
IBAMA	...Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IEF	...Instituto Estadual de Florestas
IgG	...Imunoglobulina
IM	...Ilha da Madeira
IM-96	...Ilha da Madeira, coleta de 1996
IM-97	...Ilha da Madeira, coleta de 1997
INMET	...Instituto Nacional de Metrologia
INPH	...Instituto Nacional de Pesquisas Hidrológicas

ISME	...International Society for Mangrove Ecosystems
kDa	...Kilodalton
l	...Litro
LBE	...Limite Biológico de Exposição
LQ	...Limite Quantitativo do Aparelho
LTB	...Limite de Tolerância Biológica
M	...Molar
MA	...Maranhão
MBR	...Mineradoras Brasil Reunidas
mg	...Miligrama
µg	...Micrograma
mM	...Milimolar
MT	...Metalotioneína
NaCl	...Cloreto de Sódio
NaN <sub>3</sub>	...Azida Sódica
NC	...Nitrocelulose
nm	...Nanômetro
NR-7	...Norma Reguladora
Pb	...Chumbo
PBS	...Tampão Fosfato com Salina
PbS	...Chumbo no Sangue
PGB	...Policlonal Golf Ball
PM	...Peso Molecular
PMAR	...Prefeitura Municipal de Angra dos Reis
PMSF	...Polimetil Sulfatil Fluoreto
PPAG	...Potencial Poluidor Teórico em Relação à Água
PPAR	...Potencial Poluidor Teórico em Relação ao Ar
PPG	...Potencial Poluidor Teórico Geral
PR	...Paraná
PV	...Peso Vivo
PVA	...Polivinil Acetileno
PVDF	...Fluoreto de Polivinilideno
RBEPS	...Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul
RBP	...Retinol Binding Protein
RJ	...Rio de Janeiro
rpm	...Rotações por Minuto
SDS	...Dodecil Sulfato de Sódio
SDS-PAGE	...Eletroforese em Gel de Poliacrilamida na Presença de SDS
SNVS/MS	...Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde
SP	...São Paulo
SUDEPE	...Superintendência de Desenvolvimento da Pesca
TBS	...Tampão Tris/HCl com Salina
TEBIG	...Terminal Petrolífero da Baía da Ilha Grande
TM	...Toneladas Métricas
Tris	...Tri-(Hidroximetil)Aminometano
Tween 20	...Monolamato de Polioxietilenosorbitano
UFRJ	...Universidade Federal do Rio de Janeiro
V/V	...Volume por Volume
VALESUL	...Subsidiária da Companhia Vale do Rio Doce
WHO	...World Health Foundation

Z-14	...Colônia de Pesca de Pedra de Guaratiba
Z-15	...Colônia de Pesca de Sepetiba
Z-16	...Colônia de Pesca de Itacuruçá
ZEE-RJ	...Programa de Zoneamento Econômico e Ecológico do Estado do Rio de Janeiro
ZEI	...Zona de Uso Estritamente Industrial
Zn	...Zinco
Zn-MT	...Zinco-Metalotioneína
ZPE	...Zona de Processamento de Exportação
ZUD	...Zona de Uso Diversificado
ZUPI	...Zona de Uso Predominantemente Industrial

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A rede da pesca no território brasileiro.....	18
Figura 2	Distribuição dos manguezais na costa brasileira, por Unidades da Federação.....	45
Figura 3	Localização das ZUPIs e ZEIs na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	50
Figura 4	Potencial poluidor das indústrias localizadas na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	56
Figura 5	Caminhos críticos dos metais pesados através dos vários elos da cadeia trófica em sistema aquático aberto.....	60
Figura 6	Períodos de atividade humana interferindo na concentração de minerais na RBEPS.....	66
Figura 7	Árvore de decisão e método de abordagem A .....	103
Figura 8	Árvore de decisão e método de abordagem B.....	135
Figura 9	Protocolo de isolamento da fração citossólica segundo Viarengo <i>et al.</i> , 1989.....	144
Figura 10	Cromatografia de gel filtração (SEPHADEX-G75) do <i>pellet</i> final (80% acetona) da fração citossólica do tecido mole de <i>Crassostrea brasiliana</i> , frações de 4ml.....	146
Figura 11	Cromatografia de DEAE-SEPHACEL do <i>pool</i> de MT extraído da coluna de gel filtração (SEPHADEX-G75) com gradiente de NaCl 150 a 600mM.....	147
Figura 12	Amostra de ostra de pedra ( <i>Crassostrea brasiliana</i> ) DEAE-SEPHACEL em SDS-PAGE 18%.....	149
Figura 13	Punções do antígeno anti-MT1 em gradiente de SDS-PAGE 10 a 18%.....	149
Figura 14	<i>Dot blotting</i> para definição da diluição ideal do anticorpo (1:20).....	156
Figura 15	<i>Imunoblotting</i> da anti-MT-1 SDS-PAGE 18%.....	158
Figura 16	<i>Imunoblotting</i> da anti-MT-2 SDS-PAGE 18%.....	158

## LISTA DE FOTOS

Foto 1	Pluma de poluentes lançados na Baía de Sepetiba.....	129
Foto 2	Bagre ( <i>Arius spp.</i> ).....	139
Foto 3	Corvina ( <i>Micropogonia furnieri</i> ).....	139
Foto 4	Parati ( <i>Mugil curema</i> ).....	140
Foto 5	Tainha ( <i>Mugil platanus</i> ).....	140
Foto 6	Ostra de pedra ( <i>Crassostrea brasiliiana</i> ).....	141
Foto 7	Mexilhão ( <i>Mytella guayanensis</i> ).....	141
Foto 8	Incisão longitudinal na posição lombolateral para introdução da prótese. ....	152
Foto 9	Divisionamento do couro no sentido oposto à incisão para fixação da prótese.....	152
Foto 10	Sutura da incisão com fio <i>mononylon</i> 3-0.....	153
Foto 11	Cicatrização total da cirurgia e formação do granuloma envolvendo a prótese.....	153
Foto 12	Punção do soro pré-imune e inoculação do antígeno (bandas retiradas do gel SDS-PAGE a 18%).....	156
Foto 13	Fabricação das chumbadas utilizadas pelos pescadores.....	167
Foto 14	Método de lançamento da tarrafa para captura de peixes.....	167

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1a	Produção mundial da pesca continental e marinha.....	15
Gráfico 1b	Produção mundial da aquicultura continental e marinha.....	15
Gráfico 2	Evolução das capturas de pescado marinho na costa brasileira, por períodos quinquenais.....	16
Gráfico 3	Barcos de pesca (g-2m) registrados no IV Distrito Naval – RJ, por arqueação bruta, em 1998.....	29
Gráfico 4	Evolução das capturas de pescado realizadas por pescadores artesanais e industriais da Baía de Sepetiba, no período de 1985-1994.....	31
Gráfico 4a	Desembarques de pescado na Colônia Z-14 - Pedra de Guaratiba, no período de 1985-1996.....	32
Gráfico 4b	Desembarques de pescado na Colônia Z-15 - Sepetiba, no período de 1985-1996.....	33
Gráfico 5	Evolução da captura de bagre ( <i>Arius spp.</i> ) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), no período de 1985-1996.....	33
Gráfico 6	Evolução da captura de corvina ( <i>Micropogonia furnieri</i> ) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), no período de 1985-1996.....	34
Gráfico 7	Evolução da captura de pescadinha ( <i>Macrodon ancylodon</i> ) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), no período de 1985-1996.....	34
Gráfico 8	Evolução da captura de parati ( <i>Mugil curema</i> ) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), no período de 1985-1996.....	35
Gráfico 9	Evolução da captura de tainha ( <i>Mugil platanus</i> ) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), no período de 1985-1996.....	35

Gráfico 10a	Evolução da captura de camarão branco ( <i>Penaeus schimitti</i> ) por pescadores das colônias Z-14, Z-15 para o período de 1985-1996 (em kg).....	36
Gráfico 10b	Evolução da captura de camarão rosa ( <i>Penaeus paulensis</i> ) por pescadores das colônias Z-14, Z-15 para o período de 1985-1996 (em kg).....	36
Gráfico 11a	Distribuição da precipitação média mensal (barras) e da temperatura média mensal (linha), referente ao período 1970-1990, na Estação de Itaguaí/INMET.....	115
Gráfico 11b	Distribuição da precipitação média mensal (barras) e da temperatura média mensal (linha), referente ao período 1970-1990, na Estação Ilha Guaíba/INMET..	115
Gráfico 12a	Faixas etárias dos indivíduos nas comunidades amostradas - sexo masculino.....	120
Gráfico 12b	Faixas etárias dos indivíduos nas comunidades amostradas - sexo feminino.....	121
Gráfico 13	Idade mediana dos indivíduos nas comunidades amostradas, sexos masculino e feminino.....	122
Gráfico 14	Comparação intergrupar para concentrações de glicose.	169
Gráfico 15	Comparação intergrupar para concentrações de ácido úrico.....	170
Gráfico 16	Comparação intergrupar para concentrações de uréia.....	171
Gráfico 17	Comparação intergrupar para concentrações de creatinina.....	172
Gráfico 18	Comparação intergrupar para concentrações de proteínas totais.....	173
Gráfico 19	Comparação intergrupar para concentrações de chumbo em sangue.....	174
Gráfico 20	Comparação do consumo de proteína animal entre Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997) em média ponderada.....	181
Gráfico 21	Comparação do consumo de hortaliças entre Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997) em média ponderada.....	181

Gráfico 22	Comparação do consumo de cereais entre Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997) em média ponderada.....	182
Gráfico 23	Comparação do consumo de massas entre Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997) em média ponderada.....	182
Gráfico 24	Concentrações de zinco encontradas para as três coletas realizadas após o acidente.....	186
Gráfico 25	Concentrações de cromo encontradas para as três coletas realizadas após o acidente.....	188
Gráfico 26	Concentrações de zinco encontradas em fígado de peixes para as três coletas realizadas após o acidente.....	190

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1	Distribuição de concentrações de Cd (em $\mu\text{g/g}$ ) em amostras de sedimento de fundo da Baía de Sepetiba.....	64
Imagem 2	Distribuição de concentrações de Zn (em $\mu\text{g/g}$ ) em amostras de sedimento de fundo da Baía de Sepetiba.....	65
Imagem 3a	Localização da área de estudos da comunidade de pescadores da Praia do Aventureiro, na Ilha Grande.	107
Imagem 3b	Bacia de drenagem da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul.....	107
Imagem 4a	Local de lançamento de poluentes da Cia. Mercantil Ingá.....	129
Imagem 4b	Pluma de poluentes lançados na Baía de Sepetiba.....	129
Imagem 5a	Localização da área de estudos da comunidade de pescadores da Ilha da Madeira, na Baía de Sepetiba.....	136
Imagem 5b	Locais de coleta de materiais biológicos monitorados com GPS.....	136

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Volume de Recursos Liberados pelo BNDES para os Setores Pesqueiros e Agropecuários no Período de 1990/1996.....	20
Tabela 2	Número de Pescadores por Região e Estados em 1986.....	22
Tabela 3	Número de Pescadores Artesanais Registrados em Colônias e Associações de Classe que Atuam na Região da Baía de Sepetiba, Fevereiro/1998.....	24
Tabela 4	Principais espécies capturadas pela frota artesanal da Baía de Sepetiba, em kg/ano, 1985-1994.....	30
Tabela 5	Produção Artesanal Desembarcada por Petrecho de Pesca (em kg) na Colônia Z-14 - Pedra de Guaratiba, em 1995.....	31
Tabela 6	Produção Artesanal Desembarcada por Petrecho de Pesca (em kg) na Colônia Z-15 - Sepetiba, em 1995.....	32
Tabela 7	Zoneamento Industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	49
Tabela 8	Maiores Portos Operadores com Granéis Sólidos no Brasil – 1994.....	52
Tabela 9	Principais Atividades Econômicas Instaladas na Bacia Hidrográfica e Número de Trabalhadores Envolvidos.....	52
Tabela 10	Principais Fontes Poluidoras e os Compartimentos Ecológicos Afetados.....	54
Tabela 11	Concentrações de metais pesados em sedimentos de áreas naturais e impactadas, segundo vários autores.....	67
Tabela 12	Principais Métodos de Captura Utilizados pelos Pescadores.....	108

Tabela 13	Condições de Habitação .....	112
Tabela 14	Origem e Tratamento da Água Consumida pelas Comunidades de Pescadores Estudadas.....	113
Tabela 15	Dados Populacionais (domicílios) segundo os Municípios Integrantes da Bacia de Sepetiba – 1991.....	118
Tabela 16	Idade e Sexo segundo os Grupos Estudados.....	119
Tabela 17	Caracterização Geral dos Indivíduos.....	120
Tabela 18	Métodos Analíticos Adotados para Bioquímica e Sorologia.....	130
Tabela 19	Assimetria das Distribuições de Metabólitos e Metais nas Comunidades Amostradas, por Sexo.....	131
Tabela 20	Espécies da Cadeia Trófica Seleccionadas para Biomonitoramento (Informações do Questionário Aplicado).....	137
Tabela 21	Valores Máximos Encontrados para Metabólitos e Metais nas Comunidades Amostradas, por Sexo.....	159
Tabela 22	Valores Mínimos Encontrados para Metabólitos e Metais nas Comunidades Amostradas, por Sexo.....	160
Tabela 23	Valores Medianos Encontrados para Metabólitos e Metais nas Comunidades Amostradas, por Sexo.....	160
Tabela 24	Distribuição dos Hábitos de Beber e Fumar entre os Grupos Estudados (AV, IM/96 e IM/97).....	163
Tabela 25	Valores Significativos (r e P) Encontrados na Correlação de Spearman, para Metais e Metabólitos, nas Comunidades Amostradas.....	175
Tabela 26	Média Ponderada do Consumo Semanal de Itens Alimentares na Praia do Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997), em Proporção de Indivíduos.....	178

Tabela 27	Exame Físico, Elementos Anormais e Sedimentoscopia da Urina nos Grupos Amostrados.	180
Tabela 28	Concentração de Metais Pesados em Tecidos das Espécies Analisadas em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Peso Úmido ( <i>Screening</i> ).....	183
Tabela 29	Concentração de Metais Pesados em Tecido Mole de Moluscos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Peso Úmido.....	184
Tabela 30	Concentração de Metais Pesados em Tecido Muscular de Peixes em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Peso Úmido.....	184
Tabela 31	Concentração de Metais Pesados em Fígado de Peixes em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Peso Úmido.....	185
Tabela 32	Proporção das Concentrações de Metais entre o Fígado e o Tecido Muscular de Peixes, nos Períodos Amostrados após o Acidente.....	190

## RESUMO

Os problemas ambientais se caracterizam pelo conjunto de fatos que são levantados nos estudos de meio ambiente, incluindo o diagnóstico dos processos que ali se desenvolvem, as conseqüências além dos limites geográficos (área de influência), as considerações acerca das ações específicas e políticas gerais aplicadas a tais sistemas. A Saúde Pública, quando relacionada à questão ambiental, apresenta-se sob diversas facetas e pontos de vista, cabendo-nos portanto a opção por uma ou mais direções de trabalho, visando sempre o esclarecimento das inter-conexões homem-natureza-desenvolvimento-saúde, em suas múltiplas acepções.

O principal objetivo deste estudo foi promover um acompanhamento sistemático da contaminação ambiental na região sul do Estado do Rio de Janeiro (Costa Verde), impactada com resíduos industriais contaminados com metais pesados, em conseqüência de décadas de atividades industriais potencialmente poluidoras por resíduos tóxicos.

Procuramos estudar duas áreas distintas, sendo uma delas sabidamente contaminada por metais pesados, e outra considerada como isenta de poluição de origem antrópica. Para este fim, foram realizadas diversas análises referentes à presença de metais pesados no sistema biótico marinho, assim como nas populações humanas residentes no entorno. Estas análises demonstraram que certas espécies da biota, assim como determinados órgãos destas espécies, oferecem riscos à saúde das populações humanas que os consomem com regularidade; foi também demonstrado que algumas espécies apresentam grande potencial como biomonitoras de metais específicos.

Os resultados obtidos demonstraram, também, que mesmo áreas livres de contaminação de origem antrópica podem apresentar vias de exposição a poluentes, tais como metais pesados, relacionadas à exposição ocupacional e/ou recreacional. Portanto, a determinação prévia de grupos expostos em oposição a grupos controle deve ser repensada, por gerar um *bias* evidente quando nos deparamos com situações complexas, simplesmente por serem reais.

## ABSTRACT

Environmental problems are characterised by the group of facts that are revealed in the environmental studies, including the diagnosis of the environmental processes which there are developed, their consequences beyond the geographical limits (influence area), and the considerations about the specific actions and general politics applied to such systems. The Public Health, when related to the environmental subject, shows itself under several facets and points of view, in such a way that we must choose one or more research directions. These directions must always have the aim of make clear the inter-connections between the man, the nature, the social and economical development and the health, in its multiple meanings.

The main objective of this study was to promote a systematic accompaniment of the environmental contamination in the south region of the Rio de Janeiro State (Costa Verde), which was impacted by industrial residues contaminated with heavy metals, in consequence of decades of industrial activities potentially pollutants by toxicant residues.

Two distinct areas were studied, being one of them known as contaminated by heavy metals, and another area, considered as exempt of pollution of human origin. With such intention, several analyses referring to heavy metals presence in the marine biotic system were accomplished, as well as in the human populations resident in the neighbourhood. These analyses demonstrated that certain species of the biota, as well as certain organs of these species, offer risks to the health of human populations that regularly consume them; it was also demonstrated that some species show a great potential as biological monitors for specific metals.

The obtained results demonstrated, also, that even non contaminated areas may present heavy metals exposure sources, related to occupational and/or recreational exposure. Therefore, the previous determination of exposed groups in opposition to control groups must be rethought, as it generates an evident bias when we face complex situations, simply because they are real.

## INTRODUÇÃO

A integração de diferentes especialidades na produção do conhecimento em problemas ambientais coloca-se, em termos racionais, como um novo paradigma científico a ser seguido. A interdisciplinaridade surge como uma necessidade premente, em um momento da História onde, parafraseando Protágoras, alguns homens são a medida de todas as coisas, e os recursos da natureza tornaram-se *chremata* - coisas de uso. Esta apropriação do mundo físico-biológico, impensável no pensamento grego clássico em virtude de seu desprezo por qualquer forma de utilitarismo sistemático (Arendt, 1995), tomou dimensões gigantescas, conduzindo ao debate mundial o que hoje se denomina 'questão ambiental'.

Por questão ambiental, pode-se entender a contradição fundamental que se estabeleceu entre os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem, marcadamente a partir do século XVIII, e a sustentação deste desenvolvimento pela natureza. A partir da revolução industrial, a velocidade de produção de rejeitos da sociedade, o avanço da urbanização e a força poluidora das atividades industriais superaram em muito a capacidade regenerativa dos ecossistemas e a reciclagem dos recursos naturais renováveis, exaurindo os demais recursos naturais e não renováveis (Toynbee, 1982).

Este é um dos principais desafios que caracterizam o desenvolvimento sustentável, o qual, além de levar em conta a questão da equidade entre indivíduos e regiões, se ocupa também da discussão do binômio Sociedade/Natureza. O principal dilema está em utilizar os recursos naturais em benefício da sociedade, respeitando o equilíbrio ecológico e mantendo as reservas dos recursos esgotáveis, tendo em vista as necessidades das futuras gerações. Dentro desta ótica, concebe-se o ambiente como um sistema aberto que integra o social e o natural, com suas múltiplas interações, não podendo este continuar a ser entendido como algo à parte do desenvolvimento humano.

Sendo assim, o ambiente coaduna-se com a idéia de dimensões diversas: ele é o produto da relação homem-meio/sociedade-natureza; e é, simultaneamente, espaço e tempo, natural e social, representação (concepção) e realidade concreta.

As representações de uma sociedade em relação à natureza são mediadas pelo grau de percepção que esta possui quanto às suas limitações e potencialidades, decorrentes dos recursos tecnológicos disponíveis e das demandas sobre os recursos naturais, incluindo-se aí o próprio espaço como recurso limitado ou escasso (Corrêa Galvão, 1992). Considerando a interação existente entre natureza e sociedade, percebe-se claramente a história da ocupação da cidade do Rio de Janeiro como concretização da interseção das limitações do quadro natural e o processo de conquista humana sobre o espaço (Abreu, 1992).

A característica do uso do solo nesta cidade tem sido a luta pelo espaço e a tentativa de superação das distâncias geradas pelo crescimento frente às condições especiais do seu meio físico, isto é: mares, montanhas, baixadas pantanosas, mangues e florestas (Cohen, 1993). A superação de barreiras físicas foi sendo ditada pelo crescimento urbano e pela abertura de novos espaços, o que se deu pela drenagem de alagados, aterros de manguezais e desmontes de morros, principalmente.

O crescimento demográfico e a intensa urbanização e industrialização que vêm ocorrendo na região costeira, por exemplo, apontam para o aumento do quadro de carências já presente nos dias atuais, além da possibilidade de poluição acidental por derramamentos, vazamentos, emanações não controladas, entre outros, assim como a contaminação ambiental por lançamentos industriais de gases, material particulado, efluentes líquidos e resíduos sólidos (Egler, 1996).

Dentro de uma concepção orientada para o aspecto econômico do problema, há sempre um preço a ser pago pela ocupação do espaço, mesmo quando não ocorrem pressões demográficas sobre ele. Neste caso, o preço equivale ao custo das oportunidades de seu uso, sendo pago através da inversão de recursos para reduzir os agravos à saúde das populações expostas aos impactos ambientais.

O crescimento demográfico, aliado ao aumento da demanda de bens de consumo primários e secundários, é intimamente dependente de um processo de industrialização e utilização de recursos naturais de proporções sem precedentes na história humana. O resultado de tal processo tem sido uma desorganização crescente dos ecossistemas naturais (Odum, 1971).

As áreas estuarinas e costeiras têm sido transformadas em locais ideais para a instalação de complexos portuários industriais, assim como de grandes concentrações urbanas atraídas pelo seu desenvolvimento (So, 1978); o estuário da Baía de Sepetiba vem sendo considerado como a região mais promissora para o desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro no contexto do Mercosul. A ampliação do Porto de Sepetiba irá transformá-lo no maior terminal marítimo do continente americano no Hemisfério Sul, de modo que as áreas situadas próximas à baía receberão um aporte de complexos industriais e urbanos, que poderão em futuro próximo superar a capacidade de suporte dos sistemas aquáticos. A força poluidora que estes complexos irão exercer sobre o ecossistema costeiro poderá colocar em risco as populações humanas (ocupacionais ou não), uma vez que as chances de acidentes industriais e navais irão aumentar proporcionalmente, caso não haja uma concepção orientada para o aspecto econômico e social do problema. Haverá sempre um preço a ser pago pela superação das barreiras físicas para a ocupação dos espaços; neste caso, o preço equivale ao custo de oportunidades do seu uso, e é pago de diversas formas, como pelos riscos em que se incorre em expor populações humanas a ambientes contaminados.

Para a população que retira seu sustento da pesca e coleta de moluscos em ambientes contaminados, a intoxicação por metais pesados pode ser secundária em relação à sobrevivência de cada dia. No entanto, não se justifica que, por essa razão, se fuja ao debate e à busca de soluções alternativas que passem ao largo dos tradicionais paliativos. Esse é o momento de trazer à cena o próprio 'desenvolvimento' e questioná-lo - por quê, para quê, e principalmente, para quem.

## CAPÍTULO I

### I.1 - O Anzol Anterior à Enxada

De acordo com indicações arqueológicas, a pesca representou uma importante fonte de alimento para as sociedades pré-históricas, em períodos anteriores ao aparecimento da agricultura. Jean Marie Auel, arqueólogo francês, em um romance intitulado “The clan of the cave bear”, faz referência ao uso de redes de arrasto pelo “*Homo sapiens neanderthalensis*”, embora não haja dúvida de que, anteriormente à captura do pescado, o homem primitivo fosse um coletor de moluscos e crustáceos. Segundo Diegues (1983), os restos de cerâmica, cascas de ostras e mexilhões encontrados na Escandinávia atestam a importância dos moluscos na alimentação humana no período paleolítico, e somente ao final deste período teria sido inventado o anzol, o que representou um grande avanço na tecnologia de captura de pescado. Somente no período neolítico a tecelagem primitiva possibilitaria o aparecimento das primeiras redes de pesca.

Tanto na Grécia quanto no Egito antigos, Heródoto afirma que o consumo de peixe era considerável. O mesmo se aplica ao Império Romano, principalmente a partir da Era Cristã, quando se criaram leis que prescreviam dias em que somente se devia consumir pescado. Os peixes, conservados em azeite, eram transportados nas embarcações mais velozes da época, sendo a pesca mais comum no Mediterrâneo a do atum, embora se pescasse também sardinha, lagosta, baleia, etc. Também dessa época já existem indicações de cultivo de ostra sobre telhas, na Provença (Diegues, 1983).

É preciso destacar que a pesca era uma atividade exercida por escravos, em sua maioria, sendo o comércio, porém, controlado por negociantes especializados.

## I.2 - A Pesca na Idade Média

Foi na Idade Média que a atividade pesqueira conheceu um grande avanço tecnológico; no primeiro momento, a pesca se realizava no interior das propriedades feudais, estando ligada à agricultura e praticada principalmente nos lagos, lagoas e zonas costeiras. Na Inglaterra e na França, o servo camponês costumava pagar a renda da terra em peixe ao senhor feudal (Herubel, 1928).

Os monges cristãos, em função de uma demanda crescente por pescado provocada pelo avanço do cristianismo, passaram a estimular (inclusive financeiramente) a pesca e a fabricação de redes, sendo que estas eram muitas vezes produzidas artesanalmente nos próprios mosteiros (Diegues, 1983).

De acordo com Boyer (1967), o peixe entrou definitivamente na alimentação popular entre os séculos VII e X; nas áreas rurais distantes da zona costeira, consumia-se pescado salgado (arenque, atum salgado e carne de baleia), enquanto para a aristocracia feudal eram reservados o salmão, a lagosta e outros pescados finos. O arenque, para Boyer, foi o “fundador” de todas as cidades e portos de pesca do Mar do Norte e da Mancha.

No segundo momento, a pesca deixa o cenário rural para ser exercida principalmente nas cidades medievais. A República de Veneza, por exemplo, foi formada em 685 pela reunião de 72 pequenas cidades de pescadores e marinheiros do Adriático (Diegues, 1983). Nos séculos X e XI introduziu-se o cultivo extensivo de pescado (*piscarie*) na França e no Adriático, através do qual entradas de estuários e pequenas baías eram cercadas a fim de formar açudes. Os peixes que aí ficavam retidos eram naturalmente alimentados pelos nutrientes estuarinos, de acordo com o fluxo da maré. Procedimento idêntico pode ser observado ainda hoje no litoral nordestino, sob o nome de viveiros.

Na alta Idade Média, no entanto, a pesca era praticada de maneira intensiva, de maneira que já no século IX foi criada uma legislação específica para a proteção dos alevinos de salmão. A baleia, então, era largamente capturada; sua carne era salgada e muito utilizada como alimento para os exércitos e a tripulação dos navios, ao passo que o óleo servia como combustível para iluminação (Diegues, 1983).

A partir dos séculos X e XI, começaram a ser formadas as corporações e confrarias de comerciantes de pescado na Europa; na França, existiam corporações distintas para os mercados de peixes de água doce e marinhos. De acordo com Herubel (1928), no final do século XI o arenque já se tornara um meio de troca na Bolonha; sua pesca se realizava através do sistema de contrato entre um burguês da cidade e um mestre de barco, pelo qual o primeiro adiantava o capital necessário à construção e armamento da embarcação. O mestre, por sua vez, entregava ao burguês uma parte do lucro da venda do peixe, por quilo de arenque pescado; na repartição da produção, o barco e o mestre tinham direito a uma parte, e os pescadores a outra, sendo a venda feita por leilão, na presença de um magistrado local (Herubel, 1928). Hoje, o armador dos barcos artesanais não difere muito deste financiador, e da mesma forma, o sistema de “partes” vigente entre muitos pescadores brasileiros se assemelha ao do século XI.

Outra técnica de conservação, surgida no século XIV, foi a preparação do arenque em salmoura, que incentivou o desenvolvimento da pesca pela maior facilidade de transporte para as cidades do interior. Outro fator de estímulo à atividade pesqueira foi a conversão dos povos eslavos e escandinavos ao cristianismo, por volta do século XI, provocando um aumento de demanda por pescado e conseqüentemente estimulando as capturas (Diegues, 1983).

A pesca do arenque se tornou tão vital para várias cidades do Mar do Norte e Mar Báltico, que a Liga Hanseática, criada em 1241, passou a controlar o seu comércio através do monopólio. A Liga financiou a pesca do arenque, estocou a produção e fixou o seu preço, o que provocou conflitos com barcos de pesca não associados. Este aumento de escala da produção refletiu-se também no aumento do poder de captura dos petrechos de pesca, assim como no tamanho das embarcações, que passaram a dispor de maior autonomia para se distanciar da costa à procura dos cardumes.

O avanço da tecnologia levou ao desenvolvimento das grandes redes de cerco e deriva; no início do século XV, já se juntavam diversas redes para a captura, e no final deste mesmo século surgiram grandes redes formadas por até 50 panos, com 300 pés de comprimento e nove pés de altura cada uma (Diegues, 1983).

No século XIV, estabeleceu-se o primeiro tratado sobre permissão de pesca entre os reis da Inglaterra, da Dinamarca, os condados de Flandres e Holanda. Um século mais tarde, as frotas pesqueiras passaram a ser classificadas por nacionalidade, e a pesca noturna foi proibida. Finalmente, a competição pelo pescado tornou-se tão intensa que os “senhores” da pesca da baleia no Mar do Norte foram expulsos da região pelos holandeses, indo aventurar-se já no Atlântico (Smith, 1971).

A atividade pesqueira foi, sem dúvida, a precursora das grandes navegações, estimulando o desenvolvimento de técnicas de construção naval e despertando a necessidade de novas conquistas através dos mares, como foi referido acima. A maior sofisticação tecnológica da navegação possibilitou ao homem a descoberta de novas terras, assim como o conhecimento de técnicas pesqueiras adotadas por comunidades primitivas, e seus instrumentos rudimentares, ainda que altamente especializados, de captura.

Nesse momento, ocorreu um intercâmbio de tecnologia entre o Velho e o Novo Mundo; *pari passu* à introdução das técnicas européias nas novas colônias conquistadas, estas também contribuíram com adaptações às suas condições ecológicas à tecnologia das metrópoles. Houve então choques culturais quanto à percepção da atividade pesqueira; de um lado, a visão capitalista dos armadores europeus com suas técnicas de produção em escala e métodos de conservação, e de outro lado, os nativos e seus instrumentos rudimentares, embora altamente seletivos e adaptados à pesca de subsistência, similares aos utilizados no final do paleolítico (Diegues, 1983).

Este conflito permanece até os dias de hoje, agravado pelo quadro de crescente degradação ambiental que se observa na região costeira brasileira. No embate entre a tecnologia moderna – que muitas vezes é a mais predatória, e os métodos tradicionais de captura, ambos perdem, face à limitação natural dos recursos pesqueiros.

Passaram-se cinco séculos após os primeiros contatos entre os pescadores europeus e os nativos; novas técnicas foram introduzidas no setor pesqueiro, equipamentos modernos foram desenvolvidos tanto para o setor produtivo como também para as indústrias de processamento, acompanhando sempre a demanda de mercado por produtos de organismos aquáticos. Entretanto, essa modernização não foi absorvida pelas comunidades de

pescadores artesanais; estes continuam praticando a pesca tradicional de subsistência, como foi observado entre os pescadores-lavradores, que ainda mantêm as mesmas características dos camponeses-pescadores da Idade Média. Incluem-se entre estas características a subordinação aos interesses dos mais poderosos, a dependência, em muitos casos, e a carência de força política para lutar por seu direito a um ambiente não degradado.

### I.3 - Profissão Pescador

#### I.3.1 - Os Pescadores Artesanais no Brasil

Pouco se conhece do pescador litorâneo brasileiro além das imagens idílicas dos jangadeiros do Nordeste, dos caiçaras do litoral paulista ou dos pescadores-andorinhas de Santa Catarina. E, no entanto, diante das rápidas transformações por que passa o litoral brasileiro, a imagem folclórica do pescador cede lugar a uma outra: a de um pequeno produtor acossado por processos econômicos e ecológicos que muitas vezes escapam ao seu controle, pela pauperização biológica do meio marinho, pela urbanização intensa que lhe rouba mesmo os pedaços de praia onde desembarca o pescado, e pela competição dos barcos mais potentes, nacionais ou estrangeiros. As opções que lhe restam são poucas: abandonar a profissão e juntar-se ao exército de desempregados nas áreas urbanas, vender seus raros instrumentos de produção e embarcar nos grandes navios de pesca como tripulante, ou vegetar nas ilhas da miséria e da economia de subsistência. (Diegues, 1983)

A natureza e os homens estão indissolúvelmente ligados no mesmo destino. A ecologia é uma questão de qualidade de vida para todos, mas, simplesmente, uma questão de vida ou morte para os pescadores artesanais. (Leroy, 1988)

### I.4 - Os Operários do Mar

Os pescadores artesanais e os pescadores-lavradores (caiçaras) compartilham um universo ao mesmo tempo idêntico e diferente. Isso se verifica pelo fato de que ambos são produtores independentes; ambos dependem dos proprietários não-pescadores e dos comerciantes (atravessadores), nenhum deles possui o poder econômico e por isso são dominados, e ambos conservam ainda, em maior ou menor grau, a propriedade dos bens de produção e do saber-fazer/conhecer. Uns mais vinculados à terra, outros mais ligados ao mar (Diegues, 1983).

No litoral do Estado do Rio de Janeiro, ambos possuem formas de vida diferentes. Os pescadores-lavradores continuam a viver nas comunidades, nas praias distantes dos centros urbanos, onde com dificuldade alguns guardam a posse da terra onde fazem suas pequenas roças. Alguns tornam-se caseiros das propriedades que antes lhes pertenciam, e vêem com tristeza os filhos partirem para as cidades.

Os pescadores artesanais, pela maior vinculação com o mercado, moram na própria cidade, em bairros periféricos ou na sua proximidade. A cidade, no entanto, enquanto espaço físico e social para onde se encaminha o excedente da produção dos pescadores (lavradores ou artesanais), passa a ter um sentido diferente para uns e outros.

Para os pescadores-lavradores em vias de desaparecimento, a cidade é um lugar onde se vai algumas vezes ao ano, para fazer algumas compras, ou em caso de doença, e depois retornar para a roça.

Para os pescadores artesanais, a cidade é o mercado por excelência, onde no dia-a-dia se defrontam com os atravessadores no momento da venda do peixe. É ali também que vão procurar o combustível, o gelo, o óleo. É ali que habitam, geralmente em casas humildes, nos arredores da cidade, ou aglomerados na área do porto. Desapareceu a roça, mas ficou o mar, para o qual desde a infância aprendeu com o pai ou camaradas a sair todos os dias para buscar o peixe, que imediatamente é transformado em valor de troca. Em Guaratiba, Sepetiba e na Ilha da Madeira, os pescadores artesanais não comem o camarão e os peixes nobres devido aos altos preços de mercado para comercialização. Somente os peixes de baixo valor são consumidos em família (tainha, parati, pescadinha, bagre, corvina, e fauna acompanhante ou mistura), como será discutido adiante.

Enquanto os pescadores-lavradores vêem a cidade como um pólo de referência mais ou menos distante, os pescadores artesanais passam a integrar o meio urbano com os seus valores e os seus atrativos.

Para Ramos (1977), os pescadores podem ser classificados em dois grandes grupos, sob o ponto de vista de sua economia: a) pescadores de subsistência e b) pescadores comerciais.

Os pescadores de subsistência são homens que exploram a fauna do meio aquático apenas para complementar o suprimento alimentar da família.

Não visam qualquer comércio com o produto de suas pescarias e limitam-se, quando muito, a trocar os eventuais excedentes de suas capturas por outros artigos de alimentação e artefatos diversos.

Dentro de um âmbito tão restrito de atividade a sua tecnologia é, conseqüentemente, muito simples, de reduzido investimento e baixo rendimento, podendo mesmo ser rudimentar e dispensando, algumas vezes, até o uso de embarcações (tarrafas). Os exemplos mais típicos podem ser encontrados nas regiões isoladas do litoral do Nordeste e na Amazônia.

Os pescadores comerciais subdividem-se em:

- a) independentes ou autônomos (artesaniais)
- b) empregados ou assalariados (industriais)

No que se refere aos pescadores autônomos, estes representam uma evolução do pescador de subsistência, quando as condições ecológicas e econômicas permitem a este alcançar uma maior especialização e independência em relação ao ambiente em que vive. São, portanto, uma classe intermediária entre o pescador que só pesca para se alimentar, e aquele que exerce a atividade em caráter puramente profissional e especializado. Assim é que, nessa categoria, encontramos no mundo inteiro inúmeras variações e modalidades de especialização e de dependência com a atividade pesqueira.

Em relação à maior ou menor dedicação à atividade, ou dependência da mesma, a Foundation for Agriculture Organization (FAO) classifica os pescadores da seguinte maneira, para efeitos de uniformidade e comparação estatística internacional:

- a) Pescadores permanentes. Dedicam pelo menos 90% de seu tempo à pesca, obtendo rendimentos na mesma proporção.
- b) Pescadores parciais. Menos de 90%, porém mais de 30% de seu tempo ou rendimentos são dedicados à pesca ou provenientes dela.
- c) Pescadores ocasionais. Dedicam menos de 30% de seu tempo à atividade, e menos de 30% de seu rendimento é proveniente da pesca.

Essa classificação, que é fruto de observações efetuadas por inúmeros técnicos especializados da FAO, em todas as partes do mundo, sugere que

apenas uma parcela reduzida da população pesqueira mundial vive exclusivamente da atividade profissional, dedicando-se as outras classes, em maior ou menor grau, a atividades alternativas complementares, geralmente na área da agricultura, criação, serviços diversos, comércio, indústria, pequena navegação, etc.

No Brasil existem grandes divergências na definição de “pesca artesanal”. O critério adotado pela extinta Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), de embarcações com menos de 20 toneladas, é claramente insatisfatório, uma vez que nesta categoria se incluem muitas embarcações de pesca empresarial/industrial. Como resultado, as estatísticas de produção apresentam vieses.

Para Diegues (1988), pesca artesanal é aquela em que os pescadores autônomos, sozinhos ou em parcerias, participam diretamente da captura, usando instrumentos relativamente simples. A remuneração é feita pelo sistema tradicional de divisão da produção em “partes”, sendo o produto destinado preponderantemente ao mercado. Da pesca retiram a maior parte de sua renda, ainda que sazonalmente possam exercer atividades complementares. No entanto, os pescadores artesanais se distinguem dos pescadores-lavradores ou de subsistência, cuja atividade principal é agrícola e exercem a pesca principalmente para o consumo familiar.

A organização da produção artesanal se faz basicamente por dois sistemas: o de “quinhão” ou “partes”, e o de “aviamento”.

Pelo sistema de “partes”, o dono da embarcação e do equipamento recebe 50% da produção, sendo a outra metade repartida entre os pescadores. Este sistema é adotado para as pescarias de curto período, quando não há necessidade de maiores deslocamentos à procura dos cardumes, limitando-se às águas protegidas.

O mais importante é sem dúvida o sistema de “aviamento”, pelo qual o patrão da pesca, que em geral não participa da captura, adianta aos pescadores os gêneros alimentícios para o consumo em viagem e também da família que fica em terra. Os pescadores por seu lado se comprometem a entregar toda a produção a um preço estipulado, bem abaixo do preço de mercado. Neste sistema, os pescadores ficam totalmente dependentes do financiador.

Em muitos lugares são os donos das geleiras (barcos de transporte de gelo e mantimentos) os que compram a produção da pesca artesanal. Eles adiantam aos pescadores tanto os gêneros alimentícios, como o capital e instrumentos de pesca (Diegues, 1988).

Entre os pescadores que atuam na Baía de Sepetiba, observamos uma predominância do sistema de “partes”, uma vez que dificilmente as pescarias se estendem além dos limites das águas protegidas, e os períodos de captura não ultrapassam 24 horas consecutivas, devido à falta de infra-estrutura das embarcações para armazenar o gelo por períodos mais longos.

Por outro lado, os pescadores da Praia do Aventureiro que trabalham embarcados nas traineiras de Angra dos Reis adotam o sistema de “aviamento”, por motivos práticos; a grande distância entre o porto de embarque e desembarque de suas residências, os longos períodos de pescaria, a falta de capital para manter a família abastecida e a não-coincidência das rotas para os locais de captura com o caminho de casa. Esses fatores obrigam os pescadores a se submeterem a tal sistema de trabalho que, ao final da pescaria, descontados os adiantamentos, lhes rende muito pouco para o sustento de suas famílias.

A comercialização dos peixes capturados pelos pescadores artesanais, sobretudo os que vivem distantes das cidades, é feita na sua grande maioria por intermediários ou atravessadores. Na Ilha da Madeira, o peixe é comprado pelas peixarias que possuem infra-estrutura para armazená-lo em gelo. Em seguida, o peixe é vendido no varejo diretamente ao consumidor, ou no atacado para outros atravessadores que possuem caminhões frigoríficos de transporte, os quais revendem o produto na Central de Abastecimento S.A (CEASA) para as peixarias do Rio de Janeiro e para comerciantes das feiras livres da cidade. São raros os pescadores que conseguem estocar os produtos da pescaria em suas residências para venda direta ao consumidor, limitando-se basicamente ao camarão, que alcança melhor remuneração e compensa o preço do gelo, conservado em caixas de isopor.

## CAPÍTULO II

### II.1 - Perspectivas para a Pesca no Brasil e no Mundo

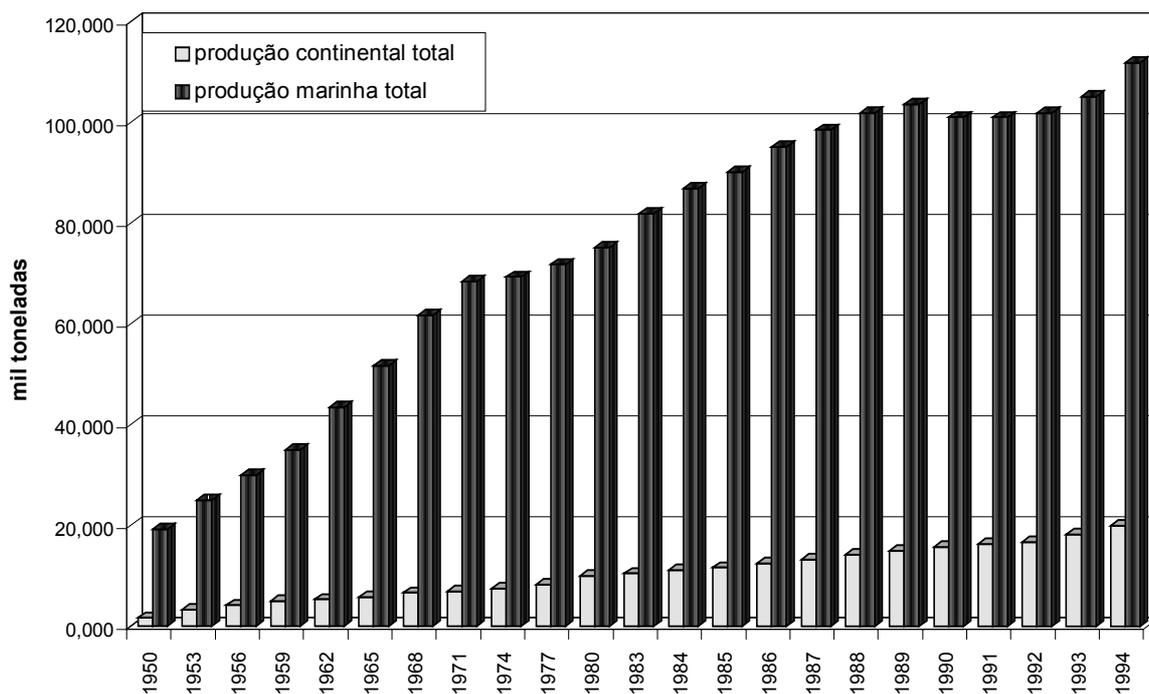
A pesca, uma das atividades econômicas mais antigas do homem, sempre desempenhou um papel relevante na alimentação humana, tendo apresentado crescimento acelerado depois da Segunda Guerra Mundial até os anos 80. Desde então verificou-se uma redução do ritmo de expansão da produção, devido a problemas como sobrepesca, poluição e degradação das áreas de reprodução.

A globalização crescente da economia e a expansão das informações afetam diretamente o setor pesqueiro mundial. Como consequência disto, os encarregados de formular e aplicar políticas nacionais neste setor comprovam que está-se invertendo a natureza e o âmbito de seu interesse. Atualmente são essenciais o seguimento e análise das novidades internacionais de forma mais sistemática. O crescimento da demanda de produtos da pesca, independente de onde se produza, pode influir na produção pesqueira de qualquer lugar do mundo, mediante mecanismos de inversão privada externa do comércio (FAO, 1996).

Em matéria de formulação de políticas para a produção de pescado, é insuficiente o mero conhecimento das condições nacionais deste setor. É necessário que seja considerado o contexto internacional com uma economia de mercado e novidades tecnológicas.

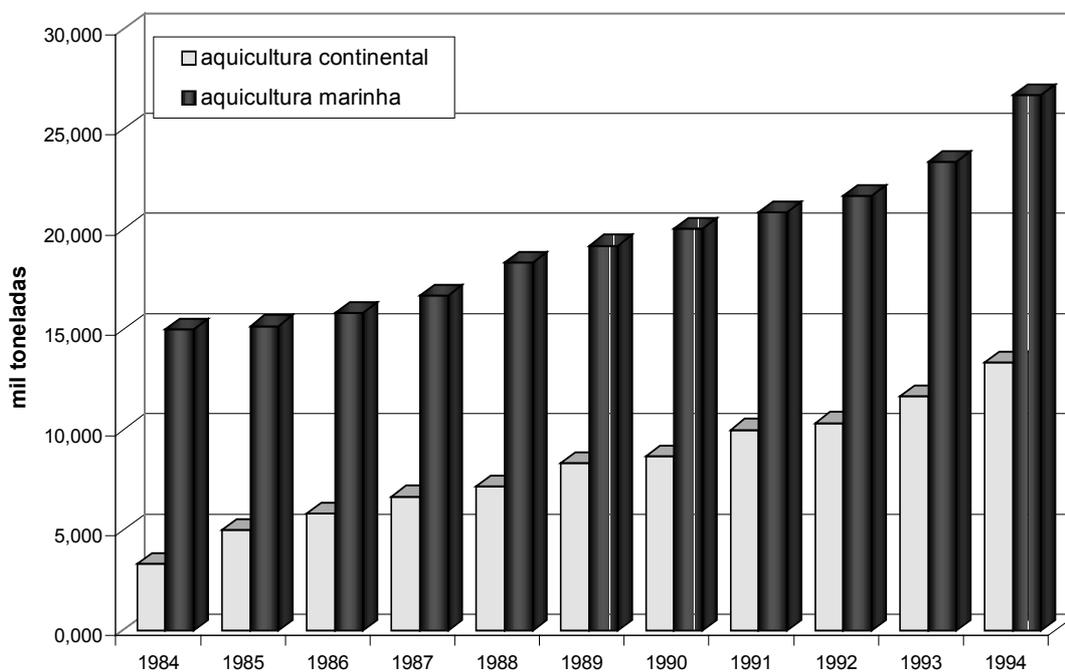
Em 1994 a produção mundial de pescado, crustáceos e moluscos procedentes tanto da pesca de captura, como também da aquicultura, alcançou um volume recorde de 109,6 milhões de toneladas, com um crescimento de 7% em relação a 1993. A maior parte do crescimento é proveniente da pesca de captura de espécies marítimas, que representaram 4,9 milhões de toneladas de um total de 7,3 milhões de aumento, enquanto que a produção derivada da maricultura foi ligeiramente inferior a 500 mil toneladas (gráficos 1a e 1b).

Gráfico 1a – Produção Mundial da Pesca Continental e Marinha



Fonte: FAO, 1996

Gráfico 1b – Produção Mundial da Aqüicultura Continental e Marinha



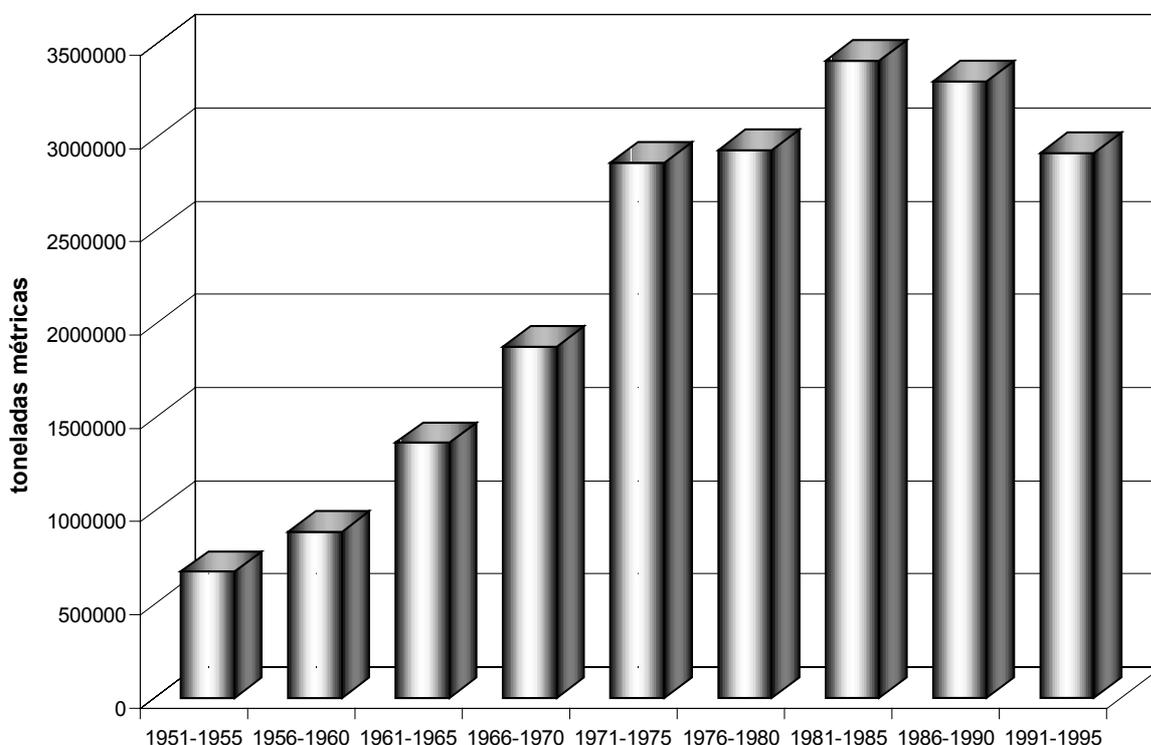
Fonte: FAO, 1996

Os três maiores produtores (China, Peru e Chile) são países em desenvolvimento, que contribuíram com cerca de 36% do total mundial. A China, o maior produtor, alcançou quase 20% da produção total e foi também o maior exportador.

Por continente, a produção pesqueira apresenta-se da seguinte forma: Ásia, 41%; Europa, 26%; América do Sul (em especial no Oceano Pacífico), 18%; América do Norte, 10%; África, 4%; e Oceania, 1%. O Oceano Pacífico é o mais piscoso, detendo três das mais produtivas regiões de pesca das 16 existentes no mundo (FAO, 1996).

A produção de pescado no Brasil alcançou os seus níveis máximos entre 1981-1985, segundo a FAO, correspondendo a capturas da ordem de 3.300.000tm, verificando-se uma queda nos quinquênios 1986-1995 (gráfico 2). O maior consumo de pescado pela população verifica-se entre o produto fresco, resfriado e congelado, vindo em segundo lugar os produtos derivados (enlatados ou não).

Gráfico 2: Evolução das capturas de pescado marinho na costa brasileira, em períodos quinquenais (1951-1995).



Fonte: FAO, 1996.

Mesmo que se imagine que o vasto litoral do Brasil tenha possibilidade de contribuir com maiores quantidades de proteína animal para resolver o problema de carência alimentar da população, existem dúvidas quanto à viabilidade da pesca em larga escala. O Oceano Atlântico tem poucas correntes frias, sustentando uma grande variedade de espécies, mas em pouca quantidade. Além disso, o despreparo da mão-de-obra na atividade de captura e a insuficiência de infra-estrutura de armazenamento, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, são também problemas para a produção brasileira de pescado.

Os problemas observados na pesca de alto-mar são: falta de regulamentação, sobre-exploração de alguns recursos, frota com um número excessivo de embarcações, formas de pescar e aparelhagem inadequadas do ponto de vista da pesca seletiva, aumento da pesca incidental, falta de dados e informações suficientes e confiáveis sobre os principais recursos que se encontram em alto-mar, deficiência de informações científicas acerca das principais espécies, dificuldade em realizar um acompanhamento das frotas que operam neste ambiente marinho e poluição crescente.

Com a rápida expansão da frota mundial e da indústria de pesca, que se utiliza de tecnologias avançadas para detectar fontes de peixes mais profundas, e a insuficiência de medidas de controle e regulamentação, destinadas a limitar as atividades pesqueiras indiscriminadas e prejudiciais ao meio ambiente, a situação chegou a um ponto de quase esgotamento dos recursos. Em vista disso, desde o início dos anos 90 o setor passa por uma reestruturação nos países mais avançados, mas, apesar do apoio do Estado, que inclui a redução do número de flotilhas e indústrias de transformação, ainda está superdimensionado, sendo necessária a adoção de controles mais rígidos sobre o volume de pesca. Outro fato tão importante quanto os já mencionados, é que a queda do volume de pesca produziu a perda do emprego entre os 15-20 milhões de pescadores existentes. Nos últimos anos, mais de 100 mil pescadores no mundo perderam sua fonte de renda. (BNDES, 1996)

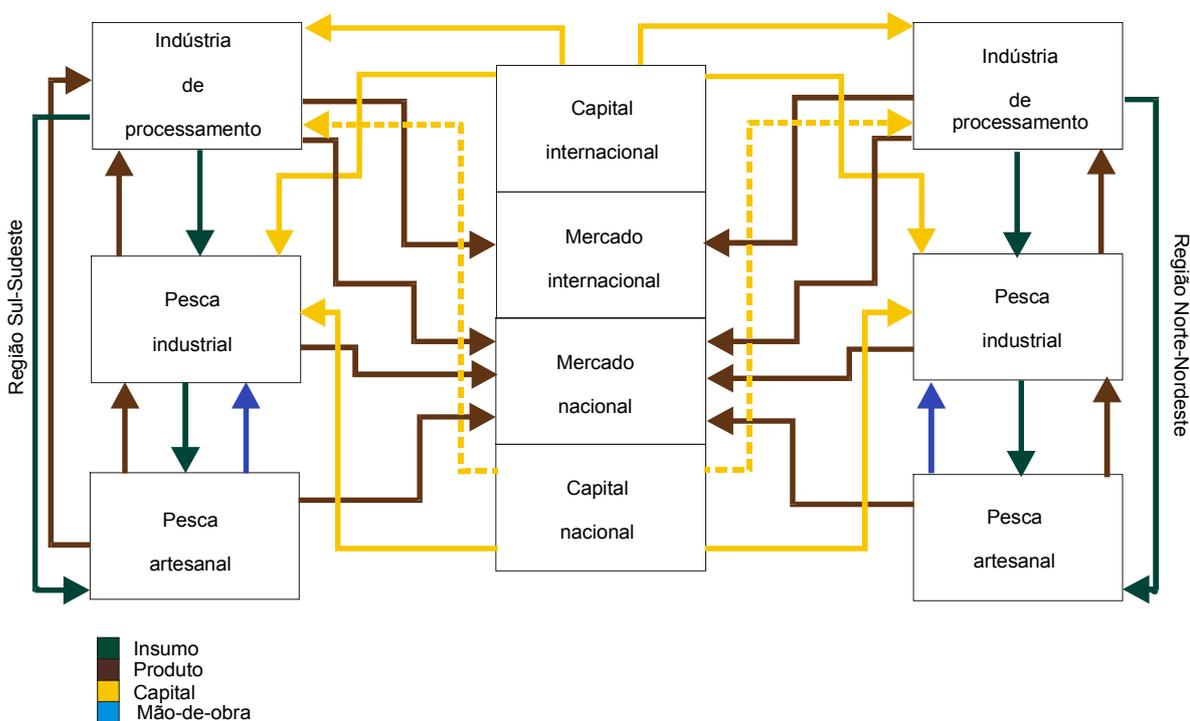
O setor industrial de transformação de pescado envolve as atividades de corte, filetagem, salga, secagem, defumação, cozimento, congelamento e enlatamento da matéria prima. Seus problemas são em geral a carência de

abastecimento regular e constante de matéria prima, a falta de investimento na melhoria das instalações e equipamentos, a baixa rentabilidade e a necessidade de racionalizar e modernizar a produção.

Segundo a FAO (1996), a indústria pesqueira tem, atualmente, cerca de duas vezes a capacidade necessária para fazer a pesca anual, mostrada pelos registros da duplicação da frota mundial entre 1970 e 1990, passando de 585 mil para 1.2 milhões de barcos grandes; com isso quase todos os países sofrem de excesso de capacidade.

A organização da produção pesqueira no Brasil envolve setores que vão desde a captura artesanal até o processo final de industrialização. Esta produção está vinculada a uma rede de transferência de capital, insumos, produtos e mão-de-obra a nível nacional, e de capital e produtos a nível internacional (figura 1).

Figura 1 - A rede da pesca no território brasileiro.



Os problemas enfrentados pelo setor pesqueiro no Brasil são quase os mesmos de todos os países pesqueiros do mundo: a construção de grandes complexos industriais, o avanço do turismo e a expansão imobiliária na costa, causando a poluição das águas, o aterro de mangues e a destruição de muitos locais de pesca, além da pesca predatória e da sobrepesca. Como consequência, tanto os pescadores artesanais, cujo nicho ecológico se encontra nas regiões litorâneas, como os industriais, são prejudicados pela falta de produto.

Outro fator limitante para o Brasil é a pouca atividade no limite das 200 milhas do mar territorial. De acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 1982, que criou a zona especial de exportação (faixa do mar que se estende às 200 milhas a partir da costa), o Brasil pode ter seus estoques marinhos reivindicados por outros países se não comprovar que é capaz de explorar os recursos do seu mar territorial. Argentina e Espanha já se mostram interessadas em reivindicá-los. A distribuição dos recursos pesqueiros no mar se faz de forma bem característica, ou seja, quanto maior a proximidade dos pólos, menor a biodiversidade, porém maior a quantidade de indivíduos nos cardumes; isto não ocorre nas proximidades do Equador, onde aumenta a biodiversidade, mas reduz-se o número de indivíduos por espécie (FAO, 1996).

A sazonalidade da produção também se torna um fator limitante; a exemplo do que ocorre na pecuária, a pesca possui sua “entressafra”. A introdução do necessário período do defeso, para reprodução da maioria das espécies, não só reduz a oferta como dificulta a situação do pescador, mesmo aquele com carteira assinada. O vínculo empregatício com o armador não chega a seis meses porque os períodos de defeso ocorrem, em geral, duas vezes ao ano (verão e inverno) e, desse modo, não somam o tempo mínimo necessário (6 meses consecutivos) para o recebimento do seguro-desemprego, o que é mais um motivo para o abandono da pesca.

A rede do sistema de produção pesqueiro recebeu poucos recursos do BNDES no período de 1990/1996, que em média representou menos de 2% dos investimentos realizados para o setor agropecuário. Basicamente, os recursos foram destinados à aquicultura (US\$28.730.000 acumulados) e à indústria (US\$15.936.000). O segmento da captura (aquisição de

embarcações) teve participação irrisória, o que se explica tanto pelo lado da demanda de crédito, em função da crise por que passam as empresas do setor e da incompatibilidade entre o custo financeiro e a rentabilidade das operações, quanto pela retração dos agentes financeiros, que relutam em financiar embarcações por problemas de garantia (tabela 1).

Tabela 1 - Volume de recursos liberados pelo BNDES para os setores pesqueiros e agropecuários no período de 1990/1996, em U\$1,000.000

SETOR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Pesca (A)	-	-	-	-	-	-	-
- Aquicultura	120	1.211	6.562	1.404	1.869	4.306	13.028
- Indústria de pescado	2.268	876	4.036	1.504	1.312	2.834	3.106
Total (A)	2.388	2.087	10.598	2.908	3.182	7.277	16.228
Agropecuária (B)	130.143	227.729	473.249	595.411	1.094.030	799.633	726.305
A/B (%)	1,84	0,92	2,24	0,49	0,29	0,91	2,15

Fonte: BNDES, 1997

Duas importantes tendências poderão mudar o perfil da indústria pesqueira em todo o mundo: a redução rápida e acentuada na quantidade de indústrias de pesca marítima, e um aumento na demanda mundial de pescado devido aos aspectos nutricionais.

Estratégias distintas trazem conseqüências diferentes para frotas industriais e artesanais, como por exemplo, as medidas para estabelecer o defeso em determinadas zonas e épocas, que seriam mais viáveis para implantação em alto-mar, enquanto as determinações de captura permissíveis totais ou em cotas seriam mais complicadas, devido às diferenças de tecnologias de captura utilizadas, estratégias extrativas, meios produtivos e diferença de objetivo.

Para a adoção de medidas de conservação e ordenação necessariamente se deve considerar a capacidade de fiscalização das nações envolvidas, especialmente a dos países em desenvolvimento, que em muitos casos não estão em condições de consignar os efeitos da atividade em tempo real (BNDES, 1997).

Por outro lado, o meio ambiente marinho vem sofrendo um severo processo de poluição e destruição de seus distintos *habitats*, levando à perda

de milhões de toneladas de peixes comestíveis por ano. É sobretudo nas zonas costeiras que a qualidade do ambiente afeta diretamente a pesca e a aquicultura. A perda destes recursos possivelmente levará à decadência do setor pesqueiro.

## II.2 - Organização dos Pescadores Artesanais no Brasil

Os pescadores artesanais-profissionais são organizados em colônias de pesca, criadas no início do século com a missão do cruzador José Bonifácio, a cargo do comandante Frederico Villar, da Marinha de Guerra.

Apesar do caráter militar desta missão, e de sua proposta assistencialista, autoritária e corporativista, ela possibilitou a organização dos pescadores em colônias, federações estaduais e confederação nacional. No entanto, são poucas as colônias dirigidas por pescadores, sendo muitos os presidentes provenientes de outras categorias como vereadores, atravessadores, profissionais liberais, etc., que atrelam os interesses dos pescadores ao clientelismo local (Diegues, 1988).

Todo e qualquer programa de desenvolvimento pesqueiro deve obviamente levar em consideração o homem que atua no setor, isto é, o pescador. Portanto, a sua atividade deve ser compreendida e conceituada adequadamente, dentro das peculiaridades de nossa realidade geográfica, social e econômica, sob os diversos pontos de vista de relações de trabalho, profissão, amparo previdenciário, etc. (Ramos, 1977).

Nossa legislação vigente não faz nenhuma distinção entre pescadores fluviais, lagunares ou litorâneos, os quais para todos os efeitos são equiparados aos pescadores embarcados em unidades de “empresas familiares”, ou de empresas pertencentes a grupos capitalistas; esta indefinição tem dado ensejo a incompreensões e entraves de toda ordem, dificultando o desenvolvimento e o progresso profissional, principalmente dos pequenos pescadores e armadores.

Para efeito de organização da pesca, o Brasil foi subdividido em quatro regiões, as quais englobam suas respectivas federações, sendo estas filiadas a uma confederação nacional.

Torna-se extremamente difícil estimar a população de pescadores que atuam em território brasileiro, pois, como já vimos anteriormente, esta estimativa depende do critério de definição adotado e da fonte dos dados.

Segundo o levantamento realizado pela FAO (1996), o número de pescadores atuantes passou de 270.000 em 1970 para 290.000 em 1990. Entretanto, para a Confederação Nacional dos Pescadores, o número estimado para 1970 era de 147.158 pescadores artesanais, passando para 265.375 em 1986 (tabela 2).

Tabela 2 – Número de pescadores por região e Estados em 1986

Região	Federação / 1986 Jurisdição	Número de Colônias	Pescadores Artesanais		
			Regularizados		Não Regularizados
			N	%	
Norte		54	55.558	21,1	48.178
	Amazonas	06	6.163		16.680
	Amapá	04	3.408		1.825
	Pará	44	45.987		29.673
Nordeste		157	104.759	39,4	168.556
	Maranhão	31	30.476		61.130
	Piauí	14	4.198		11.555
	Ceará	16	9.890		15.330
	Rio Grande do Norte	21	11.238		7.780
	Paraíba	08	4.810		820
	Pernambuco	16	7.311		5.848
	Alagoas	26	8.666		4.760
	Sergipe	08	3.996		8.600
	Bahia	45	24.174		52.733
Sudeste		55	47.552	17,9	33.907
	Espírito Santos	09	3.717		2.340
	Rio de Janeiro	21	25.174		23.851
	São Paulo	25	18.661		7.716
Sul		33	57.506	21,7	37.856
	Paraná	15	15.000		8.150
	Santa Catarina	06	24.049		4.756
	Rio Grande do Sul	12	18.457		24.950
TOTAL*		299	265.375	100	288.497

\* Total estimado pelas Colônias de Pescadores e Federação de Pescadores.  
Fonte: Diegues, 1988.

Em termos de produtividade, segundo os dados de 1983, cada pescador artesanal teria capturado em média cerca de 1 tonelada/ano (Diegues, 1986). Segundo as regiões, a produtividade seria:

Norte – 0,6 toneladas  
Nordeste - 1,1 toneladas  
Sudeste - 1,4 toneladas  
Sul - 1,0 toneladas

A maior produtividade seria a do pescador artesanal do Sudeste, com 1,4 toneladas/ano.

É evidente que tanto o aumento global quanto o regional são questionáveis e mesmo irrealistas. Como se trata de fontes diferentes de informações, é bem possível que os critérios estatísticos sejam diferentes. O aumento de pescadores em termos absolutos, sobretudo para as regiões Sul e Sudeste, é extremamente questionável porque, mesmo que o aumento fosse apenas vegetativo, é inverossímil que tivesse passado de 39.504 pescadores artesanais em 1970 para 105.058 em 1983. As indicações revelam que o número de pescadores tem decrescido em ambas as regiões, devido a fatores internos e externos que os obrigam a uma mudança de atividade, tais como: especulação imobiliária, degradação ambiental, baixa produtividade, opção de emprego assalariado em indústrias, etc.

Pela tabela 2, o total de pescadores artesanais regularizados junto às colônias era de 265.375 para 1986. Segundo os dados da Confederação, existem também os pescadores “não regularizados” que atingem cerca de 288.500, formando um contingente de 553.875 trabalhadores no setor de captura do pescado.

Existe uma outra modalidade de organização social dos pescadores artesanais, que são as Associações de Pescadores. Funcionam com estatutos próprios que diferem dos modelos adotados pelas colônias, onde o pescador contribui através de cotas mensais, enquanto que no outro sistema a contribuição é feita com um percentual da produção (2% do valor comercializado).

### II.3 - Os Pescadores da Baía de Sepetiba

Na região que compreende a Baía de Sepetiba, os pescadores estão organizados em três colônias: Z-14, Pedra de Guaratiba; Z-15, Sepetiba e Z-16, Itacuruçá, e uma Associação independente - APLIM (Associação de Pescadores e Lavradores da Ilha da Madeira).

No levantamento realizado em fevereiro de 1998 junto às entidades de classe, verificamos que o número de pescadores atuantes na Baía de Sepetiba era de 3.899; entretanto, não foi possível precisar quantos atuam sem registro (tabela 3).

Tabela 3 – Número de pescadores artesanais registrados em colônias e associações de classe que atuam na região da Baía de Sepetiba - fevereiro/1998

Colônias e Associações	Pescadores Artesanais Registrados
Z-14 – Guaratiba	1.378
Z-15 – Sepetiba	1.500
Z-16 – Itacuruçá	937
APLIM	84
TOTAL	3.899

Fonte: Dados obtidos junto às entidades de classe.

Devido às características fisiográficas da Baía de Sepetiba, a pesca exercida no seu interior é basicamente artesanal, com o emprego de embarcações com arqueação bruta abaixo de 10 toneladas.

Os pescadores que atuam na Baía de Sepetiba podem ser classificados em três categorias: a) pescadores profissionais artesanais, registrados em associações da categoria (colônias e associações de pescadores); b) pescadores artesanais que exercem outras atividades profissionais, mas que retiram do mar boa parte do alimento consumido em família; nessa categoria estão incluídos caseiros, aposentados, e profissionais liberais com período parcial de trabalho (geralmente exercendo pescaria noturna), e c) pescadores esportivos. Entretanto, todos são obrigados a regularizar sua situação junto ao

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), a fim de obter o registro de pescador.

Existe uma outra categoria de trabalhadores independentes, mas que não são considerados pescadores. São os denominados mariscadores, constituídos pelos catadores de mexilhões, ostras, samanguiás, caranguejos e siris, empregando basicamente mão-de-obra feminina, de adolescentes e pescadores mais idosos que não possuem condições físicas para enfrentar as pescarias embarcadas. Apesar desse contingente de trabalhadores do mar não constar das estatísticas oficiais, na realidade representam uma parcela expressiva da população marginalizada do sistema produtivo convencional.

Os principais locais de aglomeração dos mariscadores da Baía de Sepetiba são: Coroa Grande, Vila Geni e Ilha da Madeira, localizados no município de Itaguaí, e nas praias da Brisa, Dona Luíza, do Cardo e na Pedra de Guaratiba, localizadas no município do Rio de Janeiro.

Os levantamentos quantitativos realizados nessas comunidades não puderam precisar os níveis de produtividade dos mariscadores da Baía de Sepetiba; no entanto, para a coleta de samanguiá (*Anomalocardia brasiliiana*) em Coroa Grande, estima-se que durante o verão, época de maior produtividade, sejam coletadas 10 toneladas semanais, as quais são exportadas *in natura* para o mercado de São Paulo, por atravessadores que mantêm contratos de compra e transportes regulares com caminhões frigoríficos duas vezes por semana.

Além desta venda no atacado, existe uma grande demanda por mariscos “catados”, onde o trabalho feminino prevalece nos processos de cozimento e separação das carapaças do tecido mole, que será comercializado.

## II.4 - As Mulheres do Mangue

As mulheres das comunidades pesqueiras do Rio de Janeiro caracterizam-se pela precocidade com que assumem o *status* de adultas; casam-se cedo, por volta dos 13 anos, e muito antes dessa idade se encarregam de diversas tarefas domésticas. Raramente chegam a concluir os estudos de primeiro grau, seja pelo casamento, seja pelo desestímulo familiar e social. Uma vez casadas, ficam a seu cargo a gestão do orçamento doméstico e a chefia *de fato* da família; mas, mesmo nas comunidades menos isoladas do meio urbano, as mulheres sofrem limitações na amplitude de suas vidas, que se resumem ao trabalho, e à espera da volta dos seus maridos do mar.

Têm uma jornada de trabalho que varia entre 10 e 12 horas diárias – descontados os cuidados com os filhos. O trabalho feminino segue uma rígida e não-explicita divisão sexual, e se divide entre as tarefas domésticas (de reprodução social do grupo familiar), a agricultura de subsistência e o trabalho na pesca/mariscagem. Esta divisão sexual se traduz no alijamento das mulheres da pesca marinha, o que evita o seu afastamento do núcleo doméstico, não comprometendo portanto a sua manutenção e reprodução.

Ao contrário das mulheres das comunidades pesqueiras nordestinas, que confeccionam redes e outros petrechos, evisceram, beneficiam e vendem o produto da pesca (de Oliveira, 1993), o trabalho pesqueiro feminino no Rio de Janeiro é constituído pela pesca com linha de mão, a salga e preparo de mantas de peixe seco, a participação nos arrastos de praia e principalmente a coleta de mariscos e crustáceos (mariscagem). Estas atividades são consideradas de importância secundária; na comunidade pesqueira de Itaipu (RJ), a mariscagem é considerada “trabalho de mulher”, inferior, desqualificando profissionalmente os homens que a ela se dediquem (Lima, 1978).

O trabalho de mariscagem é realizado de acordo com a maré e as fases da Lua, envolvendo um alto nível de conhecimento empírico devido à necessidade de se conhecer o ciclo reprodutivo das espécies, identificar o grau de compactação dos solos de mangue e os sinais da presença de mariscos e crustáceos. É uma atividade extremamente dependente da dinâmica ambiental: um acidente com derramamento de efluentes tóxicos, por exemplo, influenciará

o volume da produção e a receptividade do mercado, com reflexos diretos sobre a reprodução social do grupo familiar (de Oliveira, 1993).

A mariscagem, embora pouco valorizada pelos homens, vem-se tornando cada vez mais importante à medida que o turismo se desenvolve e aumenta a demanda dos mercados locais e regionais por moluscos e crustáceos, ingredientes básicos de uma vasta gama de pratos típicos. Os lucros deste trabalho são limitados pela ausência de condições sanitárias e de resfriamento/estocagem em que se realiza, mas contribuem para uma parcela significativa da dieta (assim como a roça), e podem complementar em alguns períodos a renda do grupo familiar. A degradação ambiental dos manguezais afeta a pesca marinha, pela destruição dos locais de criação de alevinos, e a mariscagem, colocando portanto em risco a sobrevivência das comunidades pesqueiras.

## II.5 - A Produção Pesqueira da Baía de Sepetiba

O espelho d'água da Baía de Sepetiba abrange três municípios, sendo que boa parte deste espelho está contido no perímetro urbano da cidade do Rio de Janeiro, e o restante nos municípios de Itaguaí e Mangaratiba.

Devido à grande extensão da Baía, os grupos de pescadores se distribuem de maneira bastante dispersa, ocupando as áreas marginais e o cordão de ilhas situadas na porção oeste. A única parte não habitada da Baía é a Restinga da Marambaia, que pertence à União e é considerada como área de segurança nacional.

Os locais mais importantes de concentração de pescadores são: Pedra de Guaratiba, Sepetiba, Ilha da Madeira e Itacuruçá, representando os principais pontos de desembarque e coleta de dados da produção pesqueira. A pesca artesanal é exercida principalmente em barcos de propriedade do núcleo familiar, pouco sofisticados e de pequena capacidade (arqueação bruta entre 1 e 5 m<sup>3</sup>).

O IV Distrito Naval, situado em Itacuruçá, é o órgão oficial da Marinha, responsável por todo o tráfego marítimo no espaço compreendido entre Guaratiba e Conceição de Jacareí. É responsável também pelos registros das

embarcações, classificação por categoria de atividade, cálculo da capacidade e fiscalização das condições de navegação.

As embarcações utilizadas em atividades pesqueiras são classificadas na categoria G-2M, seguido do indicativo da colônia de pesca na qual estão registradas (Z-14, Z-15 ou Z-16). Estas embarcações são fabricadas por carpinteiros marítimos especializados, que mantêm a tradição adquirida de gerações anteriores de forma empírica.

Devido à não obrigatoriedade dos pescadores apresentarem o plano de capacidade elaborado pelo projetista, o cálculo da arqueação bruta é simplificado pela Marinha para obtenção do registro do barco.

A arqueação bruta (AB) é calculada por intermédio da seguinte expressão:

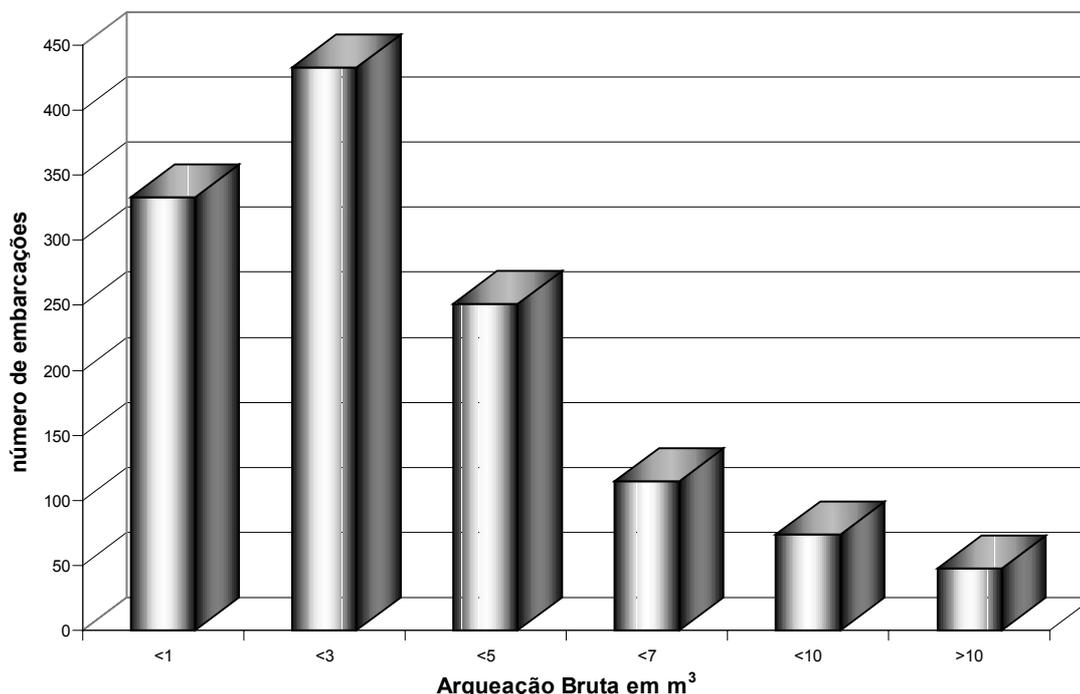
$$AB = k_1V$$

$$\text{Onde } K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10}$$

V = volume total de todos os espaços fechados da embarcação, em  $m^3$

O levantamento realizado junto ao IV Distrito Naval em fevereiro de 1998 acerca das embarcações classificadas na categoria G-2M demonstrou que existem 1.254 barcos de pesca registrados por pescadores desta jurisdição (gráfico 3). entretanto, com base nas informações obtidas através dos próprios pescadores, estima-se que aproximadamente 20% destes barcos não estão atuando na área devido a vários fatores, tais como: a) foram transferidos para outros municípios; b) foram reformados e mudaram de nome, obtendo novo registro; c) estão em reforma e d) mudaram de categoria, passando para frete de transporte de passageiros. Essas mudanças nas embarcações não são informadas à Capitania devido à burocracia existente para dar baixa na documentação anterior, ficando mais simples a obtenção de novo registro, uma vez que não existe identificação permanente como no caso dos automóveis.

Gráfico 3 - Barcos de pesca (G-2M) registrados no IV Distrito Naval – RJ, por arqueação bruta, em 1998



Fonte: Dados obtidos junto ao IV Distrito Naval-RJ.

Os barcos com arqueação bruta acima de 10m<sup>3</sup> atuam na pesca com redes tipo traineira, apropriadas para grandes cardumes típicos da pescaria industrial. Esta frota se dedica principalmente à captura de sardinha, onde são empregadas grandes redes, como também à captura do bonito listrado e albacora laje, capturados com vara e isca viva.

A coleta dos dados referentes à produção pesqueira do Estado do Rio de Janeiro, em sua maior parte, está sob a responsabilidade do IBAMA. O local de coleta dos dados da produção da Baía de Sepetiba está concentrado nas peixarias e atravessadores que comercializam o pescado diretamente com os pescadores no momento do desembarque. Esta coleta é realizada mensalmente, através de formulários preenchidos previamente pelos informantes. Este sistema de coleta incorre em erros de subestimação, uma vez que não contempla o pescado comercializado em pequena escala pelos próprios pescadores, como também ignora a sonegação de informações pelos atacadistas, com o intuito de diminuir suas cargas tributárias; soma-se a isso o consumo da população envolvida direta e indiretamente na pesca. As

informações obtidas no setor de estatística do IBAMA indicam uma subestimação entre 20 e 30% sobre o total da produção pesqueira do Estado.

As informações obtidas junto aos órgãos oficiais (IBAMA/SUPES/RJ) sobre a produção pesqueira da Baía de Sepetiba abrangem os anos de 1985 a 1996 para as colônias Z-14, Z-15 e Z-16, sendo que os postos de coleta de Itacuruçá e Ilha da Madeira apresentam somente os dados para os anos de 1993 e 1994.

Os gráficos 4 a 10-b e as tabelas 4 a 6 mostram a evolução das capturas de pescado na região da Baía de Sepetiba, por espécies, petrechos de pesca e colônias de pescadores no período de 1985-1994 e 1985-1996.

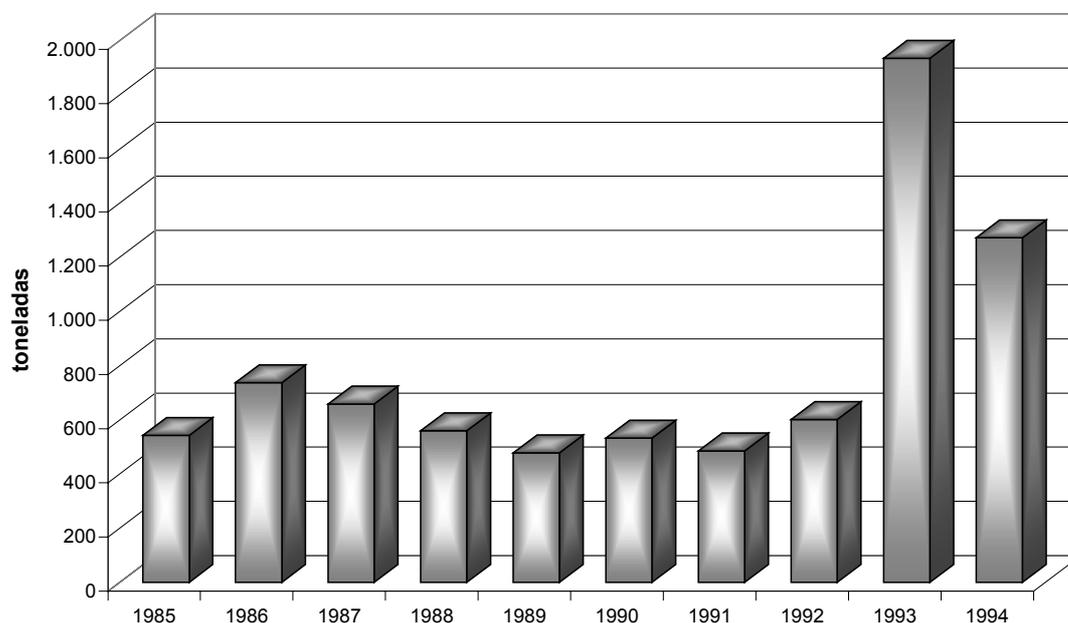
Tabela 4 - Principais espécies capturadas pela frota artesanal da Baía de Sepetiba, em kg/ano, 1985-1994.

ESPÉCIES/ANO	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Bagre*	9.269	3.131	10.240	10.723	16.320	13.165	10.260	0	11.081	16.854
Cação	0	0	340	0	1.861	156	12	0	5.801	1.209
Camarão branco	109.563	219.315	131.753	159.714	51.634	137.933	69.419	74.807	85.772	75.068
Camarão rosa	177.312	251.567	95.248	33.198	93.400	27.722	14.430	124.410	154.764	58.880
Camarão sete barbas	0	0	94	0	0	7.766	0	0	2.640	223
Corvina*	5.981	3.764	10.091	10.832	8.721	21.973	26.587	6.403	66.994	88.182
Enchova	197	0	1.785	326	3.898	408	1.021	16.629	21.927	6.499
Espada	181	76	0	88	0	0	0	0	8.256	1.604
Linguado	2.550	1.357	793	5.608	4.553	4.210	2.170	210	6.965	17.642
Parati*	33.702	52.505	106.361	113.508	113.074	115.872	167.532	168.221	242.029	186.707
Pescada amarela	3.326	289	4.485	2.825	1.841	670	1.525	746	0	933
Pescadinha*	27.140	17.772	29.652	35.441	30.804	33.151	28.789	22.976	37.562	29.015
Raia	1.709	482	514	0	735	61	5	0	9.084	7.178
Robalo	851	956	1.120	3.258	4.263	2.981	2.593	2.782	5.674	4.141
Sardinha verdadeira	0	0	0	0	0	0	0	6.739	728.148	203.614
Sororoca	455	272	955	2.435	2.155	237	2.343	0	1.979	812
Tainha*	67.850	82.361	154.510	136.782	117.146	131.671	108.539	113.876	301.128	393.773
Xaréu	248	0	0	275	0	0	0	639	19.898	134
Outras espécies	101.678	103.280	110.147	43.644	27.480	33.797	49.120	62.225	224.121	179.118
Total	542.012	737.127	658.088	558.657	477.885	531.773	484.345	600.663	1.933.823	1.271.586

Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

\* Espécies de menor valor comercial consumidas por famílias dos pescadores.

Gráfico 4 - Evolução das capturas de pescado realizadas por pescadores artesanais e industriais da Baía de Sepetiba, no período de 1985-1994.



Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Tabela 5 - Produção artesanal desembarcada por petrecho de pesca (em kg) na Colônia Z-14 - Pedra de Guaratiba, em 1995.

Espécie	Petrechos de Pesca				Total por Espécie
	Rede de Emalhar Fixa	Arrasto de Porta Artesanal	Arrasto de Parelha Artesanal	Rede de Cercada	
Bagre	2111	-	-	-	2111
Camarão Branco	6182	50376	150	-	56708
Camarão Rosa	-	20945	-	-	20945
Corvina	7484	298	296	-	8296
Enchova	2703	194	-	-	2897
Linguado	2753	885	242	-	3880
Mistura	25284	37152	1211	-	63647
Parati	107207	650	-	-	107857
Pescadinha Real	21084	2376	755	-	24278
Robalo	379	57	13	2847	3511
Tainha	42415	2848	2415	52522	118687
Total por Petrecho	219343	116368	5082	55369	415145

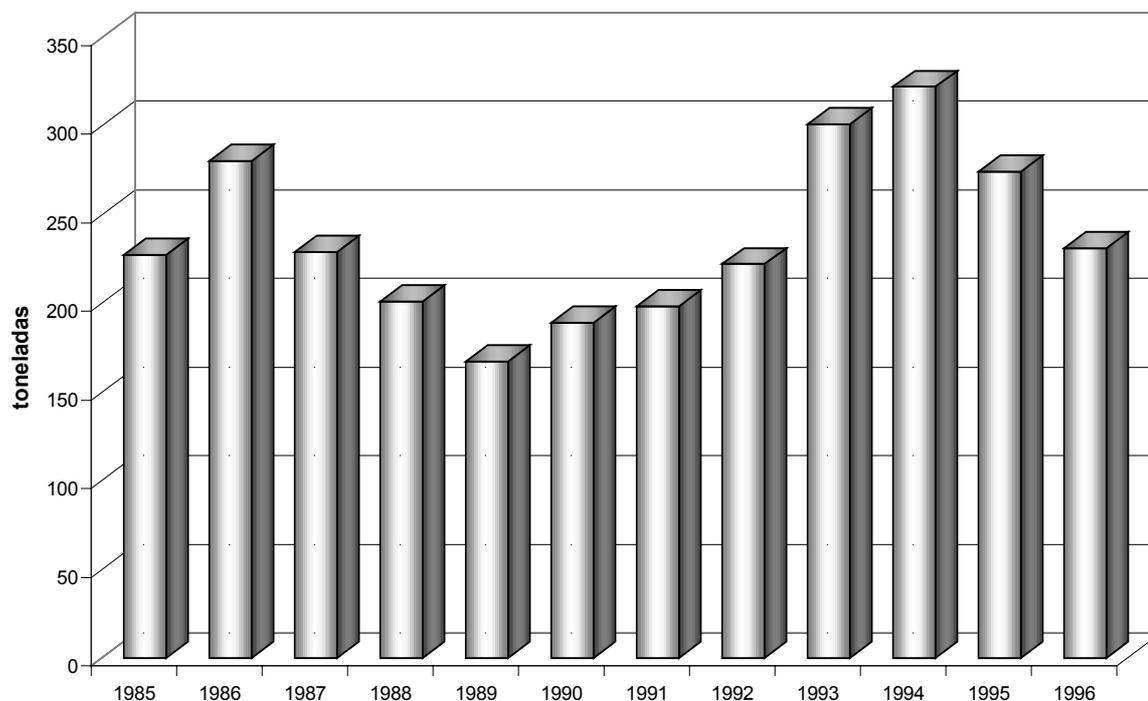
Fonte: Controle de Desembarques – IBAMA

Tabela 6 - Produção artesanal desembarcada por petrecho de pesca (em kg) na Colônia Z-15 - Sepetiba, em 1995.

Espécie	Petrechos de Pesca				Total por Espécie
	Rede de Emalhar Fixa	Arrasto de Parelha Artesanal	Arrasto de Porta Artesanal	Rede de Cercada	
Bagre	957	378	-	-	1615
Camarão Branco	4443	-	31245	-	35688
Camarão Rosa	103	-	13927	09	14039
Corvina	8305	4182	767	2204	15458
Enchova	2648	142	-	-	2790
Espada	990	665	284	-	1939
Guaivira	1388	56	-	-	1444
Linguado	2736	1361	706	-	4803
Mistura	10838	675	20884	610	33007
Parati	67565	34	146	168	67913
Pescada Amarela	615	72	-	-	687
Pescadinha Real	23834	2870	4252	-	30956
Pirauna	5200	1014	169	-	6383
Raia	2648	3154	1744	489	8181
Raia Viola	131	407	113	-	651
Robalo	1738	281	42	2274	4345
Salena	2060	1619	45	-	3724
Siri	280	218	9390	-	9888
Tainha	44379	15878	-	61180	121645
Xareu	715	-	-	542	1257
Total por Petrecho	182494	33668	86777	67587	371170

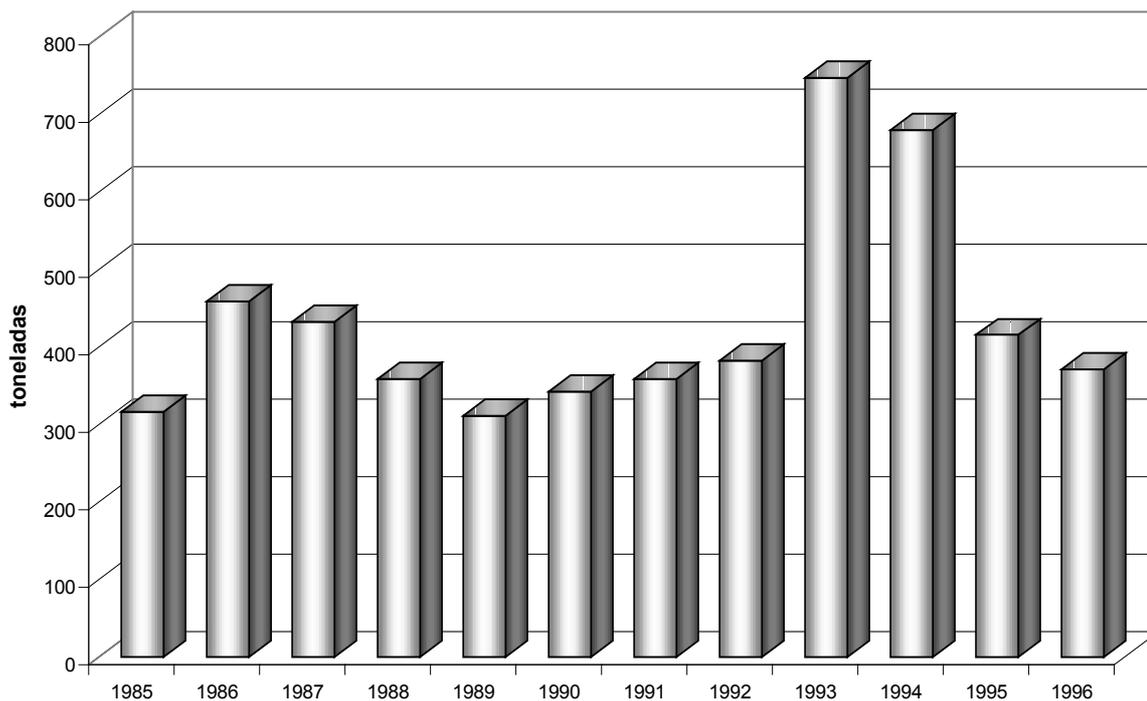
Fonte: Controle de Desembarques - IBAMA

Gráfico 4a - Desembarques de pescado na Colônia Z-14 - Pedra de Guaratiba, no período de 1985-1996.



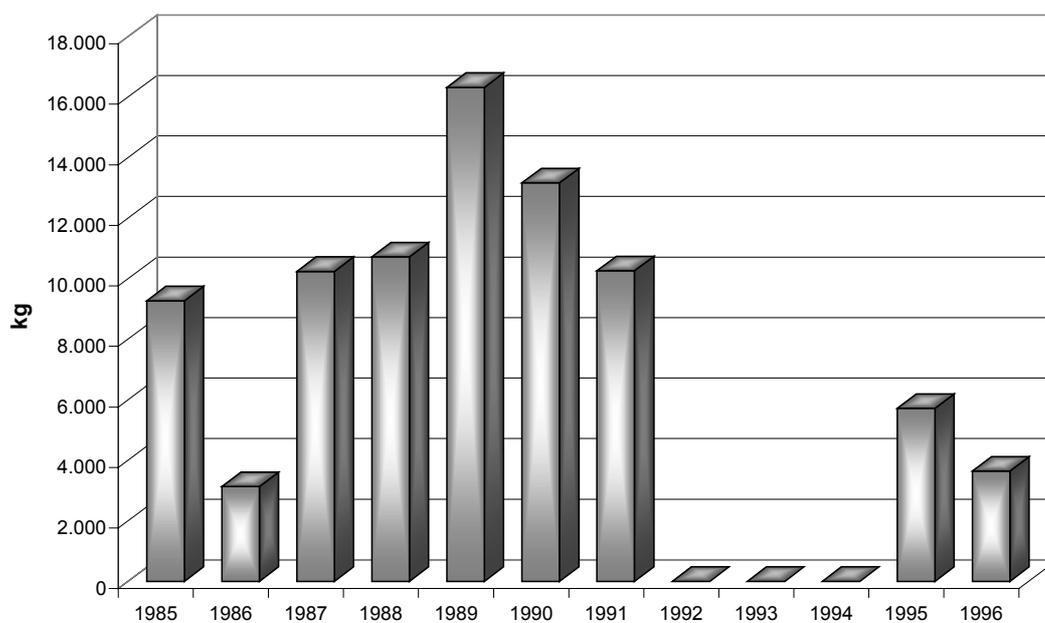
Fonte: Controle de desembarques/IBAMA

Gráfico 4b - Desembarques de pescado na Colônia Z-15 - Sepetiba, no período de 1985-1996.



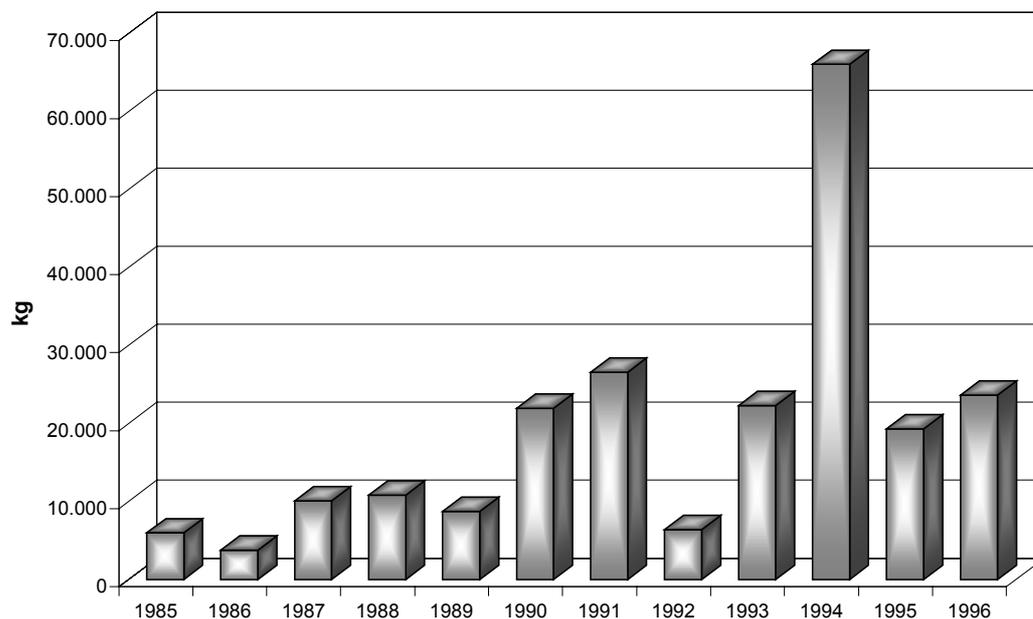
Fonte: Controle de desembarques/IBAMA

Gráfico 5 - Evolução da captura de bagre (*Arius spp.*) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), entre 1985-1996.



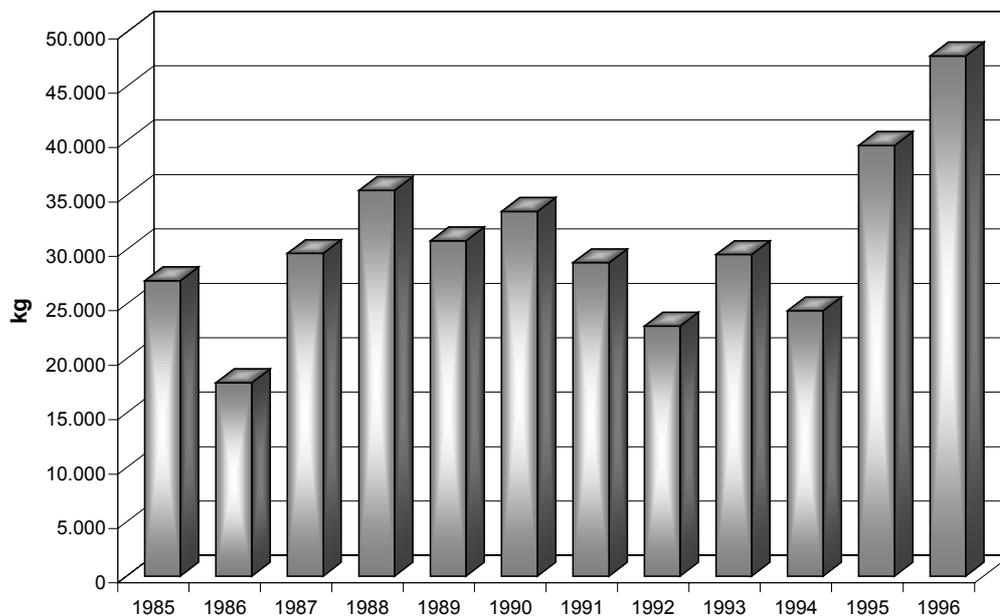
Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 6 - Evolução da captura de corvina (*Micropogonia furnieri*) por pescadores das colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), entre 1985-1996.



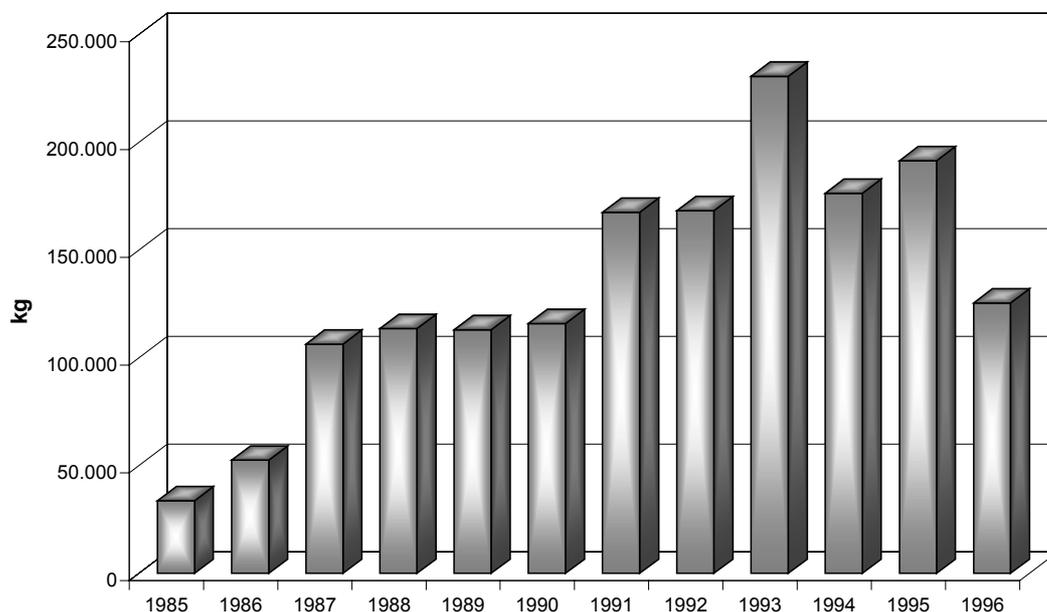
Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 7 - Evolução da captura de pescadinha (*Macrodon ancylodon*) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), entre 1985-1996.



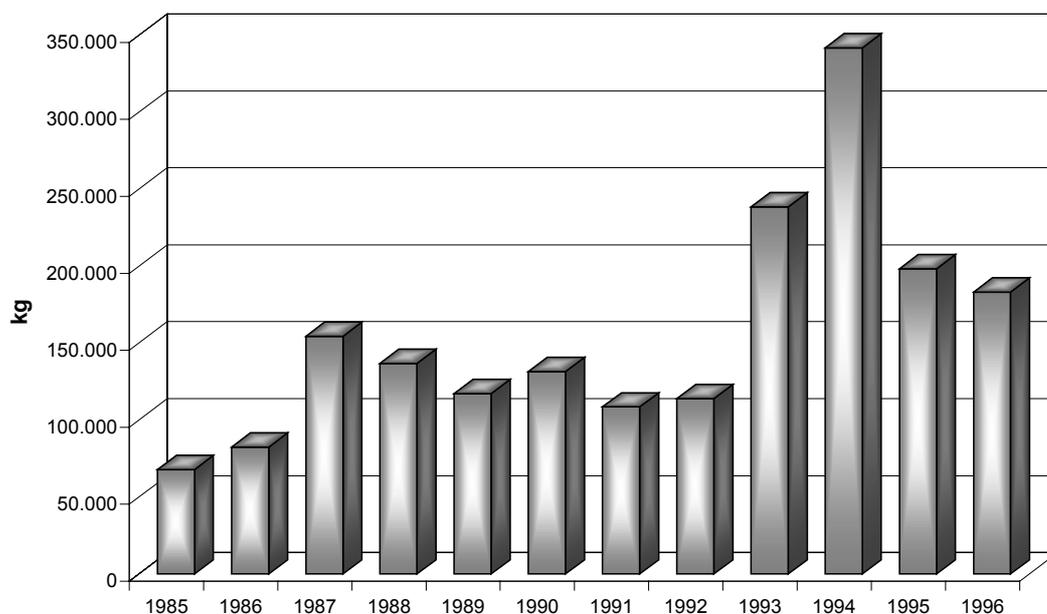
Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 8 - Evolução da captura de parati (*Mugil curema*) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), entre 1985-1996.



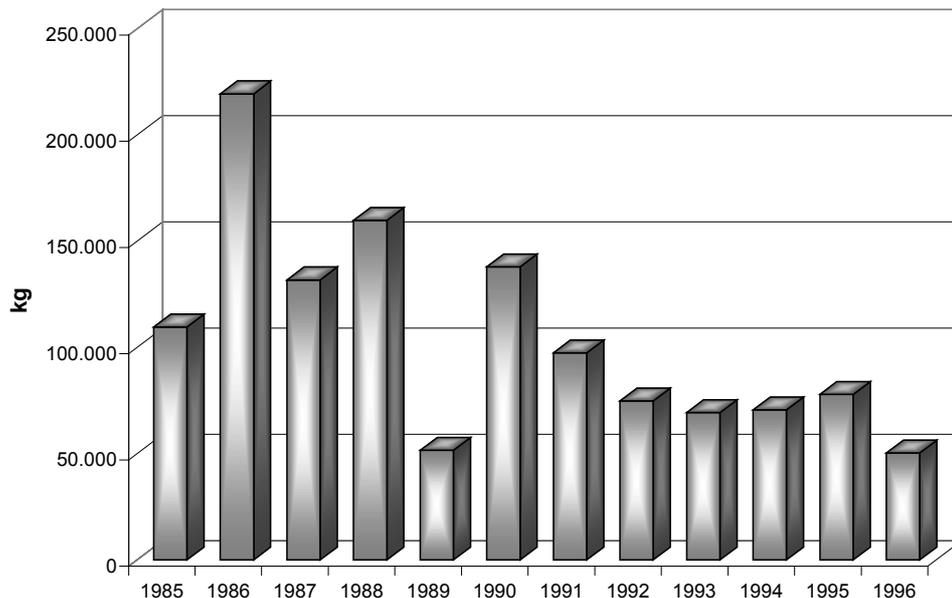
Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 9 - Evolução da captura de tainha (*Mugil platanus*) por pescadores das Colônias Z-14 (Pedra de Guaratiba) e Z-15 (Sepetiba), entre 1985-1996.



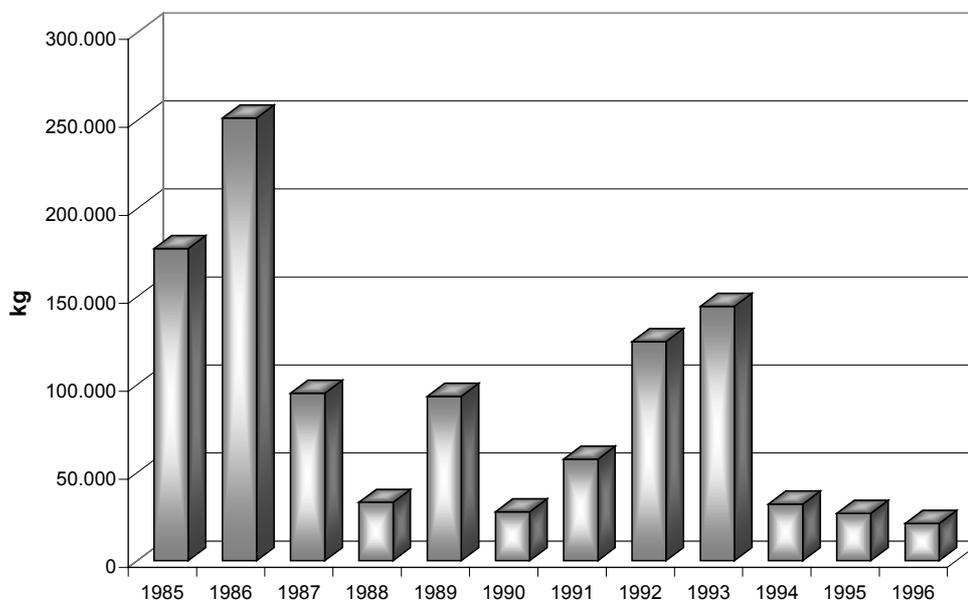
Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 10a - Evolução da captura de camarão branco (*Penaeus schimitti*) por pescadores das colônias Z-14, Z-15 entre 1985-1996 (em kg).



Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

Gráfico 10b - Evolução da captura de camarão rosa (*Penaeus paulensis*) por pescadores das colônias Z-14, Z-15 entre 1985-1996 (em kg).



Fonte: Setor de Estatística Pesqueira/DITEC/SUPES/IBAMA/RJ.

## CAPÍTULO III

### III.1 - Ecossistemas Costeiros

Muitos dos principais portos do mundo e algumas das maiores cidades se situam no interior dos estuários, como Amsterdam, Londres, Liverpool, Veneza, Hamburgo, Lisboa, Salvador, Recife, Santos, São Luiz, Rio de Janeiro, etc. Este fato torna freqüentes as intervenções humanas nas condições naturais destes ecossistemas, sob as formas de aprofundamento de canais naturais, alargamentos, drenagem de compartimentos em comunicação com o corpo principal do estuário, construção de aterros, tomada de água, lançamento de efluentes industriais e domésticos, desvio ou barramento das contribuições líquidas e sólidas de montante (Pritchard, 1967).

As áreas oceânicas mais afetadas historicamente pela pressão das atividades antrópicas compreendem os estuários e águas costeiras. A proteção natural contra ventos e ondas da maior parte destas áreas transformou-as em locais ideais para a instalação de complexos portuários industriais, assim como de grandes concentrações humanas atraídas pelo seu desenvolvimento (So, 1978).

O homem, desde os tempos pré-históricos, tem tido um íntimo relacionamento com as massas d'água do planeta, como fonte de alimentos, de energia e como via de transportes. As grandes civilizações têm preferencialmente se desenvolvido ao longo do litoral, dos corpos d'água e especialmente dos mares, os quais são tidos de uma maneira geral como o local ideal para os despejos de subprodutos destas civilizações. Mares e oceanos foram, e continuam sendo, utilizados para descarga destes subprodutos, na crença de que a capacidade de depuração desses ambientes seria proporcional às suas dimensões. Tal crença, no entanto, mostrou-se inconsistente, de tal forma que atualmente extensas áreas marinhas, principalmente costeiras, apresentam condições totalmente adversas à vida, com seus ecossistemas levados a um tão alto grau de degradação que torna-se praticamente impossível um retorno às suas condições naturais (Lacerda, 1983).

O histórico crescimento das populações humanas, dependente principalmente da apropriação de bens de consumo primários e secundários, está intimamente relacionado ao processo de industrialização, onde a demanda de recursos naturais torna-se cada dia maior. O resultado inevitável deste processo crescente é a promoção de uma desorganização incontornável dos ecossistemas naturais (Odum, 1971).

O homem industrial desenvolveu poderes capazes de alterar a composição da atmosfera e dos solos, modificar o curso dos rios, desmatar florestas, extinguir espécies, enfim, interferir de acordo com seus interesses sobre o ambiente natural.

Os organismos vivos e os ecossistemas são sistemas termodinâmicos abertos, fora do ponto de equilíbrio, que trocam continuamente energia e matéria com a biosfera. Assim, diminuem sua própria entropia, à custa da elevação da entropia externa. Daí a contradição entre o caminho biológico e o caminho cultural da evolução humana, que tem transgredido as regras ecológicas (Almeida *et al.*, 1993).

A dinâmica dos ecossistemas costeiros é caracterizada por uma multiplicidade de mecanismos regulatórios, que limitam o número e a diversidade dos organismos ali presentes e influenciam o seu comportamento e adaptações fisiológicas e anatômicas, controlando também a quantidade e taxas de matéria e energia circulantes, os processos de reprodução e crescimento, os padrões de emigração e imigração, além de determinar a mortalidade física e biológica tanto das comunidades vivas, quanto dos fatores físicos (Negret, 1982). Estas são, entre outras, algumas das mais importantes funções de regulação que permitem a manutenção da identidade do ecossistema costeiro.

Todos os ecossistemas são sistemas abertos (Bormann *et al.*, 1974), de modo que energia e matéria constantemente fluem através dos processos vitais e dos vetores físicos (Evans, 1974). Transformações e intercâmbios mantêm em comunicação permanente diferentes ecossistemas, dificultando a determinação dos limites exatos entre eles. Por esta mesma razão, a delimitação de ecossistemas como unidades funcionais da natureza é puramente convencional, e de acordo com a área de interesse a investigar. No

entanto, essa concepção teórica fundamenta a importância dos ecossistemas como unidades de estudo para o planejamento regional (Sá, 1988).

O diagnóstico sobre qualidade ambiental fundamenta-se no conceito de que o ambiente é um produto das relações entre os processos geobiofísicos, sócio-econômicos e político-institucionais, que imprimem formas características à paisagem. Essas formas, entretanto, se modificam ao longo do tempo em resposta à dinâmica dos processos acima mencionados.

A paisagem é um mosaico de ecossistemas, entre os quais se estabeleceram fluxos ou trocas de energia e/ou de matéria, indicando um certo grau de interdependência e configurando-a como um sistema aberto. Os elementos da paisagem variam não apenas quanto à sua natureza, mas também nas suas respectivas dimensões espaciais e temporais, o que implica em uma heterogeneidade de escalas de tempo de resposta às aplicações das forças naturais e/ou antropogênicas, que regulam as transformações das paisagens (Forman e Godron, 1987).

A magnitude das respostas emitidas por um elemento ou conjunto de elementos geobiofísicos, frente às transformações induzidas pelas intervenções humanas, variam em função da natureza, intensidade e extensão das intervenções humanas. Considerando antecedentes ambientais, especialmente relacionados à composição e estruturação do meio físico-social, estes influenciam a magnitude dos processos-respostas do ambiente, os quais podem resultar em problemas ecológicos. Estes podem propagar-se além dos locais diretamente impactados, durante um certo tempo, ou mesmo caracterizar uma cadeia de impactos derivados. Tais distúrbios são vistos como indicadores de desajustes internos no sistema da paisagem, os quais tendem a promover uma degradação da geo-biodiversidade e, portanto, da qualidade de vida (Oliveira e Coelho-Netto, 1996).

Em outras palavras, pode-se dizer que a diversidade de elementos, naturais e sociais, que compõem uma paisagem atual, é produto das relações natureza-sociedade que prevaleceram ao longo da sua história antecedente. Desta forma, qualquer descrição, classificação ou ordenamento espacial da estrutura da paisagem deve ser vista apenas como uma situação representativa de um certo período de tempo.

### III.2 - Estuários

Estuário é um corpo de água semi-confinado na costa que tem ligação com o mar e dentro do qual a água salgada entra em contato com a água doce, proveniente da drenagem do interior das terras, formando um gradiente de salinidade. Neste conceito, é a interação da água salgada com a água doce, qualquer que seja o modelo pelo qual se processe, que constitui a característica do estuário (Pritchard, 1967).

A costa brasileira é caracterizada por abrigar os maiores estuários do planeta, recortada por um grande número de baías e locais protegidos; somando-se a isso, possui uma extensa plataforma continental contendo uma alta densidade de biomassa que, por sua vez, é sustentada pela intensa produção primária, abastecida pela imensa quantidade de materiais e nutrientes trazidos pelos rios para o mar (Stride, 1992).

Os maiores estuários da costa brasileira estão situados na região Norte, formados pelo delta do rio Amazonas (que abrange o litoral dos Estados do Pará e Amapá), e o golfo do Maranhão, formado por uma série de baías e estuários denominada “reentrâncias maranhenses”, ocupando uma área de manguezal com 550km de comprimento por 40km de largura (Palma, 1979).

No interior dos estuários, os principais processos sedimentológicos têm como maior agente físico a penetração da maré, que coloca em movimento e transporta as partículas de sedimentos. Estas são partículas muito finas (coesivos, silte e argilas), que geralmente não intervêm no processo litorâneo, sendo transportadas somente em suspensão, com maiores concentrações ocorrendo próximo ao fundo (Ponçano *et al.*, 1976). A circulação hidrodinâmica é regida essencialmente pelo fluxo/refluxo das marés e pela morfologia do fundo; a influência de outros fatores como ondas, ventos e descargas fluviais é insignificante (Pritchard, 1967). Os sedimentos finos, compostos pelas frações de silte e argila, têm maior capacidade de retenção de poluentes metálicos devido à sua carga elétrica e maior superfície específica de contato, e são facilmente transportados pelas correntes marítimas (Forstner e Schoer, 1984).

### III.3 - Manguezais

Aproximadamente  $\frac{3}{4}$  das áreas costeiras da biosfera entre os paralelos 25°N e 25°S são cobertos por manguezais, representando uma área que se aproxima dos 170.000 km<sup>2</sup>, ocorrendo a leste 60 espécies botânicas endêmicas (Field, 1997). Entretanto, Adaime (1985), revisando a literatura de manguezais do Novo Mundo e da região da América do Sul, mostrou que a ocorrência dos manguezais se estende ao longo da costa atlântica da região, em volta de Bermudas e Flórida (32°20'N) até Laguna (28°30'S) em Santa Catarina, Brasil (Lacerda, 1993).

São considerados como ecossistemas de formação arbórea, característicos dos litorais abrigados da faixa inter-tropical, localizados em solos de formação recente e condicionados às variações de maré (Cintron e Schaeffer-Novelli, 1983). A distribuição desta vegetação é controlada principalmente pelo clima, regime tidal, salinidade e tipo de substrato, aos quais adaptou-se em termos morfológicos, fisiológicos e reprodutivos (Field, 1997). Os manguezais se desenvolvem melhor em ambiente de baixa energia, com solo lodoso contendo elevado teor de matéria orgânica (Ando *et al.*, 1977). O grau de desenvolvimento estrutural da vegetação é uma função da resposta das espécies a uma soma de fatores ambientais, os quais podem variar em intensidade e freqüência de ocorrência (Adaime, 1985).

Os manguezais são ecossistemas de grande importância ao longo das costas tropicais do mundo, possuindo múltiplos usos. São fontes naturais renováveis de nutrientes que têm um importante papel na ecologia da região costeira, incluindo a proteção e estabilização da linha costeira, *habitat* para uma ampla variedade de espécies animais, e servindo também como viveiros para uma variedade de peixes economicamente explorados. São fontes de produtos tais como madeira, carvão vegetal, mel, óleo, tanino, proteína animal, etc., os quais são explorados pelas populações ribeirinhas que vivem em seu entorno numa escala local no Brasil (Diegues, 1977).

O ecossistema de mangue serve como criadouro para muitas espécies de peixes e mariscos, onde o seu intrincado sistema radicular oferece alimento e abrigo para larvas de peixes e alevinos. Ostras e caranguejos comestíveis

permanecem no manguezal durante todo o seu ciclo vital, enquanto que várias espécies de camarões e muitos peixes comerciais e esportivos que são capturados em alto-mar passam a parte inicial de suas vidas nesses locais, para garantir o crescimento e a sobrevivência contra predadores (Aveline, 1980; SUDAM/UFMA, 1981; Panitz, 1997).

A extensão das florestas de mangue a nível mundial pode alcançar entre 160 e 170.000km<sup>2</sup>. É difícil afirmar uma medida exata, considerando que estas áreas apresentam divergências nas suas representações em mapas e são de natureza dinâmica, sujeitas a uma significativa interferência humana (Field, 1997).

Quaisquer alterações tais como aterros, barragens e dragagens, que atuem nos padrões hidrodinâmicos naturais tanto a montante dos manguezais, assim como nos rios, meandros e gamboas que transpassam esses ambientes, ou na própria baía a jusante dos manguezais, podem provocar desequilíbrios que, dependendo do grau de interferência, levarão até mesmo à sua destruição (Moscatelli, 1994).

A expansão urbana das cidades brasileiras situadas no litoral tem promovido a substituição de áreas de manguezais por diversos empreendimentos, como os observados nas baías de Todos os Santos, Guanabara, Santos e Paranaguá, e outras de desenvolvimento mais recente como as de Sepetiba e de São Marcos. Somente no município de Angra dos Reis, o incremento da indústria do turismo nos últimos 30 anos promoveu a substituição de 40% dos manguezais por empreendimentos imobiliários para a instalação de condomínios e marinas, aliados à construção da BR-101, Rodovia Rio-Santos (Moscatelli, 1994).

A Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezais (ISME), desde que deu início aos seus trabalhos em 1990, tem publicado muitos artigos científicos e informes técnicos, mostrando a preocupação em fornecer um conhecimento mais detalhado destes ecossistemas aos pesquisadores com ele envolvidos, além do interesse em desenvolver tecnologias capazes de recuperar as áreas que sofreram processos de perturbação antrópica.

Os processos de perturbação destes ambientes costeiros não são privilégio dos países em desenvolvimento, que utilizam estes recursos para

sobrevivência, mas também dos países desenvolvidos, onde a ocupação dos manguezais se faz para a instalação de empreendimentos diversos.

Em muitos países que possuem manguezais com alto grau de perturbação, a meta atual é tentar recuperar estas áreas, onde podemos citar os trabalhos desenvolvidos por Aksornkoe (1997), na província de Pattani, na Tailândia; Chan (1997) em Matang, na Malásia peninsular; e Duke (1997) na costa caribenha no Panamá, onde a degradação é devida ao derramamento de petróleo cru pela Texaco. No Brasil podemos citar os trabalhos pioneiros desenvolvidos por Moscatelli e Almeida (1994) no município de Angra dos Reis, RJ; e Moscatelli *et al.* (1993) na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ.

Field (1997) descreve uma pauta geral de procedimentos técnicos para a restauração de manguezais degradados, e Lacerda (1993) propõe estratégias de manejo e aproveitamento sustentável dos manguezais da América Latina e África.

O apelo à conservação e ao reconhecimento da importância dos manguezais do Estado da Bahia é recente. Segundo Neto (1989, *apud* de Oliveira, 1993), a ignorância a respeito do ecossistema é institucionalizada, não obstante a avançada legislação conservacionista do país. Relata o autor que, até o ano de 1989, a propaganda oficial do governo para demonstrar a importância do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) veiculou uma publicidade na qual constava o seguinte trecho: “*é com dinheiro do FGTS que a Caixa Econômica Federal financia o aterro do mangue*”. Ou seja, o programa do governo federal para construção de casas populares em Salvador destruiu as áreas de mangue, ignorando a importância destes ecossistemas para a população em geral.

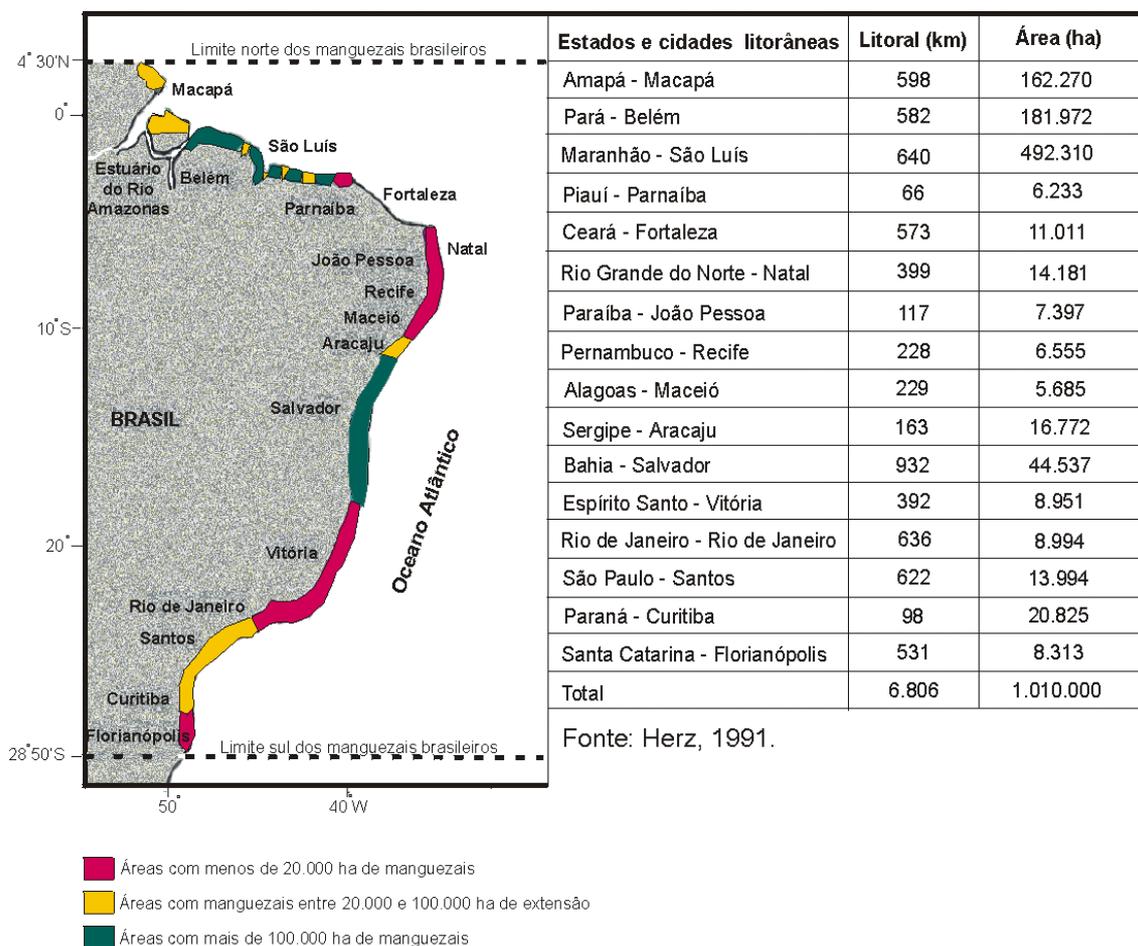
### III.4 - Manguezais Brasileiros

As áreas de manguezais se distribuem na forma de faixas ao longo de 6.800km da costa brasileira, ocupando 92% da linha litorânea. Estendem-se desde o Oiapoque no Amapá ao norte ( $4^{\circ}30'N$ ) até a Praia do Sonho em Santa Catarina ao sul ( $28^{\circ}53'S$ ), de acordo com Schaeffer-Novelli (1989). O único Estado costeiro sem manguezais é o Rio Grande do Sul, no extremo meridional. O limite oriental no Brasil é uma ilha próxima a Fernando de Noronha ( $32^{\circ}24'O$ ,  $3^{\circ}50'S$ ), onde uma pequena área de mangue bordeia o estuário do Rio Maceió (Herz, 1991).

Existem estimativas diferentes da cobertura dos manguezais no Brasil. Alguns autores consideram que ocupam uma área de aproximadamente 1.38 milhões de hectares; entretanto, a estimativa de Herz (1991) é o resultado de uma investigação geral baseada na interpretação de imagens de satélite para toda a faixa litorânea. A discrepância entre a sua estimativa e as de outros autores se deve ao fato de que Herz considerou somente os próprios manguezais, excluindo os canais adjacentes, planícies lodosas, planícies salinas e comunidades de plantas marginais (Lacerda, 1993).

Ao longo da costa norte do Brasil, os extensos sistemas de manguezais refletem as características hidrológicas e topográficas do litoral. A figura 2 mostra a distribuição dos manguezais por Estado e a localização das capitais que têm acesso direto ao mar.

Figura 2 - Distribuição dos manguezais na costa brasileira, por Unidades da Federação.



Aproximadamente 85% dos manguezais brasileiros estão situados ao longo dos 1.800km de litoral abrangendo os Estados do Amapá, Pará e Maranhão ao norte, especificamente entre Belém e São Luís. O Estado do Maranhão engloba quase a metade da área total de manguezais do país, apresentando uma faixa de 550km de comprimento e uma largura que pode alcançar os 40km.

As costas nordeste e sudeste, abrangendo a faixa do Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro, se estendem ao longo de 4.000km; entretanto, contêm somente 10% da área total dos manguezais do Brasil. Estas costas se caracterizam pelos regimes de micro e meso marés e as planícies costeiras quaternárias estreitas, com formações rochosas que limitam a distribuição dos manguezais terra adentro.

A costa sudeste, que vai do Rio de Janeiro até Santa Catarina, se estende por 1.250km e contém apenas 5% da área total de manguezais do país. A costa se abre em diferentes unidades ecológicas na cidade do Rio de Janeiro, e se choca com a Serra do Mar. Esta é uma área de um escudo pré-cambriano que se estende ao longo da costa sudeste, restringindo os manguezais nos limites das planícies costeiras estreitas e nas baías protegidas (Lacerda, 1993).

### III.5 - O Estuário da Baía de Sepetiba

A Baía de Sepetiba é formada por uma grande massa de água salgada semi-confinada, receptora dos tributários da bacia de drenagem. Possui um espelho d'água de aproximadamente 305km<sup>2</sup>, limitado a norte e a leste pelo continente, a sul pela restinga de Marambaia e a oeste por um arquipélago que se estende das imediações da Ponta da Pombeba até a Ilha da Guaíba, onde está situado o Porto da Mineradoras Brasil Reunidas (MBR).

A salinidade da água de superfície e a 1m de profundidade evidencia-se o caráter salobro no interior da Baía, enquanto que a salinidade elevada predomina somente na entrada da Barra de Guaratiba (INPH, 1977).

As correntes marítimas dirigem-se principalmente no sentido leste-oeste, as quais são dependentes de marés e ventos próximos à baixa-mar; na preamar as correntes invertem sua direção. Esta movimentação de fluxo-refluxo promove a deposição do material particulado em suspensão preferencialmente na reentrância de Itacuruçá-Muriqui, Saco da Coroa Grande e Saco da Pombeba (Lacerda, 1983). Outra área de deposição de particulado de origem fluvial está localizada na foz dos rios no litoral leste da Baía, trecho de descarga dos principais tributários, onde são observadas as menores profundidades para navegação.

Na Baía de Sepetiba os sedimentos se distribuem em três tipos: fluviais, de canais de maré e de mangues; os de maré compreendem frações mais arenosas, enquanto que os de mangue e fluviais são finos e argilosos. Os sedimentos mais representativos do fundo da Baía de Sepetiba são o silte, seguido de areia e argila (INPH, 1977).

Os sedimentos são estudados como um componente ambiental abiótico de melhor indicação do quadro geral dos níveis de contaminação de áreas impactadas (Forstner e Schoer, 1984). Outra característica importante dos sedimentos é a sua capacidade de mobilização no meio aquático, transportando, estocando e disponibilizando estes poluentes para a coluna d'água e a biota (Kurita e Pfeiffer, 1990).

## CAPÍTULO IV

### IV.1 - A Ocupação da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba

A crescente expansão urbana da região metropolitana do Rio de Janeiro forçou a ocupação das suas áreas periféricas, constituídas na sua grande maioria pelos municípios situados na bacia de Sepetiba. Esta ocupação foi favorecida pela proximidade dos grandes centros e pelo baixo valor das terras (m<sup>2</sup>).

Nas últimas três décadas, a região vem-se transformando no principal pólo de desenvolvimento industrial do Estado do Rio de Janeiro. Já na década de 70, o governo estadual, através da Companhia de Distritos Industrial (CODIN), incentivou e financiou a criação de infra-estrutura para a instalação de um pólo industrial na região administrativa de Santa Cruz e no município de Itaguaí.

No início, a maioria dessas indústrias era de pequeno e médio porte; a partir da década de 80, porém, começaram a se instalar grandes complexos industriais, atraídos pela facilidade de escoamento de suas produções pelo sistema hidroviário da Baía. Mais recentemente, outras facilidades aumentaram a atração da área, tais como a isenção de taxa de obras, IPTU e Habite-se, por um prazo de até 10 anos, para as empresas que aí se instalarem gerando acima de 30 empregos (Lei 1.582/93).

A oferta de empregos nesta região propiciou a imigração da maioria dos funcionários das indústrias, que começaram a ocupar as áreas próximas ao complexo, formando grandes bolsões residenciais sem planejamento prévio por parte do governo.

Desde o início da década de 80, as atividades industriais foram objeto da criação de instrumentos legais, visando o estabelecimento de critérios de localização. A Lei Federal n.º 6.803/80 dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, entre as quais as regiões metropolitanas. Determina que seja regulamentado por lei estadual, nessas áreas, um zoneamento que defina as zonas destinadas à instalação de indústrias: de uso estritamente industrial (ZEIs); de uso predominantemente industrial (ZUPIs) e de uso diversificado (ZUDs). Caberia aos governos

estaduais aprovar a delimitação, a classificação e a implantação de ZEIs e ZUPIs.

De acordo com a Lei Federal, as ZEIs

*“destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais... (que)... possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes”... (artigo 2º)*

As ZUPIs

*“destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos processos, submetidos a métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, não causem incômodos sensíveis às demais atividades urbanas e nem perturbem o repouso noturno das populações”... (artigo 3º)*

Para o Rio de Janeiro, e atendendo à determinação federal, foi aprovada a Lei 466/81, dispondo sobre o zoneamento industrial da região metropolitana. Em 1983, o Conselho Deliberativo da Região Metropolitana do Rio de Janeiro delimitou e classificou as ZEIs e ZUPIs. Como se observa na tabela 7, na bacia de Sepetiba foram criadas as seguintes ZUPIs e ZEIs:

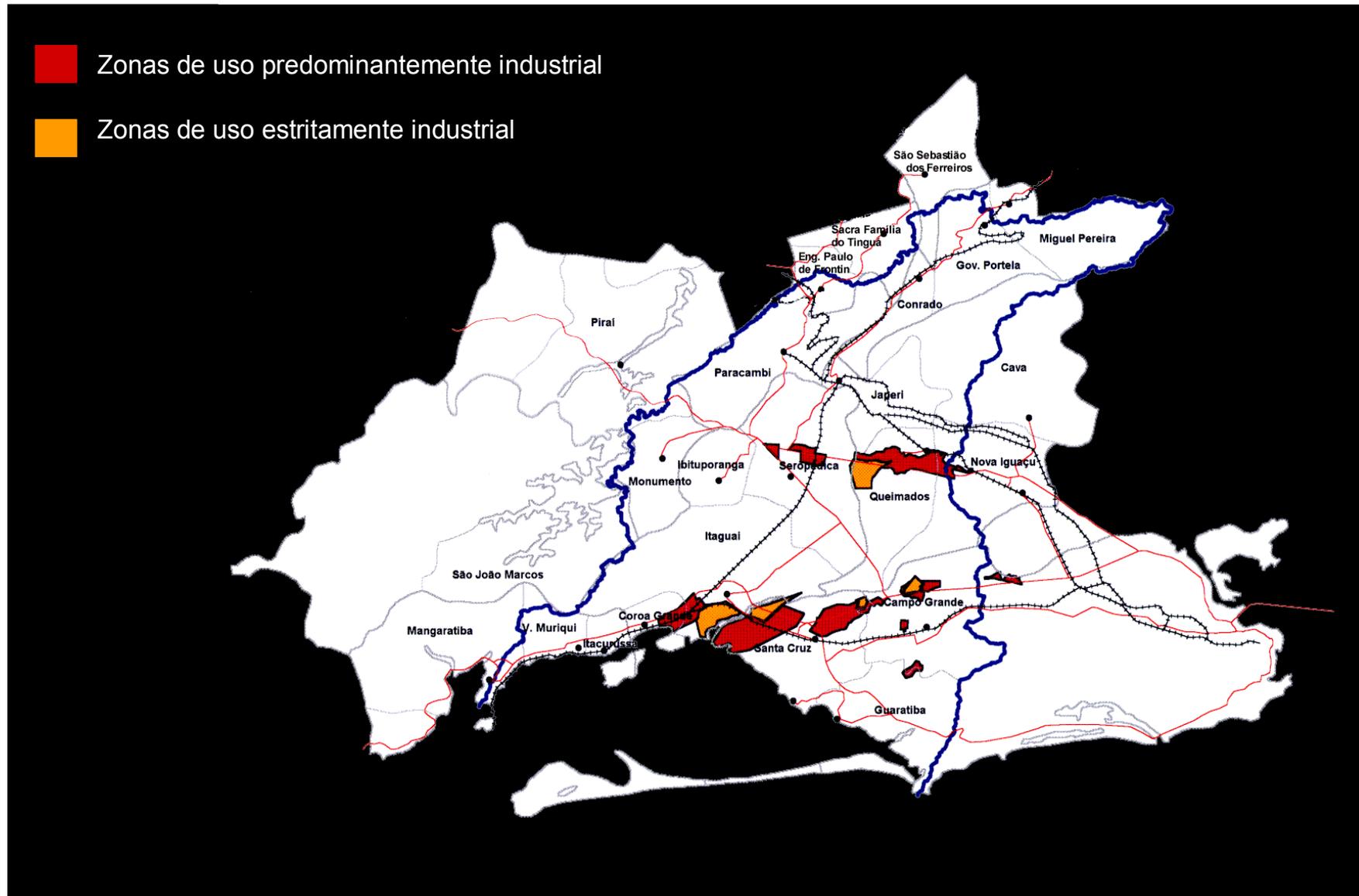
Tabela 7 – Zoneamento industrial da região metropolitana do Rio de Janeiro

MUNICÍPIO	ZUPIs		ZEIs	
RIO DE JANEIRO	Campo Grande	VS e NS	Campo Grande	VS e NS
	Inhoaíba	VS e S	Paciência	VS
	Guaratiba	VS	Palmares	VS e NS
	Palmares	VS e NS	Santa Cruz	VS e NS
	Santa Cruz	VS e NS		
ITAGUAÍ SEROPÉDICA	Coroa Grande	NS		
	Seropédica	VS e NS		
	Águas Lindas	VS e NS		
QUEIMADOS	Queimados	VS e NS	Distrito Industrial de Nova Iguaçu	NS

NS→ não saturado; VS→ em vias de saturação; S→ saturado

A figura 3 mostra a localização das ZUPIs e ZEIs na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.

Figura 3 - Localização das ZUPIs e ZEIs na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.



As zonas industriais são classificadas segundo o grau de saturação dos parâmetros de qualidade em relação aos padrões ambientais, sendo considerados como indicadores os níveis de partículas em suspensão na água, dióxido de enxofre, oxigênio dissolvido na água, mercúrio, fenóis, chumbo, cádmio e cromo. Além disso, são indicados os graus de saturação urbanística e ambiental.

Grande parte dos empregados residentes na bacia trabalha em indústrias, principalmente metalúrgicas, químicas e de papel. As indústrias de papel e gráfica possuem maior concentração de trabalhadores por instalação industrial, seguidas de metalúrgicas e siderúrgicas.

As características geomorfológicas da região, como também sua proximidade da Serra do Mar, têm limitado a expansão agrícola, limitando-se o uso da terra para esta atividade a algumas áreas agricultáveis de baixada na região de Santa Cruz e Itaguaí, utilizadas para a plantação de hortifrutí. Nos outros municípios, que possuem encostas pouco inclinadas, são desenvolvidas culturas de banana em escala comercial e pequenas pastagens em propriedades dispersas.

Outra atividade de grande importância econômica para a região é a portuária, consolidada com a expansão do Porto da Ilha Guaíba, pertencente à Mineradoras Brasil Reunidas (MBR), com um movimento diário de 90.000 toneladas de minério a granel, e o Porto de Sepetiba, localizado na Ilha da Madeira, pertencente à Companhia de Docas do Rio de Janeiro, operando com granéis sólidos e terminal de contêineres, recentemente privatizado.

A movimentação de granéis sólidos no Brasil está concentrada em alguns portos, sendo realizada por poucas empresas. Os cinco maiores portos responderam por cerca de 76% de toda a movimentação em 1994. Os portos de Tubarão (ES) e Itaguaí - terminal de Ponta da Madeira (MA), pertencem e são operados pela Companhia Vale do Rio Doce. Dos terminais localizados na Baía de Sepetiba, o da MBR respondeu por 80% da movimentação apresentada na tabela 7. Este terminal está localizado na entrada da Baía, fora da área considerada como Porto Público Organizado.

Tabela 8 – Maiores portos operadores com graneis sólidos no Brasil – 1994

<b>PORTO</b>	<b>TONELADAS / ANO</b>	<b>%</b>
TUBARÃO (ES)	59.592.400	29,4
ITAGUAÍ (MA)	41.355.267	20,4
SEPETIBA (RJ)*	26.523.407	13,1
SANTOS (SP)	16.107.701	7,9
PARANAGUÁ (PR)	10.821.270	5,3
<b>SOMA CINCO PRIMEIROS</b>	<b>154.400.045</b>	<b>76,1</b>
<b>BRASIL</b>	<b>202.935.171</b>	<b>100,0</b>

Fonte: BNDES, 1996

\* Inclui movimento anterior à expansão dos portos de Sepetiba e MBR.

O projeto de expansão do porto de Sepetiba faz parte de um grande programa de desenvolvimento econômico da região, onde está se instalando uma zona de processamento de exportação (ZPE). Este programa pretende atrair indústrias de transformação de médio e grande porte, como também estimular a expansão das indústrias já instaladas através de incentivos diversos (isenção de IPI, FINSOCIAL e IOF, entre outros). Trata-se de um Distrito Industrial cercado e alfandegado, aberto à instalação de indústrias cujos produtos destinam-se exclusivamente ao mercado internacional (tabela 9).

Tabela 9 - Principais atividades econômicas instaladas na bacia hidrográfica e número de trabalhadores envolvidos

<b>Atividade</b>	<b>Número de Empresas</b>	<b>Trabalhadores</b>
<u>Indústrias Metalúrgicas</u>		
⇒ Ferro	03	4.053
⇒ Alumínio	02	925
⇒ Zinco	01	438
<u>Outras Indústrias</u>		
⇒ Gráficas	05	4.041
⇒ Químicas	16	3.887
⇒ Mecânicas	19	4.372
⇒ Plásticas	03	1.722
⇒ Alimentos	08	1.645
⇒ Agricultura	-	14.000
⇒ Pesca	-	3.889
⇒ Diversificadas	13	1.996
<u>Portos</u>		
⇒ Construção	02	1.450
⇒ Operação	02	450

Fonte: FEEMA, 1991; FIRJAN, 1986; Barcellos, 1995 e dados de campo junto aos sindicatos de trabalhadores.

Entre as atividades econômicas observadas, notou-se que o turismo tem se expandido com maior intensidade, atraindo empregados diversos nas áreas de serviços, construção civil, comércio, etc. Nesta atividade a oferta de emprego se distribui de maneira dispersa e sazonal, embora se constitua em uma importante fonte de renda e trabalho para a população local. Note-se, também, que o turismo contribui com o maior percentual de área ocupada, caracterizada pela instalação de pólos na Ilha de Itacuruçá, Muriqui, Ibicuí e pelo aumento da atividade imobiliária ao longo do litoral da Baía.

#### IV.2 - Principais Fontes de Poluentes para a Baía de Sepetiba

A bacia de Sepetiba divide-se em 10 sub-bacias, no entanto, cerca de 95% da vazão de água doce localiza-se nos quatro principais rios que deságuam no litoral leste da Baía. A topografia de baixada desta região propiciou a instalação de complexos industriais, principalmente metalúrgicos, localizados neste mesmo litoral da Baía.

As fontes poluidoras de origem antropogênica podem ser classificadas como resultado das atividades industrial ou doméstica.

As atividades industriais representam, sem dúvida, o maior potencial poluidor para o sistema de drenagem, solo e atmosfera da região. Destas indústrias destacam-se as processadoras de metais, papéis, produtos químicos, os complexos portuários e de mineração (Barcellos, 1995; Lacerda, 1993).

O solo é o principal destino provisório dos rejeitos industriais estocados em grandes aterros a céu aberto. A transferência dos poluentes metálicos para as águas superficiais e subterrâneas se faz pela lixiviação e percolação promovidas pelo alto índice pluviométrico registrado na região. Além disso, a eliminação de emissões atmosféricas e o tratamento de efluentes líquidos tendem a aumentar a contaminação do solo através da geração de rejeitos sólidos. Da mesma maneira, as emissões atmosféricas de poluentes metálicos representam uma parcela expressiva de entrada total destes poluentes para a bacia (Pedlowski, 1990).

O potencial poluidor de origem doméstica é quantificado pelo número de residentes na bacia e o nível de tratamento dos efluentes antes do lançamento nos sistemas de drenagem (FEEMA, 1992). A bacia de Sepetiba abriga uma população urbana e rural de 1.845.902 habitantes, e uma população flutuante não quantificada, que nos meses de verão se instalam nos balneários, condomínios, hotéis, casas de veraneio e casas de campo situadas no interior da bacia. Da área total da bacia, aproximadamente 20% encontram-se loteados e os 80% restantes dividem-se em áreas rurais, especiais de reservas e indústrias não loteadas. Cerca de 20% estão ocupadas por zonas de uso predominante ou exclusivamente industrial (FEEMA, 1993). Uma outra fonte também importante é composta pelos sistemas de drenagem urbanos, que nos períodos de maior índice pluviométrico, carregam resíduos sólidos e líquidos dos perímetros urbanos para o estuário.

Os efluentes contaminados por resíduos metálicos atingem a Baía de uma forma praticamente puntiforme, fato este que já fora detectado por Fonseca *et al.*, 1978, através de análise de água, onde foram encontradas concentrações de cádmio e zinco superiores aos limites máximos permitidos pela legislação vigente, na área próxima à foz dos principais rios.

A tabela 10 mostra as principais fontes poluidoras e os respectivos compartimentos ecológicos afetados.

Tabela 10 – Principais fontes poluidoras e os compartimentos ecológicos afetados

ATIVIDADE	SOLO	ÁGUA	ATMOSFERA
<b>Não industriais</b>			
⇒ Esgoto sanitário	-	M	-
⇒ Drenagem urbana	B	M	-
⇒ Agricultura	B	B	D
⇒ Aterro de lixo urbano	A	B	-
<b>Industriais</b>			
⇒ Metalúrgicas	A	A	A
⇒ Portos e navegação	A	A	-
⇒ Químicas	M	A	D
⇒ Papel	A	M	D
⇒ Plástico	M	M	D
⇒ Aterro industrial	A	M	-

Fonte: Adaptado de FEEMA-MN-050/1992

A→ alto potencial poluidor; M→ médio potencial poluidor;

B→ baixo potencial poluidor; D→ potencial poluidor desprezível.

Os critérios para a definição dos níveis de potencial poluidor adotados pela FEEMA (1992) contêm os seguintes itens: metodologia de codificação (apresenta os critérios adotados e a estrutura dos códigos); metodologia de classificação (apresenta os critérios de classificação da tipologia das atividades de acordo com o potencial poluidor); listagem do gênero das atividades; e listagem das tipologias de atividades classificadas de acordo com seu potencial poluidor.

O documento trata de cada tipologia especificamente no que concerne à poluição da água e do ar e, a partir daí, do potencial poluidor geral. Esta classificação prevê o potencial teórico por tipologia e não o potencial real por atividade, para o qual seria necessário a qualificação de outras variáveis, como o porte de cada empresa e o seu processo industrial de extração ou construção, a carga poluidora lançada, etc.

Assim, a classificação de potencial poluidor define, para cada tipo de atividade, a nível de subgrupo, o seu potencial poluidor teórico em relação ao ar (PPAR), a água (PPAG) e, ainda, o potencial geral (PPG).

A metodologia adotada pela FEEMA prevê quatro níveis de potencial poluidor: A – alto potencial poluidor; M – médio potencial poluidor; B – baixo potencial poluidor e D – potencial poluidor desprezível.

Para a definição do potencial poluidor, foram considerados os seguintes parâmetros de ar e água:

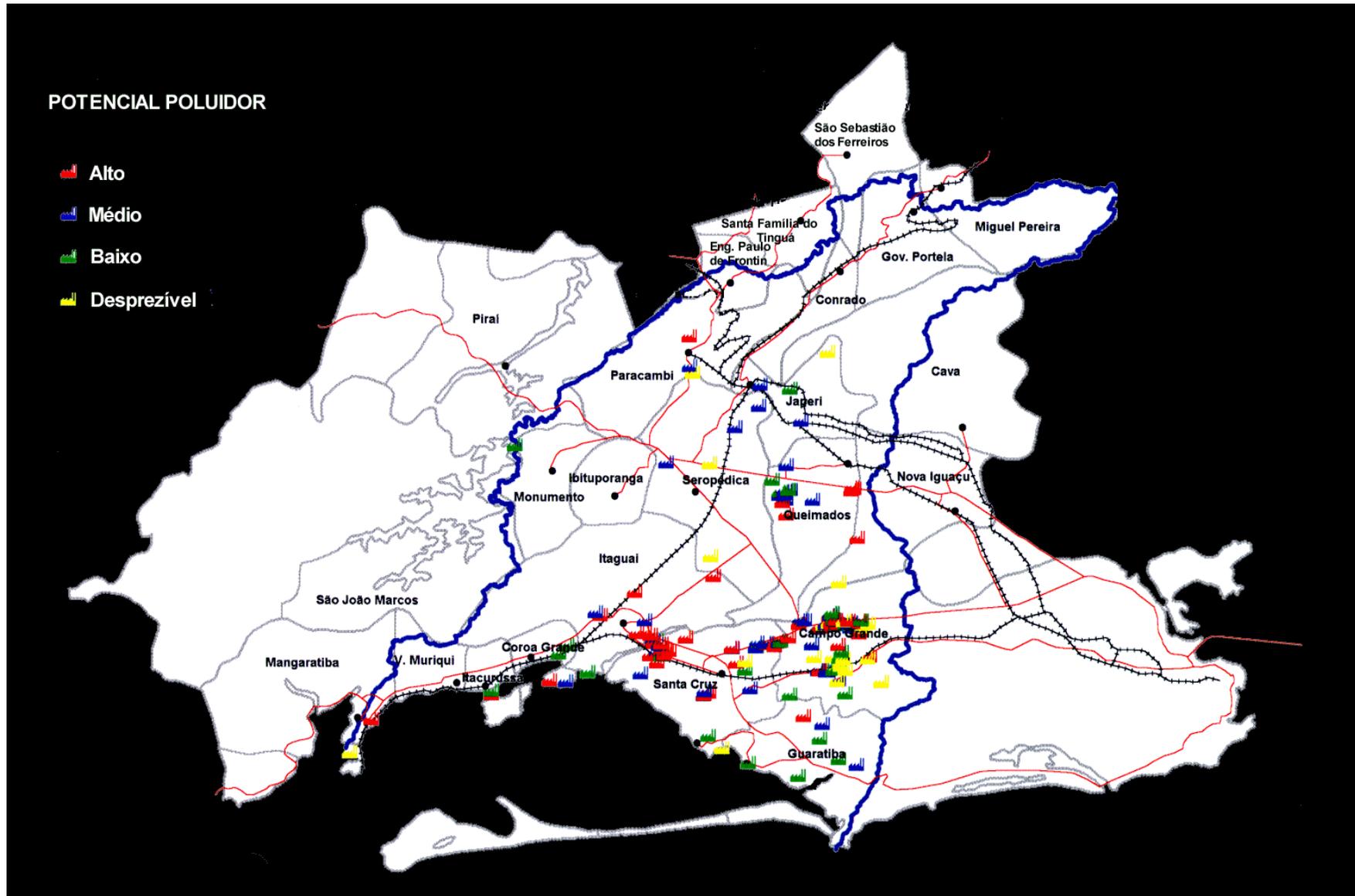
#### AR

- ⇒ PS – particulado em suspensão
- ⇒ SO<sub>2</sub> – dióxido de enxofre
- ⇒ NO<sub>x</sub> – óxido de nitrogênio
- ⇒ HC – hidrocarbonetos
- ⇒ Odor

#### ÁGUA

- ⇒ DBO – demanda bioquímica de oxigênio
- ⇒ STOX – substâncias tóxicas (metais pesados, defensivos, químicos solúveis, etc.)
- ⇒ OG – óleos e graxas
- ⇒ MS – material em suspensão

Figura 4 – Potencial poluidor das indústrias localizadas na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.



O conhecimento do nível de poluição provocado por cada atividade específica só poderá ser acessado com o exame do seu processo administrativo de licenciamento na FEEMA. Estes documentos contêm todas as fases do processo de licenciamento: a licença prévia – LP; a licença de instalação – LI e a licença de operação – LO.

#### IV.3 - Distribuição de Metais Pesados no Ambiente Costeiro da Baía de Sepetiba

O aumento das atividades humanas nos compartimentos ecológicos (água e solo) da bacia de Sepetiba tem provocado simultaneamente a degradação destes mesmos compartimentos.

Sabe-se que uma das principais formas de entrada de agentes tóxicos para o ambiente aquático se dá através do lançamento direto de despejos sólidos e líquidos industriais, o que determina a necessidade de controlar essas fontes poluidoras (Bergman *et al.*, 1986). E, apesar de não terem sido ainda totalmente controladas, alguns dos casos graves de poluição ambiental estão sendo enfrentados não apenas no Estado do Rio de Janeiro, mas também em outras regiões do país. Entretanto, não se pode subestimar a necessidade de detectar, avaliar e controlar os poluentes tóxicos lançados no ambiente através de atividades industriais.

De uma maneira geral, duas abordagens têm sido normalmente utilizadas para a avaliação e controle de agentes tóxicos presentes em efluentes industriais: controle através de substâncias específicas presentes nos efluentes como um todo antes de serem lançados no ambiente (quando há sistema de tratamento), e, monitoramento destas substâncias e/ou derivados presentes nos distintos compartimentos ecológicos da área de influência dos impactos causados pela emissão.

A primeira abordagem enfoca o biomonitoramento do efluente através de testes de toxicidade utilizando, de regra, três tipos de organismos, pertencentes a diferentes níveis da cadeia trófica do ambiente aquático (Cabridenc e Lundahl, 1980). Alguns efluentes são tóxicos apenas aos peixes, outros,

somente aos microcrustáceos e outros, a ambos os organismos (CETESB, 1986).

A segunda abordagem se dedica a detectar alterações em vários compartimentos ecológicos bióticos e abióticos pertencentes à área de estudo. As abordagens podem se subdividir em estudos direcionados, com aplicação de técnicas específicas para cada estágio da contaminação, uma vez que o processo é dinâmico.

A metodologia de abordagem que tem sido utilizada no estudo da poluição por metais pesados na Baía de Sepetiba combina uma análise dos parâmetros críticos. A aplicação da análise pelos parâmetros críticos tem sido utilizada por Penna Franca *et al.* (1984); Lacerda (1983); Pfeiffer *et al.* (1984), no estudo da contaminação por metais pesados na Baía de Sepetiba. Esta análise foi primeiramente empregada na determinação dos impactos ambientais causados por instalações nucleares e, posteriormente, empregada por Preston (1981), para o estudo da contaminação por mercúrio em águas costeiras.

As premissas básicas desta metodologia assumem que entre os vários elementos químicos liberados pela indústria, alguns poucos, devido ao seu comportamento físico-químico, bioacumulação e disponibilidade para o homem, são críticos. Por analogia, os caminhos através dos quais estes elementos são transferidos para o homem são denominados caminhos críticos, e entre os grupos humanos próximos à instalação, aquele mais exposto ao elemento crítico é eleito como grupo humano crítico (Penna Franca *et al.*, 1984).

Metais são componentes naturais da água do mar e sedimentos, e somente seu excesso é considerado como poluição. Vários metais são essenciais para organismos vivos, sendo que alguns estão presentes em grandes quantidades nos tecidos - sódio, potássio, cálcio, etc., outros somente em quantidades traços - zinco, cobre, cobalto, etc. Nenhuma função biológica tem sido estabelecida para outros metais, tais como cádmio, chumbo, mercúrio, etc., os quais são usualmente tóxicos para animais e plantas (White e Rainbow, 1985).

Uma vez introduzidos no ambiente, os metais pesados estão sujeitos a processos que promoverão sua dispersão ou acumulação, dependendo de diversas condições do ambiente, e de características intrínsecas destes metais.

Nos ambientes costeiros, os metais podem ser removidos da coluna de água por coagulação, precipitação, adsorção e pela formação de material particulado (Salomons, 1980).

Os metais podem se ligar a grupos sulfidrílicos, hidroxílicos, carboxílicos, imidazol e resíduos aminos de proteínas, peptídeos e aminoácidos (White e Rainbow, 1985), sendo que fatores ambientais como luz, pH, temperatura e salinidade podem influenciar a sua acumulação. Os estudos realizados por Gutkne (1983) e Gnasia-Barelli e Romeo (1987), utilizando diferentes espécies de algas, constataram que o acúmulo de Zn é promovido pela incidência de luz e pelo aumento do pH. Estes resultados são também comprovados por Eide *et al.* (1980), em seus trabalhos com uma espécie de alga parda (*Ascorphyllum nodosum*) *in situ*. Estes autores verificaram que a sazonalidade influencia no acúmulo de metais. Os resultados mostraram que o zinco é acumulado mais lentamente no inverno, e que, no verão, o processo é ativado.

Já nos trabalhos realizados por Magalhães (1991), utilizando algas da bacia de Sepetiba (*Padina gymnospora*) como bioacumuladores de metais pesados, foi demonstrada a capacidade de transferência destes metais para o homem como sendo o primeiro elo da cadeia alimentar. Para Guimarães *et al.* (1982), as algas bentônicas fornecem informações de metais pesados para a cadeia alimentar, sendo sugerida a utilização destas espécies como biomonitoras.

Os metais pesados, uma vez participando da estrutura de um organismo vivo, iniciam o processo de bioacumulação. Amiard *et al.* (1987), estudando organismos marinhos (bentos) observaram que, na exposição prolongada a altas concentrações de metais pesados, ocorre uma disfunção do sistema regulador interno, e as concentrações no organismo passam a refletir as do meio, podendo atingir valores bastante elevados e provocando mau funcionamento metabólico e até a morte do organismo.

Através dos estudos realizados por Lacerda *et al.* (1989), verificou-se que as concentrações de zinco encontradas em duas espécies de siri da Baía de Sepetiba (*Portunus sayi* e *Cronius ruber*), já ultrapassam os níveis metabolicamente controlados por estes animais.

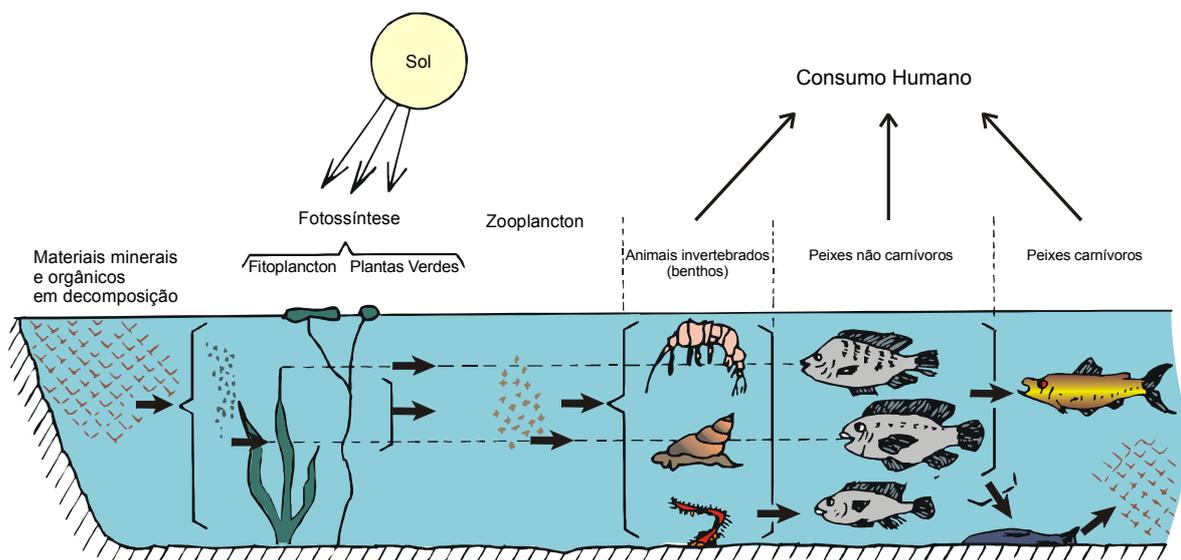
Além dos crustáceos, moluscos tais como mexilhões e ostras têm sido usualmente utilizados como indicadores biológicos de poluição. Isto porque

estes são organismos filtradores sésseis, que podem realizar bioacumulação de diversos contaminantes tais como metais, defensivos agrícolas e hidrocarbonetos presentes na água, apresentando, também, uma larga distribuição geográfica que permite o estudo de extensas áreas costeiras (WHO, 1986).

A distribuição geográfica de mexilhões na América tropical mostra que *Mytella guayanensis* apresenta uma abundância em sedimentos de mangue e estuários (Klappenbach, 1965). Em latitudes mais temperadas, prevalece a ocorrência de *Mytilus edulis*, que são usados como indicadores biológicos em programas de biomonitoramento ambiental (Viarengo e Cames, 1991).

A figura 5 mostra os caminhos percorridos pelos metais pesados até chegar ao homem. Nesse percurso alguns metais tornam-se mais críticos em função da sua quantidade no meio, pelo caminho crítico percorrido e por estar presente na vida de uma população crítica.

Figura 5 - Caminhos críticos dos metais pesados através dos vários elos da cadeia trófica em sistema aquático aberto.



A utilização de organismos aquáticos da Baía de Sepetiba para alimentação humana foi demonstrada por Lacerda (1983); Pfeiffer *et al.* (1984) e Penna Franca *et al.* (1984) como sendo uma das primeiras vias de acesso dos metais pesados desta Baía às populações consumidoras.

Uma das principais fontes de metais pesados da Baía de Sepetiba é a Cia. Mercantil e Industrial Ingá, localizada na Ilha da Madeira. A principal atividade da empresa é a produção de zinco, obtido através da calamina (minério silicato de zinco), que contém impurezas de outros metais, principalmente cádmio, chumbo e cobre.

A Companhia Siderúrgica Guanabara (COSIGUA) é também responsável pelo quadro de poluição da região. Localizada em Santa Cruz, lança seus efluentes no Rio da Guarda. Apesar da produção de 1.280.000t/ano de aço, e podendo chegar a 1.648.000t/ano, seus sistemas de controle de poluição são considerados precários pela FEEMA.

Óleos, graxas, demanda química de oxigênio (DQO), fenóis, cianetos, zinco, cádmio, chumbo, ferro, cromo, sólidos em suspensão e materiais sedimentáveis são os principais poluentes gerados pela COSIGUA (FEEMA, 1993).

Não são somente estas empresas que contribuem para o agravamento da situação ambiental. As indústrias do Distrito Industrial de Santa Cruz também têm uma participação significativa quanto à poluição gerada, como a VALESUL, produtora de alumínio, e a Companhia Siderúrgica Nacional II.

#### IV.4 – As Vias de Acesso de Metais Pesados para a Baía de Sepetiba

Durante as últimas 3 décadas um parque industrial se estabeleceu na área, basicamente metalúrgico, que lança efluentes na Baía contendo metais pesados e elevando as concentrações de metais na água acima dos padrões estabelecidos pelo Brasil. (Lacerda *et al.*, 1987)

A Cia. Mercantil e Industrial Ingá produz zinco desde 1960 e cádmio desde 1974, sendo os resíduos dispostos em uma área adjacente, exposta à chuva e à água do mar. Embora fosse construída em 1984 uma área específica para disposição dos resíduos, com 40.000m<sup>2</sup>, a empresa ainda é a principal fonte de metais-traço no ambiente (Barcellos *et al.*, 1991). Em 1988, estimava-se a presença de 50.000t de zinco e 200t de cádmio na área de disposição (Barcellos, 1991). Por ano, Barcellos e Lacerda (1994) calculam um *input* de 24t de cádmio – o que equivale ao *input* de cádmio gerado pela mesma atividade industrial em todo o Reino Unido – e 3.660t de zinco. A baixa eficiência de produção é, provavelmente, a responsável por estes elevados fatores de emissão.

Segundo Barcellos e Lacerda (1994), a produção primária de zinco e as atividades portuárias são responsáveis pela descarga direta de cádmio e zinco para a Baía, que representa 80% e 62% do *input* total. O impacto direto da navegação no *input* de metais pesados é desconhecido. A proteção química dos cascos das embarcações é responsável por 160-200t por ano de zinco liberado nas águas do sul da Califórnia. Contudo, em Sepetiba, esta fonte pode ser negligível devido à baixa movimentação e tempo de “residência” dos barcos na Baía.

Outra possibilidade é a dos resíduos domésticos; o único aterro sanitário de Sepetiba foi construído em 1978 e, em 1983, compreendia uma área de 105.000m<sup>2</sup>, dispondo 300t por dia. Este aterro pode contribuir com 0,4 e 42t por ano de cádmio e zinco, respectivamente (Barcellos e Lacerda, 1994).

Os *inputs* de metais pesados devidos à agricultura são negligíveis devido ao seu baixo estado tecnológico (produção extensiva, com baixo uso de agentes químicos), assim como as contribuições derivadas de *spray* oceânico, como sugerido pela concentração oceânica média de cádmio e zinco - 20ng/l (Boyle *et al.*, 1976) e 200ng/l (Yeats, 1988), respectivamente.

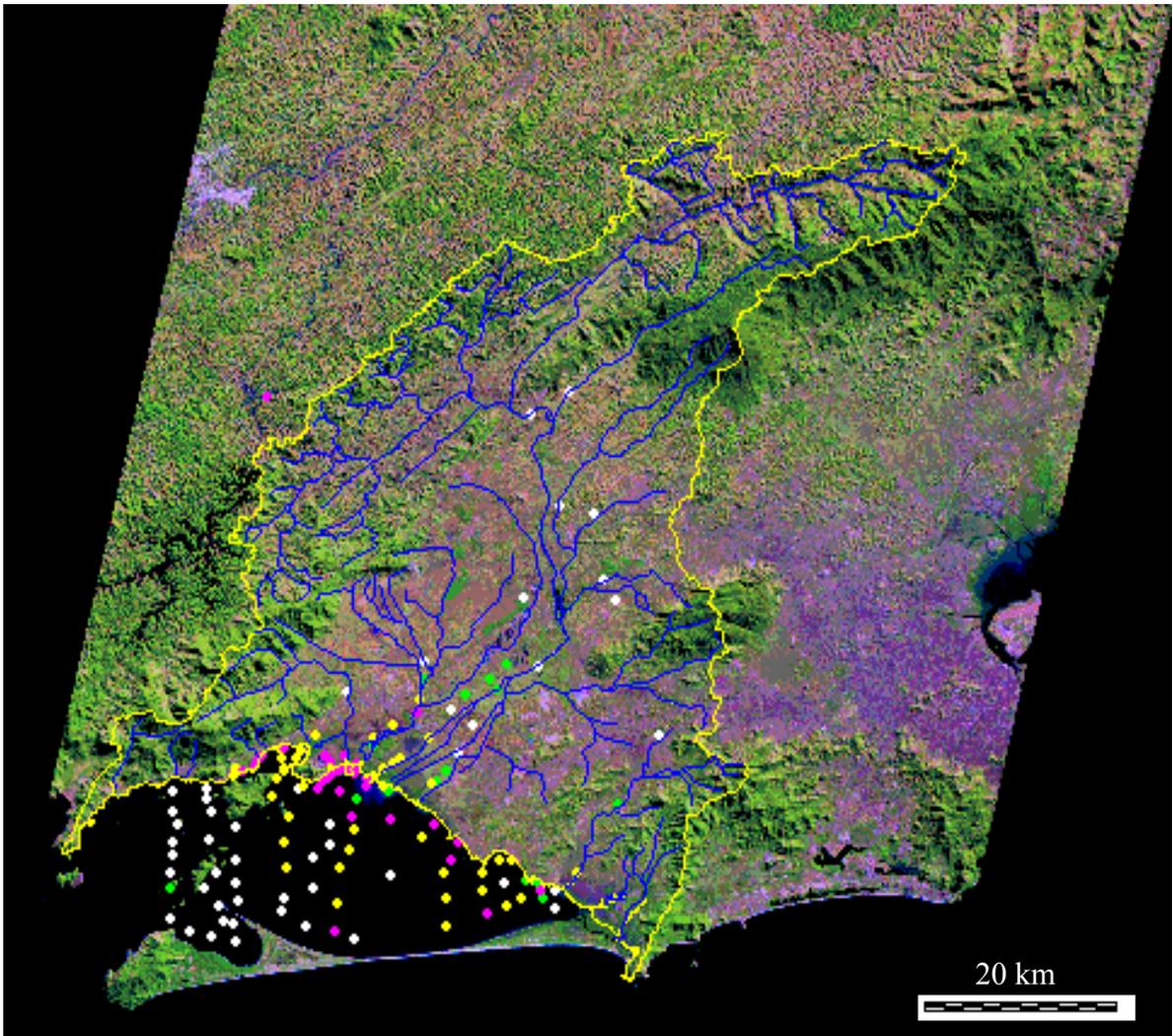
A partir da década de 80, foi desenvolvido um grande esforço no sentido de estabelecer, através da análise de sedimentos, os níveis de metais pesados na bacia hidrográfica e na Baía de Sepetiba (área de maior concentração), fontes e mecanismos envolvidos na dinâmica destes metais no ambiente (Barcellos, 1995).

Os resultados obtidos por vários autores referentes às concentrações de cádmio e zinco em sedimentos da bacia de Sepetiba possibilitaram a montagem de duas pranchas (imagens 2 e 3), utilizando imagens de satélite geoprocessadas. As concentrações destes metais foram divididas em quartis, possibilitando uma melhor visualização dos dados, uma vez que as amplitudes das concentrações são elevadas (FEEMA, 1980; Fiszman *et al.*, 1984; Lima *et al.*, 1986; Dib e Argento, 1989; Patchineelam *et al.*, 1989; Pestana, 1989; Barcellos, 1991; Kurita *et al.*, 1991; Watts, 1991; Rezende, 1993; Leitão Filho, 1995).

Estes autores, através de seus levantamentos reportam valores de concentração de metais pesados e a localização de 146 pontos de coleta de amostras de sedimento de fundo dos principais rios e da Baía.

Como regra geral, a maior parte dos metais de origem continental é retida em estuários pela adsorção ao material particulado em suspensão e subsequente sedimentação (Bewers e Yeats, 1989). A sedimentação na Baía de Sepetiba é controlada pela mistura entre sedimentos de origem fluvial e marinha. Os sedimentos fluviais são predominantes na Baía, sendo depositados principalmente na área leste (Barcellos, 1995).

Imagem 1: Distribuição de concentrações de Cd (em  $\mu\text{g/g}$ ) em amostras de sedimento de fundo da Bacia de Sepetiba.

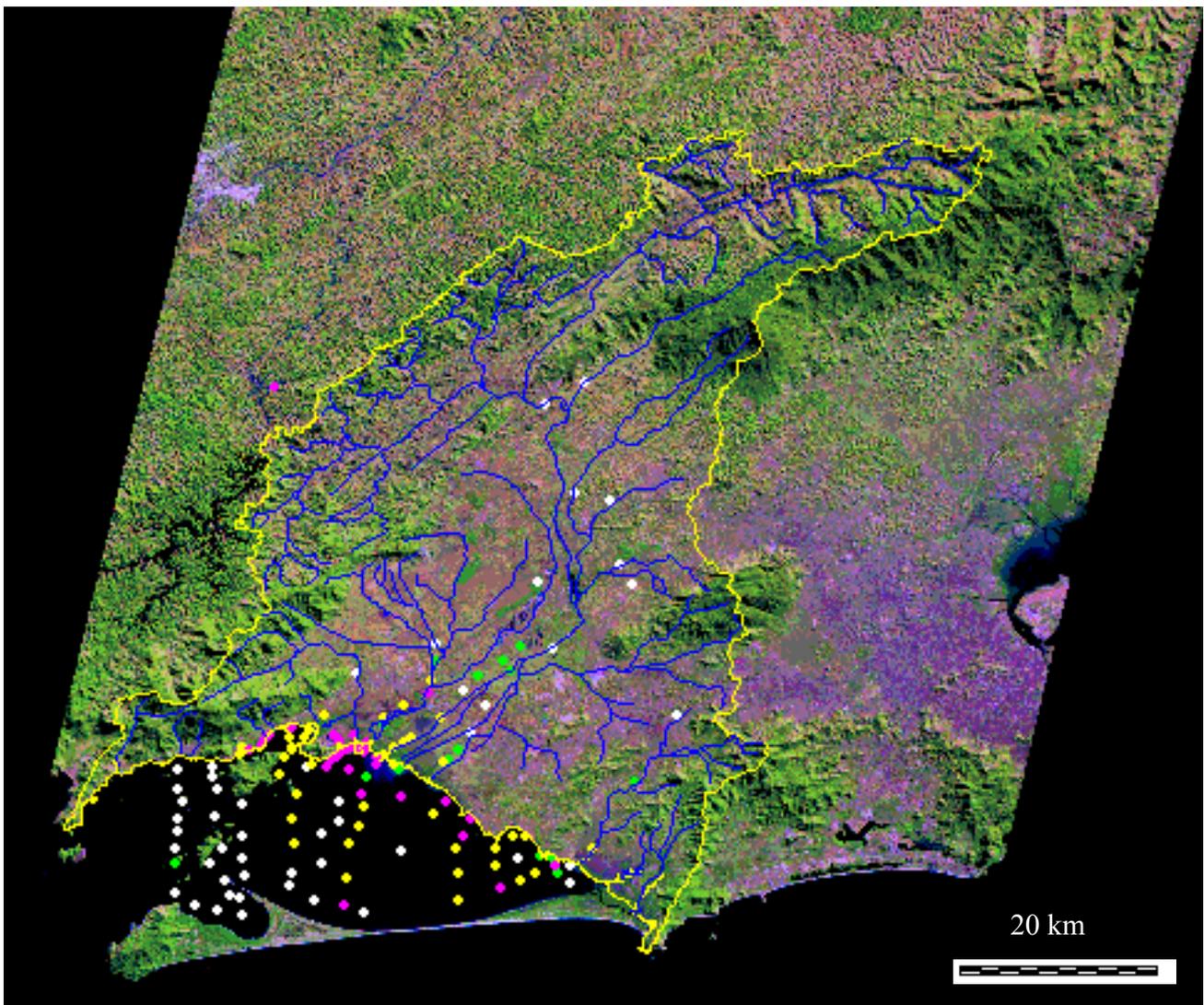


Fonte: FEEMA, 1980; Fiszman et al., 1984; Lima et al., 1986; Dib e Argento, 1989; Patchineelam et al., 1989; Pestana, 1989; Barcellos, 1991; Kurita et al., 1991; Watts, 1991; Rezende, 1993; Leitão Filho, 1995; organizado por Barcellos, 1995.

Quartis:

- 0.1 a 0.3
- 0.31 a 1.2
- 1.21 a 4.9
- 5.0 a 396

Imagem 2 – Distribuição das concentrações de Zn (em  $\mu\text{g/g}$ ) em amostras de sedimento de da Bacia de Sepetiba.



Fonte: FEEMA, 1980; Fiszman et al., 1984; Lima et al., 1986; Dib e Argento, 1989; Patchineelam et al., 1989; Pestana, 1989; Barcellos, 1991; Kurita et al., 1991; Watts, 1991; Rezende, 1993; Leitão Filho, 1995; organizado por Barcellos, 1995.

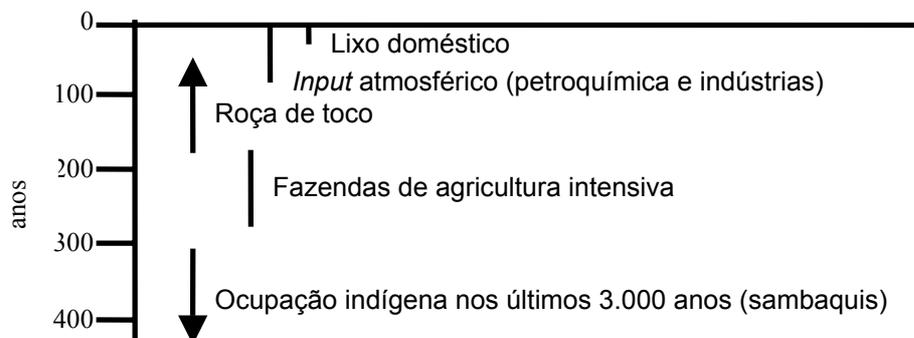
Quartis:

- 10 a 277
- 278 a 480
- 481 a 715
- 716 a 37300

#### IV.5. As Vias de Acesso de Metais Pesados na Praia do Aventureiro

A bacia hidrográfica da Praia do Aventureiro, estando localizada em uma área de preservação ambiental, a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS), e tendo sofrido escassa ocupação humana nos últimos 150 anos, não apresenta contaminação por metais pesados de origem industrial. As atividades realizadas em seu entorno compreendem a pesca artesanal, a “roça de toco” - com derrubada e queimada da mata secundária, para cultivo de gêneros alimentícios de subsistência, onde não há o emprego de insumos ou defensivos agrícolas (Oliveira *et al.*, 1994). Também são numerosos os indícios de utilização das encostas para os cultivos de subsistência de populações indígenas pois, nos primeiros tempos da colonização portuguesa, toda a região de Angra dos Reis era território de diversas tribos Tupiniquins e Tupi, ligadas ao tronco Tupi-Guarani. Os vestígios variam de oficinas de amoladores de artefatos líticos de três mil anos atrás até ruínas de fazendas do século passado (Oliveira e Coelho Netto, 1996).

Figura 6: Períodos de atividade humana interferindo na concentração de minerais na RBEPS.



A Ilha Grande, e por extensão a RBEPS, a despeito de não apresentarem nenhuma fonte de poluição direta, estão sujeitas a *inputs* atmosféricos derivados dos centros urbanos de São Paulo e Rio de Janeiro, que constituem uma fonte considerável de poluição atmosférica. Os metais zinco e cádmio, considerados de origem antropogênica, apresentam enriquecimento nos *cores* de sedimento nos últimos 20 anos (correspondentes

ao início das atividades industriais na Baía de Sepetiba). No entanto, os elevados valores de cádmio encontrados nos centímetros superiores dos cores de sedimento não são explicados pela deposição atmosférica originária da Baía de Sepetiba (Silva Filho *et al.*, 1993).

O Rio Capivari (localizado na RBEPS) se presta à análise dos níveis de *background* de metais pesados pelas seguintes razões: não apresenta nenhum sinal de ocupação humana recente em suas margens, e sua bacia contém todos os ecossistemas de interesse (DePaula *et al.*, 1993). Os levantamentos realizados por estes autores dividiram a bacia de drenagem em 5 domínios ecológicos (Mata Atlântica, lagoa de água doce, mangue, restinga e costão rochoso), tendo sido encontrados os seguintes valores de concentrações para os metais analisados nesta tese:

Tabela 11 - Concentrações de metais pesados em sedimentos de áreas naturais e impactadas, segundo vários autores.

METAL	RBEPS* (DePaula <i>et al.</i> , 1993)	RBEPS** (Silva Filho <i>et al.</i> , 1993)	Baía de Sepetiba** (Barcellos, 1995)	Áreas naturais** (Lyons e Fitzgerald, 1980)
Pb	14.8	-	-	-
Zn	99.6'	2.4 a 7.8	270	7.0 a 36
Cr	23.2	-	-	-
Cd	-	0.5	1.2	0.04 a 0.12

Fonte: Lyons e Fitzgerald (1980); DePaula *et al.* (1993); Barcellos (1995); Silva Filho *et al.* (1993)

\*Média aritmética em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (Pb: 7 a  $27\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Zn: 65 a  $168\mu\text{g.g}^{-1}$ ; Cr: 13 a  $31\mu\text{g.g}^{-1}$ )

\*\* Concentrações em  $\mu\text{g.cm}^2 \text{ y}^{-1}$

DePaula *et al.* (1993) e Silva Filho *et al.* (1993) concluíram que as principais fontes de metais pesados para a bacia são as emissões de origem atmosférica do continente, havendo também alguma contribuição marinha (*spray*). Outra fonte possível, segundo DePaula *et al.* (1993), seria um elevado conteúdo de chumbo e zinco nas rochas da bacia.

Outras vias estão relacionadas com o chumbo utilizado pelos pescadores em seus instrumentos de captura; da mesma forma, uma parcela significativa dos metais pesados é introduzida através do lixo doméstico habitual e derivado das atividades relacionadas ao turismo.

## IV.6 - O Chumbo como Elemento Crítico Potencial

### IV.6.1 - Aspectos Gerais

O chumbo (Pb) é um elemento químico pertencente ao grupo dos metais pesados, de peso molecular 207.19, insolúvel em água, amplamente distribuído e relativamente abundante na crosta terrestre. Devido às suas propriedades - baixo ponto de fusão (327°C), ductibilidade, maleabilidade e resistência, associadas à sua disponibilidade, vem sendo usado há milhares de anos com diversas aplicações (NIOSH, 1978a).

As principais fontes naturais de chumbo são as emissões de origem vulcânica e marinha, assim como o intemperismo geoquímico. Outras fontes, de origem antropogênica, estão presentes no ambiente; sendo o chumbo um elemento tóxico para a biota e o homem, que provoca efeitos adversos sobre o metabolismo, seu monitoramento é de fundamental importância para a Saúde Pública.

A intoxicação pelo chumbo é uma doença antiga, com uma história fascinante. O poeta e médico grego Nikander foi o primeiro a notar a síndrome crônica em 200 A.C. (Major, 1939). O impacto da contaminação ambiental pelo chumbo pode ser mensurado através de bioindicadores, dos quais o mais comumente utilizado é a concentração de chumbo no sangue (PbS), dada sua sensibilidade na detecção de baixos níveis de exposição; existem evidências de que a toxicidade do chumbo pode ocorrer a níveis de 10-15 µg/dl de PbS (ATSDR, 1992; Fawcett *et al.*, 1996). No Brasil, a atual NR-7, de 1994, estabeleceu como limite de tolerância biológica para o PbS o valor de 60 µg/dl (Araújo, 1996).

#### IV.6.2 - Vias de exposição

As principais vias de exposição ao chumbo podem ser divididas em ocupacionais e não-ocupacionais. As vias não-ocupacionais incluem:

- ⇒ ingestão e inalação de partículas de tinta látex PVA;
- ⇒ ingestão e inalação de partículas de solo e poeira contaminados por chumbo;
- ⇒ mecânica doméstica (reparo de radiadores);
- ⇒ ingestão de alimento contaminado por chumbo;
- ⇒ ingestão de água contaminada (lençol freático ou encanamentos contendo chumbo);
- ⇒ exposição a fumaça e poeira de fundições;
- ⇒ ingestão de bebidas alcoólicas;
- ⇒ tabagismo;
- ⇒ fabricação artesanal de chumbadas para pesca amadora.

Entre as vias de exposição ocupacional, se incluem:

- ⇒ fundição primária e secundária de metais;
- ⇒ produção de tinta látex PVA;
- ⇒ pintura com pistola de ar comprimido com tinta látex PVA;
- ⇒ solda metálica;
- ⇒ reparo e pintura de embarcações;
- ⇒ reparo de radiadores;
- ⇒ fabricação de baterias;
- ⇒ fabricação de munições;
- ⇒ trabalhos gráficos;
- ⇒ produção de ácido sulfúrico;
- ⇒ aplicação de pesticidas contendo arsenato de chumbo;
- ⇒ fabricação e manuseio de chumbadas para pesca artesanal.

A exposição ao chumbo varia segundo o grau de industrialização e a intensidade do tráfego de veículos automotores, e para a população em geral,

ocorre principalmente através da alimentação. De acordo com Cabrera *et al.* (1995), a contaminação atmosférica, o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas, e a irrigação com águas residuais estão entre as causas de contaminação de alimentos *in natura* por chumbo. No entanto, o processamento, embalagem e outros processos tecnológicos utilizados para trazer os alimentos até o consumidor podem aumentar significativamente a concentração de chumbo nestes alimentos. Okada *et al.* (1997) mencionam que na literatura científica existem vários casos de intoxicação de bovinos por exposição ambiental ou ingestão de ração contaminada com chumbo. Mas, de acordo com Pocock *et al.* (1983), o percentual de absorção do chumbo contido em alimentos é muito pequeno, quando comparado ao percentual de absorção do chumbo presente na água de torneiras e/ou encanamentos fabricados com este metal.

Segundo Schütz *et al.* (1997), fontes bem conhecidas de exposição ao chumbo na população em geral são a ingestão de água proveniente de reservatórios contendo Pb, cerâmicas domésticas vitrificadas com chumbo, tinta para pintura doméstica ou para uso em barcos contendo chumbo, emissões de veículos automotores, emissões industriais, e solo contaminado por chumbo. Além destas fontes, o fumo passivo pode aumentar a absorção do chumbo em crianças.

Na exposição ocupacional, o maior risco de intoxicação está associado aos trabalhos onde se produzem poeiras ou vapores do metal, tais como fundições e fábricas de baterias, visto que as partículas de chumbo inaladas ou ingeridas são absorvidas pelos trabalhadores numa proporção média de 40 e 10%, respectivamente (Araújo, 1996; Cronin e Henrich, 1996). Outra via de exposição comum é a fabricação de bebidas alcoólicas caseiras em alambiques.

Determinações bioquímicas (creatinina no plasma e uréia no sangue) são comumente utilizadas para detectar efeitos renais induzidos pela exposição ocupacional a metais pesados (Cárdenas *et al.*, 1993; Hotter *et al.*, 1995), mas, quando a mudança neste parâmetros clínicos se torna evidente, o dano é já irreversível.

#### IV.6.3 - Absorção do Chumbo

Dentre as vias ocupacionais e não-ocupacionais, a absorção pode ocorrer diretamente pela pele, por ingestão ou inalação (Laug e Kunze, 1948). A exposição ao chumbo está relacionada a uma grande variedade de efeitos adversos sobre a saúde humana, tais como: prejuízos ao desenvolvimento mental e físico, decréscimo da biossíntese de heme, danos ao aparelho auditivo e redução dos níveis de vitamina D no plasma, assim como distúrbios neurocomportamentais (Smith *et al.*, 1978; Skerfving, 1993). Segundo Cronin e Henrich (1996), a síndrome clínica associada à intoxicação aguda e, algumas vezes, crônica pelo chumbo inclui cólicas gastrointestinais, paralisia, distúrbios visuais, e encefalopatia. Com relação aos rins, a nefropatia aguda por chumbo foi associada ao dano do túbulo proximal, com aminoacidúria, fosfatúria e glicosúria, com inclusões intranucleares típicas nas células do túbulo proximal, assim como defeitos mitocondriais (Bariety *et al.*, 1971; Barry, 1975).

Tanto na exposição ocupacional quanto na não-ocupacional, existem variáveis que influenciam o grau de absorção do chumbo por ingestão, inalação ou através da pele. Nesse último caso, a absorção é bastante reduzida, sendo em parte viabilizada pela produção do suor; quando o chumbo entra em contato com tecido lesionado, a taxa de absorção aumenta (Laug e Kunze, 1948; Araújo, 1996).

A absorção do chumbo por inalação dependerá do tamanho da partícula e da taxa de ventilação; partículas de diâmetro inferior a  $1\mu\text{m}$  se depositam principalmente nos alvéolos pulmonares, onde a maior parte do chumbo presente é absorvida, a uma taxa dependente da solubilidade da espécie química do chumbo. Além disso, a absorção é maior se as partículas são inaladas pela boca (entre 20 e 60% de acordo com o maior ou menor tamanho da partícula), em comparação com a inalação nasal, e no trato gastrointestinal, quanto maior seu tamanho, menor a biodisponibilidade (Skerfving, 1993). Desta forma, a absorção do chumbo variará entre 37 e 70%. Outro fator interveniente é o conteúdo gástrico, visto que durante o jejum a absorção é maior. Uma nutrição deficiente pode aumentar a absorção e retenção do chumbo, e portanto sua toxicidade potencial (ATSDR, 1992).

#### IV.6.4 - Mobilização do Chumbo no Organismo Humano

O chumbo é absorvido para o plasma sangüíneo e para a linfa, estando uma pequena parte ligada a proteínas, em especial a albumina. Do plasma, o metal é transferido para as células sangüíneas, onde 99% do conteúdo de chumbo está nas células vermelhas, e cerca de 1% permanecendo no plasma (Albahary, 1972; Al-Modhefer *et al.*, 1991; Skerfving, 1993); uma grande fração do chumbo está ligada à hemoglobina, embora uma parte se ligue a uma proteína de peso molecular 10KDa, a metalotioneína, possivelmente induzida pela exposição ao chumbo. A distribuição relativa entre as células sangüíneas parece ser dependente de fatores individuais e da intensidade da exposição (Skerfving, 1993).

Os ossos, no entanto, concentram a maior parte do chumbo absorvido (cerca de 90%), que é mobilizado lentamente, com exceção das crianças e das mulheres no final do período reprodutivo. Este chumbo retido nos ossos representa um risco especial, pois é uma fonte endógena potencial do metal (ATSDR, 1992). O chumbo tem uma meia-vida de aproximadamente 25 dias no sangue, 40 dias no fígado e rins e mais de 25 anos na porção não-lábil dos ossos (ATSDR, 1992; Skerfving, 1993).

Segundo Al-Modhefer *et al.* (1991), muitos, senão todos, os efeitos tóxicos do chumbo se correlacionam com sua concentração no sangue, e o percentual de chumbo encontrado no plasma aumenta gradualmente quando as concentrações de chumbo no sangue total ultrapassam 2 $\mu$ mol/l. A fração do chumbo presente no plasma cresce numa velocidade maior do que o aumento da concentração de chumbo no sangue total, com o aumento da absorção, provavelmente devido à saturação dos sítios de ligação do chumbo nas hemácias.

A partir do plasma sangüíneo, o chumbo é distribuído para os órgãos-alvo, principalmente fígado e rins, onde se localiza no interior dos núcleos celulares (Skerfving, 1993; Araújo, 1996). Além destes órgãos, o chumbo ultrapassa a barreira hematoencefálica, com níveis elevados no hipocampo e plexo coróide. Alguns autores sugerem que a passagem do chumbo para o sistema nervoso é superior nas crianças, e que o sistema nervoso periférico pode acumular consideravelmente mais chumbo que o sistema nervoso central.

O chumbo é também distribuído para as gônadas e se acumula no trato reprodutivo masculino, assim como se incorpora ao fluido seminal. Igualmente, acumula-se na medula óssea, onde os níveis de chumbo parecem ser similares àqueles encontrados no sangue, e é transferido para o feto e o leite materno (Skerfving, 1993; Moura, 1996).

De acordo com Al-Modhefer *et al.* (1991), o estado químico do chumbo no plasma sangüíneo e no fluido intersticial é de considerável interesse; o chumbo é transferido para estes fluidos após sua absorção no intestino ou pulmões, e sejam quais forem os sítios intermediários de estocagem envolvidos, o metal é carregado a partir daí para seu sítio de ação, ou para os rins para excreção.

Um íon de metal-traço pode ocorrer em quatro estados possíveis: como parte de uma metaloproteína, ligado com alta afinidade e apenas lentamente dissociante; ligado a proteínas do plasma, tais como a albumina; complexado com ligantes de baixo peso molecular, tais como aminoácidos e outros ácidos carboxílicos; e como íon inorgânico livre. A concentração deste último é, provavelmente, uma fração muito pequena do total, mas esta concentração pode ser de especial importância na determinação dos fluxos através das membranas, ligações e toxicidade (Al-Modhefer *et al.*, 1991).

Albahary (1972) menciona que o chumbo inorgânico tem efeito tóxico sobre a medula óssea e o sangue periférico. Segundo o autor, o chumbo no sangue varia (sem intoxicação) entre 20 e 30  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , estando 95-97% do chumbo ligado às células vermelhas. A presença de quelantes tais como CaEDTA parece retardar a fixação do chumbo pelas células vermelhas, auxiliando a eliminação do metal pela urina.

#### IV.6.5 - Fatores Influentes sobre os Mecanismos de Absorção e Excreção do Chumbo

Os grupos mais susceptíveis à intoxicação pelo chumbo são as crianças e fetos (Moura, 1996; Okada *et al.*, 1997), devido a uma combinação de fatores: imaturidade e conseqüente vulnerabilidade do sistema nervoso, freqüente ingestão de partículas de solo e poeira, maior eficiência de absorção do trato gastrointestinal, e alta prevalência de deficiências nutricionais de ferro e cálcio. Crianças com baixos níveis de cálcio e fósforo apresentam níveis de chumbo no sangue mais elevados que a população de referência, havendo também uma forte correlação entre a deficiência de ferro e zinco e níveis elevados de chumbo no sangue (Barton *et al.*, 1978b; ATSDR, 1992). Okada *et al.* (1997) sugerem que o efeito tóxico em crianças é maior porque o chumbo depositado nos ossos fica em constante mobilidade devido ao seu crescimento. Além disso, os autores relatam que as crianças absorvem cerca de 40% do chumbo ingerido, enquanto os adultos absorvem somente entre 5 e 10%.

Outro grupo com elevado risco de intoxicação pelo chumbo são os adultos cujo trabalho envolve contato direto ou indireto com este metal (NIOSH, 1978a; ATSDR, 1992; Skerfving, 1993; Araújo, 1996; Börjesson *et al.*, 1997; Díaz-Barriga *et al.*, 1997). Os níveis de chumbo no sangue sofrem influência de diversos fatores, entre os quais se destacam o gênero e o estilo de vida. De acordo com Fawcett *et al.* (1996), os mais altos níveis de chumbo no sangue estão associados à idade jovem, sexo masculino, e baixo *status* sócio-econômico.

Kristiansen *et al.* (1997) encontraram uma correlação altamente significativa entre o chumbo no sangue e o gênero ( $P < 0,001$ ), e correlações fracas ou inexistentes com a idade, com o tabagismo ou com o hábito de beber. No entanto, outros estudos sugerem que os níveis de chumbo no sangue dependem do gênero, idade, estado de saúde e nutricional, ingestão de bebidas alcoólicas e fumo. Pocock *et al.* (1983) relatam que os níveis de chumbo no sangue são maiores em homens, e aumentam marcadamente durante a adolescência.

Em estudo realizado por Muldoon *et al.* (1994) entre mulheres de meia-idade, foram encontradas correlações significativas entre os níveis de chumbo

no sangue e os anos decorridos desde a menopausa, a amamentação, tabagismo, consumo de álcool, grau de atividade física, o uso de hormônios e a ingestão de cálcio; uma vez que as perdas ósseas ocorrem a uma taxa acelerada próximo à menopausa, a desmineralização do osso pode resultar na liberação de chumbo ósseo para a corrente sanguínea – o que explicaria o aumento nos níveis de chumbo no sangue de acordo com o maior número de anos desde a menopausa, e os menores níveis de chumbo no sangue de mulheres que fazem uso de terapias de reposição hormonal.

Moura (1996), estudando a plumbemia durante a gravidez, menciona alguns fatores que podem estar relacionados à variabilidade interindividual na intoxicação pelo chumbo. Por exemplo, os hábitos higiênicos, a idade, a composição da dieta e o estado nutricional, amamentação e a paridade.

Segundo Muldoon *et al.* (1994), mulheres que amamentaram alguma vez apresentam menores níveis de chumbo no sangue, possivelmente como resultado da liberação de chumbo dos ossos durante a lactação. A atividade física moderada, que favorece o aumento da densidade óssea, e maiores níveis de cálcio ingerido – que parecem reduzir a absorção intestinal do chumbo – também contribuiriam para a presença de menores níveis de chumbo no sangue. Barton *et al.* (1978a) concluíram que a deficiência de cálcio reduz a excreção do chumbo, mas não parece afetar sua absorção, e que a competição pelas proteínas ligantes presentes na mucosa intestinal seria um dos mecanismos pelos quais os níveis de cálcio na dieta diminuiriam a absorção do chumbo. Pocock *et al.* (1983), no entanto, atribuem a redução da absorção gastrointestinal do chumbo ao efeito combinado de cálcio e fosfato ingeridos.

A vitamina D, por outro lado, parece estimular a absorção do chumbo, de acordo com estudos realizados em roedores por Smith *et al.* (1978). Segundo estes autores, o aumento na absorção do chumbo ocorre apenas nos segmentos distais do intestino delgado; como a maior estimulação do transporte de cálcio pela vitamina D foi encontrada no duodeno proximal, aparentemente as absorções do chumbo e do cálcio não partilham um mecanismo comum. A vitamina D estimula o transporte de fosfato (especialmente na porção distal do intestino delgado), sugerindo que o transporte do chumbo pode estar relacionado à absorção do fosfato, como

indicado por Pocock *et al.* (1983). A absorção do cálcio é regulada pela vitamina D através da síntese de proteínas transportadoras e alterações nas junções celulares (Baskin, 1999).

Muldoon *et al.* (1994) sugerem que tanto o álcool quanto o fumo contribuem significativa e independentemente para as concentrações de chumbo no sangue em mulheres de idade avançada. Shaper *et al.* (1982) concluem o mesmo para homens de meia-idade, sugerindo que isto pode se dever, no caso do álcool, à presença de quantidades significativas de chumbo em certas bebidas, ou a um efeito potencializador do etanol sobre a absorção gastrointestinal do chumbo. Com relação ao fumo, os resultados de Muldoon *et al.* (1994) revelam uma tendência de aumento dos níveis de chumbo no sangue por quantidade de cigarros fumados, dado que o chumbo está presente no tabaco. Segundo Pocock *et al.* (1983), fumar 20 cigarros por dia leva à inalação de 1-5  $\mu\text{g}$  de chumbo, e indivíduos que bebem e fumam excessiva e diariamente podem apresentar aumento de 50% nas concentrações de chumbo no sangue. Rabinowitz *et al.* (1977), estimam que fumar 20 cigarros por dia equivale a respirar 6 $\mu\text{g}$ /dia de chumbo.

Pocock *et al.* (1983) discutem a respeito de evidências, baseadas em estudos com animais, de que o chumbo é excretado tanto através dos rins (por filtração glomerular) quanto pelo fígado, principalmente na bile. Logo, se o fígado é um sítio importante de excreção do chumbo, a ingestão moderada ou excessiva de álcool em uma base diária poderia afetar a excreção hepática do chumbo, resultando no aumento de suas concentrações no sangue. Os autores sugerem que o metabolismo do chumbo pode ser afetado mesmo em níveis socialmente aceitáveis de ingestão alcoólica. Os resultados de Flora e Tandon (1987), por outro lado, indicaram que ratos expostos a chumbo e etanol mostraram maior vulnerabilidade à toxicidade do chumbo e efeitos hepatotóxicos e neurotóxicos mais pronunciados, embora não seja clara a base para o aparente sinergismo entre álcool e chumbo, particularmente a nível molecular. Suspeita-se que o etanol pode causar várias deficiências nutricionais, que podem aumentar a toxicidade do chumbo. O etanol parece ser efetivo no rompimento da barreira gástrica e hematoencefálica, portanto aumentando a absorção do chumbo no sangue e em outros órgãos.

Barton *et al.* (1978b), por meio de experimentos *in vivo* em ratos, concluíram que, nestes animais, a deficiência de ferro aumenta a absorção de chumbo enquanto a administração de ferro diminui a absorção de chumbo. Os autores sugerem que o ferro no lúmen intestinal seria capaz de inibir por competição a absorção de chumbo, enquanto sua excreção não parece ser afetada pela repleção corporal de ferro. Estes dados parecem indicar que um receptor da mucosa intestinal é comum ao ferro e ao chumbo, apresentando maior afinidade pelo ferro. Watson *et al.* (1980) chegaram às mesmas conclusões, sugerindo que indivíduos deficientes em ferro podem absorver cerca de 24% do chumbo presente na dieta, em lugar da absorção normal de 10%.

De acordo com Fawcett *et al.* (1996), existem claras relações dose-resposta entre o tabagismo conjugado ao consumo de álcool e os níveis de chumbo no sangue. Níveis elevados de chumbo no sangue estão significativamente associados com o sexo masculino, atividades ocupacionais de alto risco, exposição recreacional ao chumbo, tabagismo e residência próxima a auto-estradas. As associações com o *status* sócio-econômico e o consumo de álcool não foram significativas

#### IV.6.6 - Efeitos Deletérios do Chumbo sobre o Organismo Humano

O chumbo tem uma neurotoxicidade pronunciada em humanos e animais, e a exposição crônica a baixos níveis de chumbo pode induzir retardo mental e hiperatividade em humanos. De acordo com Flora e Tandon (1987), a toxicidade do sistema nervoso central devido à absorção de chumbo ocorre a níveis de exposição mais baixos que a do sistema nervoso periférico. Também para Manalis e Cooper (1973), Fregoneze *et al.* (1997), e Mello *et al.* (1998), o sítio primário de ação do chumbo é o sistema nervoso central, estando a exposição ao metal associada a várias alterações neurocomportamentais e psicológicas. Crianças são muito mais susceptíveis que adultos aos defeitos de aprendizado induzidos pelo chumbo, mesmo a baixos níveis de exposição (>100 µg/l de PbS), de acordo com Schütz *et al.* (1997) e Mello *et al.* (1998).

Em estudo realizado por Mello *et al.* (1998), a administração de dietas com alto teor de chumbo a roedores provocou redução do crescimento, alterações hematológicas, rompimento da barreira hematoencefálica e alta mortalidade de fetos e neonatos, além de significativos efeitos sobre o desenvolvimento neuromotor.

Hu (1991) estudou 192 pacientes com uma bem-documentada história de envenenamento por chumbo que foram acompanhados durante 50 anos, comparando-os com um grupo controle; os resultados mostraram que os indivíduos com exposição prévia ao chumbo tinham uma chance sete vezes maior de desenvolver hipertensão, e um hematócrito mais baixo que os do grupo controle.

O chumbo inibe diversas enzimas da via metabólica da síntese do heme, causando o acúmulo de precursores no sangue e na urina (Albahary, 1972; NIOSH, 1978a; Araújo, 1996). Logo, o envenenamento por chumbo pode levar à acumulação de ferro não-heme e protoporfirina-9 nas células vermelhas, um aumento no ácido delta-aminolevulínico (ALA) no sangue e urina, um aumento na coproporfirina, uroporfirina e porfobilinogênio urinários, inibição da ALA-dehidratase do sangue (ALA-D), e um aumento na proporção de células vermelhas no sangue, segundo NIOSH (1978a). A inibição da ALA-D ocorre mesmo a níveis baixos de PbS (10 µg/dl), havendo total inibição a 60 µg/dl, o que a torna um indicador de potencial reduzido (Araújo, 1996).

Outras alterações induzidas pelo chumbo são as mudanças nos padrões das proteínas no plasma sangüíneo humano, consistindo em: decréscimo na razão albumina/globulina com notáveis aumentos nas alfa e beta-globulinas; decréscimo no conteúdo de ácido nicotínico do sangue e urina, indicando um aumento da utilização deste constituinte pelo chumbo, e sugerindo que o chumbo exerce sérios efeitos sobre os nucleotídeos de piridina; estes efeitos podem ocorrer pelo bloqueio de sua síntese ou pela aceleração da degradação do ácido nicotínico; e redução das quantidades de gama-globulina, ou seja, baixa imunidade. Foi demonstrado que as lisozimas, outra parte dos mecanismos de defesa do corpo, foram progressivamente reduzidas no plasma sangüíneo de cães nos quais foram administrados sais de chumbo por um período prolongado (NIOSH, 1978a).

## IV.7. O Cádmiu como Elemento Crítico Potencial

### IV.7.1 - Aspectos Gerais

O cádmio (Cd) é um elemento químico de peso atômico 112.4, altamente lipossolúvel e de baixo ponto de fusão, que está distribuído em toda a crosta terrestre e na atmosfera (como resultado de atividade vulcânica) a baixas concentrações, sendo portanto encontrado em virtualmente todos os componentes dos ecossistemas de água doce, marinhos e terrestres (Galvão e Corey, 1987). A presença natural do cádmio no ambiente aparentemente não causa problemas significativos para a saúde, pois se encontra em baixas concentrações. No entanto, em concentrações mais elevadas, o cádmio é altamente tóxico para plantas e animais em geral (Herber *et al.*, 1997).

O cádmio é obtido como subproduto no refino de zinco, dos minérios de zinco, de zinco-chumbo e de zinco-chumbo-cobre. O metal e seus compostos inorgânicos encontram numerosas aplicações industriais, o que faz com que ele seja um dos mais freqüentes contaminantes do ambiente. As fontes antropogênicas são muitas e variadas, resultando em uma diversidade de vias de exposição (Yost, 1984).

Os primeiros casos de envenenamento agudo por cádmio foram reportados em 1958, mas o primeiro reconhecimento do cádmio como uma toxina industrial foi feito em 1948 (Bernard *et al.*, 1984). O conhecimento dos efeitos do cádmio sobre a saúde aumentou com a identificação da doença de itai-itai, que recebeu esse nome pelas dores ósseas e musculares que provoca nos afetados. Atualmente, atribuem-se ao cádmio danos aos túbulos renais com proteinúria, enfisema e fibrose pulmonar, bronquite obstrutiva crônica, anemia, alterações hepáticas, mudanças no metabolismo de minerais, hipertensão arterial, osteoporose, câncer de próstata e pulmonar e alterações cromossômicas (Honda *et al.*, 1997).

#### IV.7.2 - Vias de Exposição

A exposição da população em geral ao cádmio está relacionada com a contaminação ambiental pelas atividades industriais e mineradoras, com exposição ao ar, ao solo, à água, aos alimentos contaminados por cádmio e também ao tabagismo.

Entre as principais fontes de contaminação ambiental por cádmio, podemos citar:

- ⇒ produção de metais não-ferrosos;
- ⇒ incineração de lixo doméstico;
- ⇒ fabricação e uso de fertilizantes fosfatados;
- ⇒ combustão de madeira, carvão, óleo e gasolina;
- ⇒ produção de ferro e aço;
- ⇒ aplicações industriais de cádmio;
- ⇒ mineração de metais não-ferrosos;
- ⇒ descargas industriais de cádmio;
- ⇒ tabagismo.

De acordo com Yost (1984), a ingestão de cádmio por via alimentar pode contribuir com 20-50  $\mu\text{g}/\text{dia}$ , e fumar um maço de cigarros por dia equivaleria a inalar 2-4  $\mu\text{g}/\text{dia}$  de cádmio. Dadas as taxas de retenção de 30% e 8%, respectivamente, para o cádmio inalado e ingerido, este autor estima que o cádmio retido pela inalação seria 0.6 $\mu\text{g}$  comparado com 1.6 - 4  $\mu\text{g}$  para o metal ingerido. Considerando que não-fumantes vivendo com fumantes podem estar de alguma forma expostos aos mesmos contaminantes, a exposição passiva à fumaça do cigarro pode também ser uma fonte de exposição ao cádmio (FDA, 1993b).

Além das exposições ao cádmio no ambiente em geral, vêm sendo realizados estudos de exposição ocupacional, preferencialmente através da via respiratória. Nos processos industriais mais comuns os trabalhadores estão expostos principalmente ao óxido de cádmio, sob as formas de poeira e fumaça (Galvão e Corey, 1987). A exposição ao cádmio na indústria, na forma de

fumos e poeiras de óxido de cádmio, e outros vários compostos de cádmio, ocorre através da inalação e ingestão e representa um significativo risco ocupacional. A indústria primária de cádmio, indústrias de zinco-chumbo, produção e uso de pigmentos de cádmio e estabilizantes plásticos de cádmio e a fabricação de baterias níquel-cádmio são as principais fontes de exposição ocupacional. Embora em menor grau, também estão expostos ao risco, os trabalhadores de indústrias de fungicidas, de munições para armas pequenas e de indústria de impressão, além dos soldadores de materiais de cádmio galvanizado.

O controle da exposição ocupacional é realizado, principalmente, pelo monitoramento biológico dos indivíduos expostos. Esse monitoramento pode ser realizado através de medidas da concentração do cádmio em sangue e urina.

O cádmio no sangue é encontrado nas células vermelhas, ligado a proteínas, como a metalotioneína, e representa 0.06% do conteúdo total de cádmio no organismo. O cádmio no sangue aumenta durante os primeiros 4 a 6 meses de exposição; a partir daí, sua concentração é proporcional à intensidade de exposição (Galvão e Corey, 1987).

A determinação de cádmio no sangue reflete a exposição recente e, portanto, é considerado um teste para avaliar exposições contínuas e agudas. Por outro lado, a mensuração dos níveis de cádmio na urina é o melhor indicador quando o nível de exposição é baixo, isto é, quando o nível crítico no córtex renal não é atingido. No caso de altos níveis de exposição, a concentração de cádmio nos rins se aproxima do nível crítico (há saturação dos sítios ativos) e o cádmio presente na urina passa a refletir exposição recente. Logo, o cádmio urinário é um indicador para exposição quando ainda não ocorreu disfunção renal (FDA, 1993b; Herber *et al.*, 1997). A excreção urinária do cádmio comparada com a creatinina na urina é um indicador confiável do conteúdo de cádmio no corpo (Bernard *et al.*, 1992), e alguns estudos, entre os quais o de Nogawa *et al.* (1992) correlacionam a presença de metalotioneína na urina à injúria renal.

#### IV.7.3 - Absorção do Cádmi

O cádmio entra no organismo principalmente por inalação e ingestão, sendo a concentração e a possibilidade de difusão do cádmio dos pulmões até o sangue determinadas pelo tamanho e pela solubilidade das partículas inaladas ou ingeridas.

Quando da inalação, parte das partículas passa ao esôfago por ação dos cílios e é parcialmente absorvida no trato gastrointestinal. As partículas restantes que chegam até os alvéolos são absorvidas e passam para o sangue. A absorção tem a ver com a solubilidade do composto inalado, embora as variações fisiológicas e anatômicas dos indivíduos também influenciem este processo. Estima-se que são absorvidas entre 10 e 40% das partículas inaladas. As partículas que não são absorvidas, nem digeridas ou eliminadas nas secreções, vão constituir depósitos de cádmio na árvore respiratória (Galvão e Corey, 1987).

Uma vez absorvido, o cádmio é transportado pelo sangue para diversos órgãos e tecidos, principalmente rins e fígado. No organismo, 50% do cádmio absorvido se encontra nestes órgãos. Outros sítios de acumulação do cádmio são os músculos, o pâncreas, as glândulas salivares e o sistema nervoso central, ainda que neste último se apresente em concentrações muito baixas (FDA, 1993b; Sherlock, 1984).

Para Cárdenas *et al.* (1992), os órgãos-alvo da ação do cádmio são os pulmões, ossos e rins, sendo este último um órgão crítico na exposição de longo prazo.

#### IV.7.4 - Mobilização do Cádmi

Depois de entrar no corpo, o metal é excretado na urina ou nas fezes, primariamente no fígado e rins (Yost, 1984). A meia-vida do cádmio no organismo é muito grande e se estima em 10-30 anos, período no qual permanece armazenado em vários órgãos. O tempo de meia vida estimado nos rins é de 15 a 40 anos, duas vezes maior de que no fígado (4 a 19 anos), enquanto que no sangue é de dois meses e meio (FDA, 1993b).

O principal mecanismo de absorção, distribuição e excreção do cádmio se dá através da sua interação com a proteína metalotioneína, que é encontrada em todos os tecidos, principalmente nos rins, fígado, coração, cérebro, pele, músculos e pulmões (Honda *et al.*, 1997). O cádmio absorvido é transportado para o fígado e estimula a síntese de metalotioneína nos hepatócitos. Parte do cádmio no plasma está ligado à metalotioneína e o complexo cádmio-metalotioneína é transportado para os rins. A metalotioneína e o complexo cádmio-metalotioneína são ambos livremente filtrados do plasma através dos glomérulos e, então, quase completamente reabsorvidos do fluido tubular para as células tubulares em rins com função normal. A reabsorção é mediada pelas vesículas pinocíticas que transportam o complexo cádmio-metalotioneína e outras proteínas filtráveis de baixo peso molecular para o citoplasma das células do túbulo proximal. Portanto, o cádmio se acumula primariamente nos túbulos proximais do córtex renal durante a exposição crônica. Da mesma forma, a razão entre o cádmio no córtex renal e a medula é de cerca de 2:1 (FDA, 1993b).

#### IV.7.5 - Fatores Influentes sobre o Mecanismo de Absorção e Excreção do Cádmio

Em condições normais de saúde, apenas 5 a 7% do cádmio ingerido é absorvido por via gastrointestinal. Em anêmicos, este percentual pode chegar a 20%. Quando as quantidades ingeridas com os alimentos ou a água são elevadas, podem causar intoxicação a médio e longo prazo (Galvão e Corey, 1987).

De acordo com Herber *et al.* (1997), em relação aos níveis de cádmio no sangue, a absorção gastrointestinal de cádmio é mais alta em mulheres que em homens, devido a diferenças nos estoques de ferro; por outro lado, os homens podem estar algo mais expostos em decorrência da sua ocupação.

A absorção do cádmio pelo homem ocorre principalmente através da inalação (exposição respiratória) e pela ingestão de alimento ou bebida (exposição via dieta). Outros mecanismos de exposição incidental envolvem situações tais como a ingestão do metal no local de trabalho via partículas

presentes nas mãos e contato destas com a boca (Yost, 1984). As populações em alto risco de intoxicação seriam (Galvão e Corey, 1987):

- ⇒ trabalhadores em atividades relacionadas ao cádmio;
- ⇒ residentes em áreas urbanas com alto grau de industrialização;
- ⇒ pessoas oriundas de regiões onde haja contaminação do ambiente por cádmio;
- ⇒ residentes em regiões onde haja mineração de cádmio ou zinco;
- ⇒ pessoas com doenças renais e pulmonares crônicas;
- ⇒ pessoas com doenças ósseas;
- ⇒ tabagistas inveterados;
- ⇒ anêmicos e desnutridos.

As deficiências de ferro, zinco, cálcio e proteínas no organismo facilitam uma maior absorção intestinal de cádmio (FDA, 1993b). Em experimentos realizados com animais, verificou-se que a administração simultânea de outros metais com o cádmio tem efeitos preventivos sobre as lesões ocasionadas por este. O zinco, o cobalto e o selênio preveniram a necrose testicular em ratos. O zinco demonstrou um papel de reversão nos quadros de hipertensão arterial nos mesmos animais (Galvão e Corey, 1987).

#### IV.7.6 - Efeitos Deletérios do Cádmio sobre o Organismo Humano

A injúria nefrotóxica é manifestada clinicamente por aminoacidúria, glicosúria, acidose tubular renal e, também, pela excreção de metalotioneína e  $\beta$ -2-microglobulina, ocorrendo algumas vezes a combinação de falha renal e severa osteopenia (Kido *et al.*, 1993). A reabsorção nos túbulos proximais é afetada pelo cádmio e se manifesta por uma intensa proteinúria tubular, que pode resultar em uma excreção de proteínas 10 vezes superior ao normal para proteínas totais e até 1.000 vezes para as de baixo peso molecular, como a  $\beta$ -2-microglobulina (FDA, 1993b). O padrão eletroforético de proteínas urinárias mostra uma redução do conteúdo de albumina em indivíduos expostos ao cádmio (Della Rosa e Gomes, 1988).

Outras alterações descritas são o aumento da creatinina e da uréia no plasma e a alteração de algumas provas funcionais renais (inulina, ácido úrico, reabsorção de fósforo e cálcio e prova de concentração da urina). Estes danos podem levar a um quadro de insuficiência renal (Galvão e Corey, 1987). Efeitos precoces da exposição ao cádmio se manifestam por um aumento na excreção urinária de proteínas de baixo ou alto peso molecular do plasma, que pode ser acompanhada por um aumento na excreção de enzimas, aminoácidos, antígenos tubulares, glicose, cálcio ou fósforo (Cárdenas *et al.*, 1992).

Em estudo realizado na Europa por Fels *et al.* (1994) entre indivíduos expostos ao cádmio, o grupo com moderado conteúdo de cádmio corpóreo (1.5-5 µg/g de creatinina) mostrou alterações da integridade do túbulo proximal; o grupo com alto conteúdo de cádmio corpóreo revelou o envolvimento de todo o néfron. As mudanças quantitativas mais proeminentes foram encontradas para os marcadores glomerulares (proteínas de alto peso molecular e tromboxane B<sub>2</sub>), e para os marcadores do túbulo proximal (retinol binding protein, α-1-microglobulina, N-acetil-β-D-glucosaminidase, e fosfatase alcalina intestinal).

Roels *et al.* (1993) encontraram correlações significativas entre o cádmio presente na urina e as concentrações de albumina, transferrina, β-2-microglobulina, N-acetil-β-D-glucosaminidase (NAG), glicosaminoglicanas (GAG) e a maioria dos antígenos tubulares. Estes autores encontraram, também, correlações significativas entre o cádmio presente no sangue e as concentrações de 6-ceto-prostaglandina F<sub>1α</sub> (6-ceto-PGF<sub>1α</sub>) e prostaglandina E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>).

O cádmio provoca aumento na atividade osteoclástica (reabsorção óssea), e redução da atividade osteoblástica (formação óssea); os mecanismos de ação do cádmio sobre as células ósseas não são claros, embora efeitos sobre a comunicação célula-célula via citocinas ou outros mensageiros sejam postulados, segundo Honda *et al.* (1997), e Wilson e Bhattacharyya (1997).

Aparentemente, o cádmio não tem efeito direto sobre a hemopoiese, mas parece afetar a absorção de ferro dos alimentos. Estes efeitos se manifestam principalmente por uma diminuição dos níveis de hemoglobina e

são de caráter reversível (Galvão e Corey, 1987). A distribuição de zinco e cobre no corpo é afetada pela exposição ao cádmio (Honda *et al.*, 1997).

Na doença de itai-itai comprovou-se, além das lesões renais, osteomalácia e graus variados de osteoporose. Supõe-se que isto seja devido a transtornos do metabolismo do cálcio, fósforo e vitamina D, originados nas lesões renais e acompanhados de baixa ingestão de cálcio e proteínas. Atribui-se também ao cádmio um incremento na incidência de câncer de próstata e do aparelho respiratório entre trabalhadores expostos prolongadamente, principalmente ao óxido de cádmio (Galvão e Corey, 1987).

## IV.8 – O Cromo Hexavalente como Elemento Crítico Potencial

### IV.8.1 - Aspectos Gerais

O cromo (Cr) é um elemento de peso atômico 52, abundante na crosta terrestre, de alto ponto de fusão (1.900°C) e muito pouco solúvel em água, que ocorre em vários estados de oxidação; dentre estes, os estados zero, trivalente e hexavalente são os mais importantes em produtos comerciais e no ambiente (NIOSH, 1978b; Aw, 1997; Barnhart, 1997; Fagliano *et al.*, 1997). Praticamente todo o cromo está no estado de maior estabilidade, trivalente, em combinação com o ferro e outros óxidos metálicos (Barnhart, 1997; Fagliano *et al.*, 1997). O estado hexavalente é produzido por processamento industrial (Aw, 1997; Fagliano *et al.*, 1997), mas tende a ser convertido ao estado trivalente quando em contato com o ambiente, em pH mais baixo (FDA, 1993c; Barnhart, 1997).

O cromo está concentrado principalmente em rochas básicas de onde é extraído para utilização na metalurgia, química e na produção de pigmentos. Seu estado trivalente é essencial para os seres humanos, sendo requerido para o metabolismo de açúcares e gorduras; suspeita-se que o cromo trivalente potencialize a ação da insulina, provavelmente sob a forma de fator de tolerância da glicose (Anderson, 1997; Fagliano *et al.*, 1997; Losi *et al.*, 1994). O estado hexavalente é tóxico aos seres vivos, sendo seus compostos poderosos agentes oxidantes e, portanto, irritantes e corrosivos (Stern *et al.*, 1993; Losi *et al.*, 1994); embora os mecanismos de interação biológica ainda sejam incertos, a diferença da toxicidade entre os estados trivalente e hexavalente pode estar relacionada à facilidade com que o cromo hexavalente atravessa membranas e sua subsequente redução intracelular a reativos intermediários (Galvão e Corey, 1987; FDA, 1993c). A saliva humana e o suco gástrico são capazes de reduzir o cromo hexavalente ingerido ou inalado a cromo trivalente, devido a seu baixo pH (FDA, 1993c).

Para a ingestão de cromo hexavalente, o mais baixo nível para efeitos observáveis é 0.26 µg/kg (Stern *et al.*, 1993).

#### IV.8.2 - Vias de Exposição

As principais vias de exposição ao cromo hexavalente são as ocupacionais, embora possam também ocorrer exposições não-ocupacionais a este metal. Segundo Galvão e Corey (1987), entre as vias ocupacionais, incluem-se:

- ⇒ extração (mineração) de cromito ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ );
- ⇒ indústrias de cimento;
- ⇒ indústrias de corantes;
- ⇒ indústrias de materiais de construção;
- ⇒ indústrias de tintas anti-corrosivas;
- ⇒ curtumes;
- ⇒ galvanoplastia e metalurgia;
- ⇒ indústrias de material fotográfico;
- ⇒ indústrias de material refratário;

Entre as vias de exposição não-ocupacionais Galvão e Corey (1987) citam:

- ⇒ emissões atmosféricas de origem industrial;
- ⇒ emissões atmosféricas de veículos automotores;
- ⇒ água contaminada por efluentes industriais;
- ⇒ solo contaminado por fertilizantes contendo cromo hexavalente;
- ⇒ ingestão de alimentos contaminados por cromo hexavalente;
- ⇒ tabagismo.

O controle da exposição ao cromo hexavalente é realizado, principalmente, pelo monitoramento biológico dos indivíduos expostos. Esse monitoramento pode ser realizado através de medidas da concentração do cromo no sangue (eritrócitos), no plasma e na urina (Paustenbach *et al.*, 1997).

O cromo hexavalente presente no sangue é rapidamente distribuído e, assim, a medida da sua concentração no sangue é útil como indicador de

exposição recente. Já o cromo na urina é usado como indicador biológico de exposição crônica (Fagliano *et al.*, 1997).

Para a medida de exposição ambiental, no entanto, Paustenbach *et al.* (1997) sugerem a adoção dos níveis de cromo hexavalente no plasma e nas células vermelhas com mensurações duplicadas, a fim de evitar as interferências das variações inter e intra-individuais dos níveis de *background* do cromo no organismo, reduzir o erro devido à curta meia-vida biológica do cromo hexavalente na urina, minimizar o efeito do baixo limite analítico de detecção (0.2µg/l), e minimizar erros associados às reduzidas biodisponibilidade e bioacessibilidade das vias oral e dérmica.

Para detectar efeitos renais iniciais da exposição ocupacional ao cromo hexavalente, pode-se utilizar como indicadores as proteínas urinárias totais, a albumina urinária e as proteínas urinárias ligadas ao retinol (Nagaya *et al.*, 1994). Lukanova *et al.* (1996) sugerem que o cromo contido nos linfócitos poderia ser um bom indicador do cromo total no corpo provocado por altas exposições ocupacionais a este metal; em exposições mais baixas, como na maioria das exposições ambientais, o cromo eritrocitário poderia ser um indicador melhor e mais sensível. Em contraste, o cromo urinário (que fornece informação sobre a exposição total ao cromo, inclusive de fontes alimentares e ambientais) não parece ser de utilidade para estudar a exposição ocupacional ao cromo hexavalente (Lukanova *et al.*, 1996).

Segundo Nagaya *et al.* (1994), pode-se detectar efeitos precoces de exposição ao cromo hexavalente através da determinação de proteínas urinárias totais, albumina urinária e Retinol Binding Protein (RBP) urinária.

#### IV.8.3 - Absorção do Cromo

As principais vias de absorção são os pulmões, o trato gastrointestinal e a pele (FDA, 1993c). Os maiores níveis de cromo são encontrados no fígado, rins, baço e pulmões, e a excreção ocorre principalmente nos rins.

A absorção do cromo hexavalente ocorre principalmente por inalação; dependendo do tamanho da partícula, de sua solubilidade e sua forma química, aproximadamente 50% do cromo será absorvido. Os compostos hexavalentes são mais rapidamente absorvidos no pulmão que os trivalentes; a absorção no trato gastrointestinal não ultrapassa 6% do cromo ingerido, e não foi demonstrada absorção significativa através da pele (Paustenbach *et al.*, 1997).

#### IV.8.4 - Mobilização do Cromo no Organismo Humano

Após a absorção, o cromo passa para a corrente sanguínea onde é metabolizado para o estado trivalente (Merrit e Brown, 1995) e rapidamente distribuído para vários órgãos, principalmente pulmões, fígado, baço e ossos. As concentrações e o tempo de estocagem dependem do tipo de composto absorvido. Depois de entrar no organismo, o cromo trivalente não atravessa imediatamente as membranas celulares, mas se une diretamente à transferrina, uma proteína de transporte do ferro no plasma. Quanto ao cromo hexavalente, após a absorção este é rapidamente capturado pelos eritrócitos e reduzido a cromo trivalente no interior da célula (Galvão e Corey, 1987).

Grande parte do cromo inalado fica depositado no pulmão, onde pode ser encontrado muito tempo após cessada a exposição. Foi também identificado um fluxo transplacentário, podendo-se encontrar fetos com altas concentrações de cromo (Galvão e Corey, 1987). O cromo hexavalente é capaz de atravessar membranas celulares e é bem absorvido por inalação ou por via oral na forma hexavalente, enquanto que a forma trivalente é pouco absorvida e dificilmente atravessa membranas celulares.

#### IV.8.5 - Fatores Influentes Sobre os Mecanismos de Absorção e Excreção do Cromo

Existe uma correlação positiva e significativa entre o cromo urinário e a concentração de creatinina, e esta correlação é dependente da idade, do estado nutricional e da existência de diabetes (Gürson e Saner, 1978; FDA, 1993c).

A excreção através da urina se dá com certa rapidez, variando a meia vida biológica entre 12 horas e 83 dias. As principais vias de eliminação são a urina e as fezes, sendo que o mecanismo de eliminação pelas fezes ainda não é totalmente conhecido. Em menor escala, há também eliminação de cromo pelo cabelo, unhas, leite materno e suor (Galvão e Corey, 1987; Fagliano *et al.*, 1997). A excreção do cromo pode ser maior nos idosos, diabéticos, e entre indivíduos ingerindo suplementos de cromo (Fagliano *et al.*, 1997). Nos modelos de regressão múltipla desenvolvidos por Fagliano *et al.* (1997) e Paustenbach *et al.* (1997), alguns fatores estiveram associados aos níveis de cromo na urina, tais como: tabagismo, *hobby* ou trabalho envolvendo exposição potencial ao cromo, histórico de câncer, ingestão de cerveja e ingestão de suplementos de cromo.

#### IV.8.6 - Efeitos Deletérios do Cromo sobre o Organismo Humano

A intoxicação pelo cromo hexavalente está associada a complicações gastrointestinais, lesão renal, dano hepático e do sistema nervoso central, bronquite asmática, e dermatite alérgica em casos agudos. Intoxicações crônicas estão associadas a irritação gastrointestinal, úlcera gastroduodenal, hepatite, conjuntivite, dermatite eczematosa, rinite, faringite, perfuração do septo nasal, bronquite crônica, câncer pulmonar, alterações do sangue e possível nefrotoxicidade (Galvão e Corey, 1987; Fagliano *et al.*, 1997). A toxicidade associada ao cromo hexavalente resulta primariamente da exposição industrial aos compostos. Efeitos tóxicos têm sido observados em indivíduos ocupacionalmente expostos a concentrações de cromo hexavalente no ar a partir de  $0.1\text{mg/m}^3$  (FDA, 1993c) sendo que, para a ingestão do cromo

hexavalente a dose mínima na qual se observam efeitos sobre o organismo é a de  $0.26\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal (Stern *et al.*, 1993).

Claramente, o dano potencial é maior através da inalação do cromo hexavalente, estando esta forma química e via de exposição associadas ao aumento do risco de câncer pulmonar (Fagliano *et al.*, 1997). Aw (1997), em estudo realizado em uma indústria de processamento de minério de cromo na Inglaterra, encontrou 18 casos de câncer pulmonar entre os trabalhadores desta indústria. Estes dados, segundo o autor, corroboram estudos epidemiológicos prévios que mostraram um incremento no risco de câncer pulmonar entre trabalhadores na produção de cromatos. O potencial carcinogênico varia entre os diferentes compostos de cromo hexavalente e as vias e modos de exposição/administração, de acordo com Steinhoff (1986).

## IV.9 - Metalotioneína: Uma Proteína Ligante de Metais

### IV.9.1 - Aspectos gerais

O zinco é um componente de muitas proteínas e, como tal, está envolvido em muitos aspectos do metabolismo, sendo um componente integral de mais de 300 enzimas em diferentes espécies de todos os filos, indispensável para suas funções, que compreendem a síntese e/ou degradação dos metabólitos majoritários (Vallee, 1991).

Há cerca de 3 décadas, o papel do zinco na expressão gênica veio a atrair interesse. Sabe-se hoje que cerca de 200 proteínas capazes de se ligar ao DNA contêm zinco, que é essencial para suas funções (Vallee e Auld, 1991). O zinco estabiliza a estrutura de proteínas e ácidos nucleicos, preserva a integridade de organelas subcelulares, participa dos processos de transporte e tem um importante papel nos fenômenos imunes e virais (Vallee e Auld, 1990). É um metal essencial para a nutrição e tem sido dada muita atenção à sua deficiência e toxicidade com relação às conseqüências clínicas e patológicas. (Vallee, 1986)

A metalotioneína (MT) foi descoberta em 1957 juntamente com as primeiras metaloenzimas por Margoshes e Vallee, em córtex renal de equino, como uma proteína ligante de cádmio, responsável pela acumulação natural de cádmio neste tecido (Margoshes e Vallee, 1957; Kägi e Vallee, 1960), e tem sido encontrada em todo o reino animal, inclusive em plantas e fungos. Entretanto, os primeiros estudos mostraram que o cádmio era somente uma das várias opções de componentes metálicos, sendo o zinco e o cobre metais ligantes mais freqüentes (Kägi e Vallee, 1961; Pulido *et al.*, 1966).

Em animais, a proteína está em maior abundância nos tecidos parenquimatosos, isto é, fígado, rins, pâncreas e intestinos. Existe uma grande variação na sua concentração em diferentes espécies e tecidos, refletindo efeitos da idade, estágio de desenvolvimento, dieta e outros fatores. Em animais experimentais e células em cultura, as concentrações podem ser elevadas pela exposição a uma variedade de agentes indutores. A MT é uma proteína citoplasmática e pode, também, se acumular nos lisossomos (Johnson *et al.*, 1981; Viarengo, 1989), tendo sido também observada no núcleo durante o desenvolvimento (Nartey *et al.*, 1987).

Dois aspectos da MT foram suficientes para despertar o interesse dos pesquisadores no seu comportamento químico e biológico. O primeiro foi a sua composição de aminoácidos. A MT não contém nenhum aminoácido aromático ou heterocíclico, enquanto que 1/3 de seus resíduos são cisteínas. O segundo aspecto é seu extraordinário conteúdo de metais - cerca de 7 átomos g/mol (Kojima *et al.*, 1976). É uma proteína pequena, com cerca de 60 aminoácidos. Todos os resíduos de cisteína ocorrem na forma reduzida e são coordenados aos íons metálicos diretamente por ligações mercaptídicas, promovendo características espectroscópicas de complexos tiolato-metal e *clusters* (aglomerados) tiolato-metal (Kägi e Schaffer, 1988).

Entre as funções primeiramente consideradas está a desintoxicação de cádmio e outros metais pesados, a regulação do zinco e metabolismo do cobre, abastecimento de zinco a apoenzimas recentemente sintetizadas tais como anidrase carbônica, fosfatase alcalina, termolisina e aldolase (Kägi e Vallee, 1960; Rauser, 1990). Foi sugerida, também, função na expressão da mensagem genética. O papel mais importante parece estar relacionado com a capacidade de essas proteínas de manterem baixos os níveis de metais pesados nas células. Tem sido demonstrado *in vitro* que a afinidade da MT a metais é  $Zn < Cd < Cu < Ag < Hg$ . O excesso desses metais pode, portanto, deslocar o Zn, que, uma vez livre na célula, estimularia a síntese *de novo* da MT (Viarengo, 1989). A ocorrência de diversas isoformas de MT tem, também, sugerido funções biológicas diferentes para cada isoforma.

#### IV.9.2 - Classificação e Polimorfismo

Fowler *et al.* (1987) subdividiram a MT em 3 classes, baseado em suas características estruturais:

- ⇒ Classe I: Polipeptídeos com localizações de cisteína estritamente relacionadas às cisteínas de metalotioneína de equino. Inclui as MTs de mamíferos e outros filos.
- ⇒ Classe II: Corresponde às MTs que mostram nenhuma ou somente uma correspondência muito distante às MTs de mamíferos. Ex: MTs de leveduras e ouriço do mar.
- ⇒ Classe III: MTs atípicas contendo  $\delta$  - glutamilcisteínas. Ex: cadistina, fitometalotioneína, fitoquelatina e homofitoquelatina.

A classe I das MTs mostra um extenso polimorfismo genético (Kägi e Kojima, 1987). O tecido de mamífero usualmente contém 2 frações majoritárias, MT-1 e MT-2 (Nordberg *et al.*, 1972), diferindo a pH neutro por apenas uma simples carga negativa. Existem também subformas dentro dessas frações, separáveis por HPLC e especificadas por letras minúsculas MT-1a, MT-1b, etc. O mais complexo polimorfismo é encontrado em humanos; cerca de 10 genes de iso-MTs são expressos, alguns deles tecido-específicos (Kägi e Schäffer, 1988).

As classes I e II de MTs são caracterizadas por cadeias simples de proteínas. As formas de mamíferos contêm de 61 a 62 resíduos de aminoácidos; galinhas e ouriços do mar contêm 63 e 64 resíduos de aminoácidos, respectivamente. Menores cadeias são encontradas em invertebrados e certos fungos, a menor delas com 25 resíduos em *Neurospora crassa*. A classe III de MTs são muitas vezes estruturas oligoméricas consistindo de 2 ou mais cadeias polipeptídicas de comprimentos variados (Kägi e Schäffer, 1988). A forma de MT livre de metal pode ser designada como apometalotioneína ou tioneína.

#### IV.9.3 - Significância Toxicológica

Desde a sua descoberta, um número de funções têm sido propostas para a MT, incluindo a desintoxicação de metais. A redução na toxicidade de íons metálicos seguida da indução da metalotioneína tem sido frequentemente descrita (Frankenne *et al.*, 1979; Viarengo *et al.*, 1981 e 1985; Hidalgo e Flos, 1986a e 1986b ; Dallinger *et al.*, 1993; Pedersen *et al.*, 1996). A resistência a metais de células em cultura com elevados níveis de MT, tem sido também descrita (Webb, 1987). A habilidade da MT em modular a toxicidade de alguns xenobióticos, incluindo agentes alquilantes quimioterápicos, a toxicidade pela radiação e de químicos que atuam como geradores de radicais livres tem sido destacada (Templeton e Cherian, 1991; Kang *et al.*, 1998). O efeito protetivo da MT tem sido estudado, extensivamente, em animais experimentais e em sistemas de células em cultura.

A desintoxicação não é universalmente aceita como a função primária da MT. Bremner e Beattie (1990) sugeriram que esse papel pode ser casual e refletir as semelhanças químicas de cádmio e zinco. Esse argumento pode se estender a outros metais e eletrófilos, observando que o comportamento da MT é determinado pela química do grupo tiol. Além disso, a toxicidade da Cd-MT e em particular a nefrotoxicidade da Cd-MT extracelular tem sido extensivamente estudada.

Considerando que a indução da MT permite, à maioria das células, seqüestrar ao menos temporariamente o cádmio extracelular numa forma não tóxica, a Cd-MT é uma potente nefrotoxina, atingindo o túbulo proximal. Isto foi demonstrado através da injeção intravenosa de Cd-MT em ratos (Cherian *et al.*, 1976; Squibb e Fowler, 1984) e em culturas primárias de células epiteliais renais (Cherian, 1982). Uma dose de Cd-MT suficiente para produzir uma concentração de 10 $\mu$ g/g em córtex renal bastou para causar dano renal em camundongos e ratos, em contraste a uma concentração crítica estimada de cerca de 200 $\mu$ g/g após exposição ao cádmio ambiental, e um valor de 100-200 $\mu$ g/g em ratos expostos repetidamente ao CdCl<sub>2</sub> durante várias semanas. Esses resultados apoiaram as conclusões de estudos *in vitro* de que a Cd-MT é uma nefrotoxina muito mais potente que os sais de cádmio. Repetidas

exposições à Cd-MT resultam na indução da MT renal. Desse modo, a MT intracelular parece ser protetiva durante exposição ao cádmio enquanto que a MT extracelular é prejudicial.

O mecanismo da Cd-MT nefrotóxica não é bem conhecido. A apoproteína em si mesma não é tóxica, implicando o cádmio como a causa do dano renal. É geralmente sustentado que a entrada da MT e a subsequente liberação do cádmio, talvez nos compartimentos lisossomais acidificados, permitiria ao  $\text{Cd}^{2+}$  livre atuar como uma toxina intracelular (Chan *et al.*, 1992).

Sabe-se que a maioria da MT filtrada pelos glomérulos é reabsorvida pelos túbulos proximais; uma pequena fração é excretada na urina, numa maneira dependente da circulação, que por essa razão oferece uma aproximação promissora para o biomonitoramento do conteúdo cumulativo de cádmio no corpo (Shaikh *et al.*, 1990).

Nogawa *et al.* (1992) demonstraram que o aparecimento da MT na urina pode ser usado como um índice de injúria tóxica renal. Esses investigadores encontraram que a taxa de prevalência para metalotioneinúria é de 4,2 $\mu\text{g/g}$  de creatinina para homens e 4,8 $\mu\text{g/g}$  de creatinina para mulheres.

O dano renal produz efeitos no metabolismo mineral dos ossos. Em pessoas deficientes de cálcio, a retenção de cádmio é maior do que naquelas em que a ingestão de cálcio é normal. O cádmio aumenta o processo de osteoporose que ocorre normalmente na deficiência de cálcio (Ando *et al.*, 1977). Os sintomas caracterizam-se por dores intensas e difusas ao nível dos membros inferiores ou das extremidades, às vezes ao nível do tórax.

A doença de itai-itai constitui-se numa combinação entre um severo dano tubular renal com osteomalácia e severos graus de osteoporose, e ocorre em pessoas que ingerem grandes quantidades de cádmio nos alimentos e na água. Essa doença, primeiramente constatada na região de Toyama, Japão, acometeu sobretudo mulheres com idade entre 45 e 70 anos que habitavam ao longo do rio a jusante de uma usina que contaminava a água e os arrozais com esse metal (Alessio *et al.*, 1983).

Geralmente, as técnicas empregadas para detecção da MT na urina são os imunoensaios e radioimunoensaios. Segundo Shaikh *et al.* (1990), a detecção da MT na urina deve ser feita logo após a coleta para que se evite a

degradação da proteína (Akintola *et al.*, 1995; Blake *et al.*, 1996; Shaikh *et al.*, 1990).

O crescente aumento na poluição ambiental constitui um permanente problema, em particular nas cidades industrializadas. No caso da contaminação por metais pesados, e levando em conta a persistência desses poluentes no ambiente marinho, torna-se necessário o controle dos efeitos que esses contaminantes exercem nos organismos aquáticos, e nas populações que os utilizam como fonte de proteína para consumo.

Alguns metais são essenciais para a vida e encontrados em grandes quantidades nos tecidos (Na, K, Ca), e outros somente em quantidades-traço (Zn, Cu, Co). Nenhuma função biológica foi estabelecida para Cd, Hg, Pb, Cr, Ag e Au, considerados como tóxicos para animais e plantas. Qualquer aumento nas concentrações de qualquer metal essencial no organismo produz um efeito tóxico.

Fatores ambientais como luz, pH, temperatura e salinidade da água podem influenciar a acumulação desses metais. Estudos realizados com diferentes espécies de algas constataram que o acúmulo de zinco é promovido pela luz e pelo aumento de pH do meio (Gnasia-Barelli e Romeo, 1987; Gutknecht, 1983).

O mecanismo pelo qual esses metais, quando presentes em formas solúveis, penetram no interior das células de invertebrados marinhos é pouco conhecido. Em mamíferos e peixes, Hg, Cu e Zn passam através da membrana por um mecanismo de transporte ativo mediado por um carreador (Lacerda *et al.*, 1983; WHO, 1986). Já em invertebrados, os dados revelam uma entrada de metal pesado essencialmente por um processo passivo, diretamente proporcional à atividade do metal na água do mar. O órgão mais importante para entrada de cádmio solúvel são as brânquias. Essa entrada é linear por 30 minutos, diretamente proporcional à concentração de cádmio no meio externo, e independente de energia e temperatura (Carpenè e George, 1981).

É possível que o cádmio possa ser absorvido no muco, ou ainda diretamente na membrana celular, subseqüentemente atravessando a bicamada lipoprotéica da membrana plasmática por um mecanismo de difusão passiva (White e Rainbow, 1985).

Mexilhões têm sido muito utilizados como indicadores biológicos de poluição em programas de monitoramento ambiental. A razão para esta escolha é a de que o mexilhão é um organismo filtrador sésil, capaz de acumular em seus tecidos a maioria dos contaminantes (metais, pesticidas, hidrocarbonetos, etc.) presentes na água do mar. Além disso, os mexilhões apresentam uma larga distribuição geográfica, permitindo o estudo de extensas áreas costeiras (WHO, 1986).

Em mexilhões existe uma relação entre a concentração do metal e o peso, que pode ser estudada através de uma regressão linear simples, onde a inclinação da reta determina a velocidade de acúmulo do metal por unidade de peso (Lacerda, 1983).

Os mexilhões são apreciados por boa parte da população no Brasil, sendo servidos em restaurantes, vendidos em peixarias e feiras livres. Além disso, a maioria da população litorânea tem os mexilhões como alimento de subsistência, em especial os pescadores artesanais; como estes organismos são capazes de acumular metais pesados, pode-se deduzir que há um problema à saúde desta população. A prevenção portanto torna-se imprescindível e a detecção dos níveis de metalotioneína pode ser considerada como um eficaz biomarcador no homem e nos organismos aquáticos.

## CAPÍTULO V

### V.1 - Objetivos Gerais

As linhas gerais que nortearam o desenvolvimento deste trabalho tiveram como meta o estudo de duas comunidades distintas de pescadores artesanais, que atuam no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, procurando identificar as suas condições de trabalho com suas inter-relações ao meio ambiente em que vivem e avaliar os níveis de exposição a metais pesados (chumbo, cádmio e cromo).

### V.2 - Objetivos Específicos

- a) caracterização e delineamento das duas áreas de estudo onde vivem as comunidades de pescadores.
  - AV: Praia do Aventureiro (Ilha Grande)
  - IM: Ilha da Madeira (Itaguaí)
- b) levantamento das condições sócio-ambientais das distintas comunidades.
- c) avaliação das condições de saúde dos indivíduos selecionados através da dosagem de metabólitos e metais pesados em sangue e urina.
- d) biomonitoramento da região do entorno da Ilha da Madeira através da dosagem de metais pesados (zinco, cádmio, cromo e chumbo) em animais marinhos pertencentes a vários níveis da cadeia trófica e que fazem parte da dieta alimentar das famílias dos pescadores.
- e) isolamento da metalotioneína de espécies de filtradores ocorrentes na Baía de Sepetiba.
- f) produção de anticorpos policlonais anti-metalotioneína de ostra de pedra (*Crassostrea brasiliiana*) para reconhecimento imunológico em outras espécies objetivando futuros trabalhos de biomonitoramento.

## CAPÍTULO VI

### VI.1 - Material e Métodos

Foram selecionadas duas áreas de estudo localizadas no litoral sul do Rio de Janeiro (Costa Verde) cujas características foram consideradas adequadas aos objetivos do projeto. As premissas básicas para a escolha destas áreas foram:

- a) Abrigar colônias de pescadores artesanais residentes em estuário;
- b) As áreas deveriam estar localizadas em regiões distintas, ou seja, uma situada próxima à emissão antropogênica de metais pesados de origem industrial, e a outra situada em região isolada e distante de fontes antropogênicas de emissão destes metais.

Foi realizado um reconhecimento da região da Costa Verde para identificar e localizar os grupos de pescadores artesanais. Em primeiro lugar, através das colônias de pescadores localizadas na região, e posteriormente junto à sede dos municípios aos quais pertencem os distritos onde residem os pescadores.

As áreas selecionadas para o desenvolvimento do projeto deveriam atender às determinações previamente estabelecidas. A Ilha da Madeira, localizada no município de Itaguaí, atendeu os requisitos de estar próxima à emissão de efluentes industriais e abrigar uma expressiva colônia de pescadores artesanais. Quanto à região isolada, optou-se pela Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, localizada na contra-costa da Ilha Grande, Angra dos Reis, onde reside uma comunidade tradicional de pescadores (caiçaras).

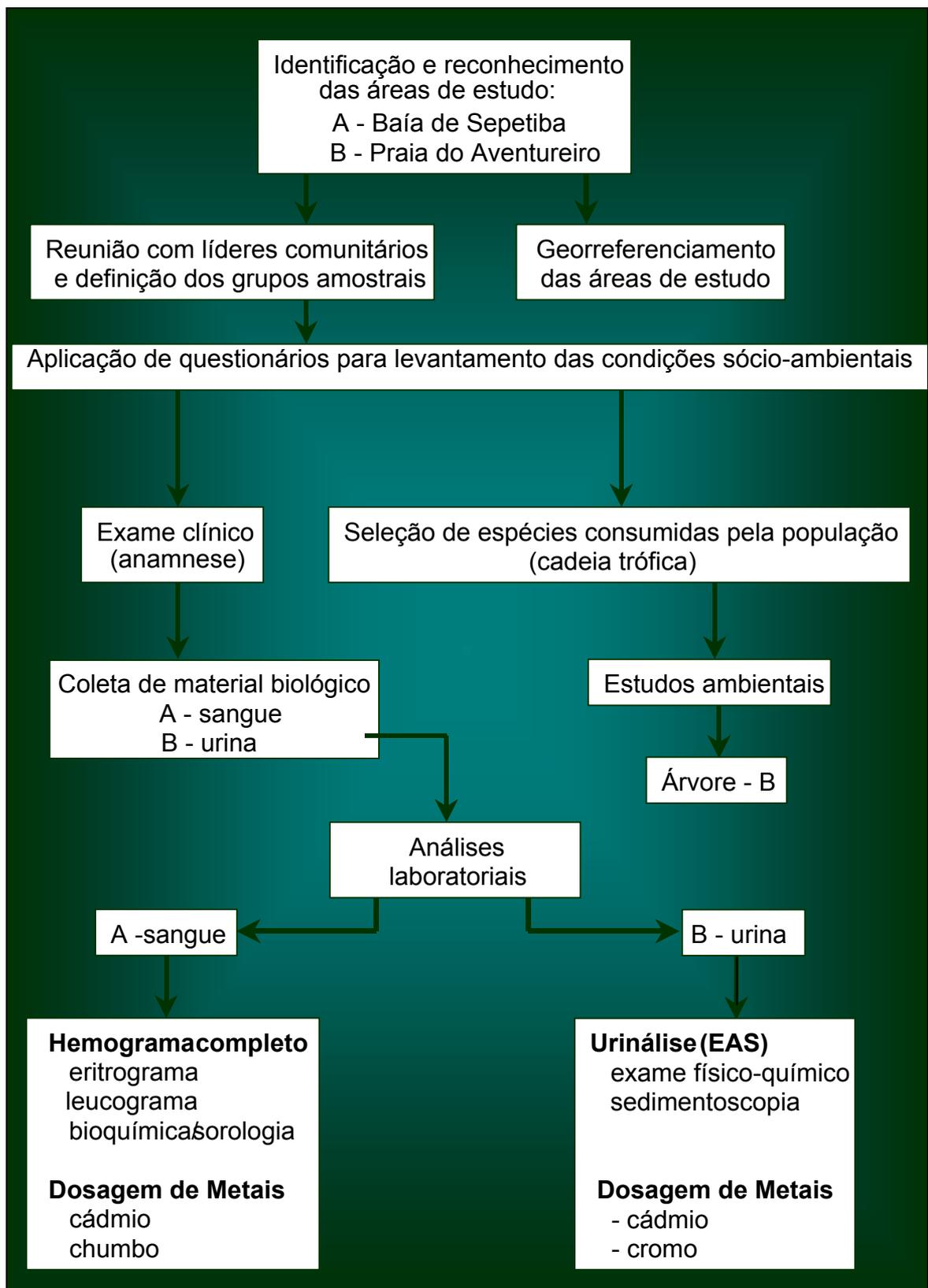
Após a definição dos objetos de estudo, foi elaborado um método de abordagem para os objetivos propostos, procurando concentrar os esforços em duas frentes distintas, uma vez que cada etapa do trabalho envolveria pessoal especializado, materiais e metodologias específicas.

Foram elaboradas duas árvores de decisão (figuras 7 e 8) que permitem visualizar a abordagem das questões de forma seqüencial, pois, para a realização de cada etapa era imprescindível que estivesse concluída a etapa anterior.

A primeira fase do projeto foi desenvolvida através do estudo das comunidades de pescadores (figura 7) e, a segunda, com questões relacionadas ao meio ambiente e suas inter-relações com as populações envolvidas (figura 8).

A figura 7 mostra a primeira fase do projeto, com detalhamento da árvore de decisão para o método adotado (fase A).

Figura 7 - Árvore de decisão e método de abordagem A



## VI.2 - Mapeamento das Áreas de Estudo Através de Técnicas de Geoprocessamento

A necessidade atual de georreferenciar os diversos tipos de dados que são constantemente manipulados nos induz ao uso de sistemas de informação geográficas (SIG). Tais sistemas permitem que o dado, devidamente levantado em campo através do uso de Global Positioning System (GPS), possa ser associado a um par de coordenadas geográficas, e desta forma posicionado sobre os espaços em questão, a bacia de Sepetiba e a bacia da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul.

Neste trabalho, fez-se uso de técnicas de processamento digital de imagens do satélite LANDSAT-5 TM de 1996, nas bandas 3, 4 e 5 (respectivamente, vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio) no sistema IDRISI for WINDOWS, versão 2.0

As funções de manipulação aplicadas envolveram a aplicação de contraste do tipo linear com saturação de 2,5%, o que permitiu uma melhor visualização da imagem; o georreferenciamento responsável pela conversão ao sistema UTM (Universal Transversa de Mercator); e a geração de composição colorida 5R4G3B (ou seja, banda 5 no canal R, banda 4 no canal G e banda 3 no canal B).

Foram utilizados os planos vetoriais do contorno da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba e da rede de drenagem, importados em formatos dxf para o IDRISI. Estes planos foram cedidos pelo Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ, através do Programa de Zoneamento Econômico e Ecológico do Estado do Rio de Janeiro – ZEE/RJ. Depois de importados e compatibilizados os sistemas de referência cartográfica tais arquivos foram, então, justapostos às imagens para a geração de cartas-imagens.

A imagem georreferenciada possibilitou o posicionamento dos dados obtidos em campo através de suas coordenadas. Estes dados são referentes às coletas de material biológico e às residências dos pescadores, como também aos trabalhos publicados acerca das concentrações de cádmio e zinco em sedimentos de diversas regiões da bacia e da Baía de Sepetiba.

### VI.3 - Caracterização das Áreas de Estudo

As áreas de estudo estão localizadas no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, distando 50 milhas náuticas entre si. A seleção das comunidades estudadas foi criteriosa, uma vez que o delineamento experimental teve como pano de fundo a poluição ambiental causada pelo parque industrial da região de Santa Cruz e Itaguaí. Foram consultados mapas geográficos e cartas náuticas para identificação das áreas em perspectiva, e realizadas viagens a campo para reconhecimento e definição dos locais de estudo.

A Praia do Aventureiro (AV) está localizada na parte oriental da Ilha Grande, voltada para o mar aberto, não sofrendo influência de correntes marinhas carreadoras de poluentes de origem antropogênica lançados no sistema aquático. A bacia de drenagem desta parte da ilha está totalmente contida na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS). Essas características foram decisivas para a escolha desta área como sendo adequada para uma comparação de exposição ambiental e humana a poluentes industriais.

Por outro lado, a Ilha da Madeira (IM) está localizada no interior da Baía de Sepetiba, com acesso ao continente através de uma ponte sobre o Rio Cação. A sua localização estratégica (do ponto de vista de poluição ambiental), facilitou a sua eleição para os estudos propostos, uma vez que recebe diretamente as correntes marinhas carreadoras dos sistemas de drenagem do continente, onde estão localizados os centros urbanos e o parque industrial. No interior da ilha está instalada, também, uma indústria (Cia. Mercantil Ingá) citada na literatura como uma das maiores poluidoras da região, como mencionado anteriormente; podemos somar a isto as indicações feitas por diversos pesquisadores de que a enseada de Coroa Grande (Saco da Coroa Grande), localizada na parte nordeste da ilha, apresenta as maiores concentrações de metais pesados nos sedimentos de fundo.

### VI.3.1 - Bacia Hidrográfica da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS)

A RBEPS foi criada pelo Decreto Estadual n.º 4.972/81 sob a administração da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA); está localizada na porção sudeste da Ilha Grande, município de Angra dos Reis - RJ, que envolve quatro praias na seqüência leste-oeste: Praia do Leste, Praia do Sul, Praia do Demo e Praia do Aventureiro, sendo que, nesta última, reside uma das comunidades de pescadores estudada (imagens 3a e 3b).

A bacia hidrográfica está situada entre as coordenadas 44°21'17"W, 44°13'57"; faz parte do 6º Distrito Municipal e do 5º Distrito Sanitário que engloba toda a Ilha Grande. Esta é a única área da ilha protegida pelo Decreto Estadual nº 15983/90, que criou o Parque Estadual Marinho do Aventureiro, administrado pela FEEMA.

A RBEPS abrange cinco diferentes ecossistemas (manguezal, restingas, lagoas, mata de encosta e costão rochoso) banhados por uma grande enseada voltada para o mar aberto, apresentando um alto grau de preservação nos seus 3.600ha; possui quinze microbacias de drenagem que não apresentam sinais de perturbação antrópica referentes à emissão de efluentes.

A mata de encosta representa cerca de 80% da área total da reserva, e atualmente só uma parcela está sendo utilizada no cultivo de produtos de subsistência pela população de pescadores residentes na vila do Aventureiro. (Oliveira *et al.*, 1994)

O clima é quente e úmido, com precipitação média anual de 1.515mm, não apresentando estação seca definida; as chuvas mais intensas ocorrem nos meses de verão (dezembro a março), o que torna o acesso limitado nesse período.

Imagem 3a - Localização da área de estudos da comunidade de pescadores da Praia do Aventureiro, na Ilha Grande.

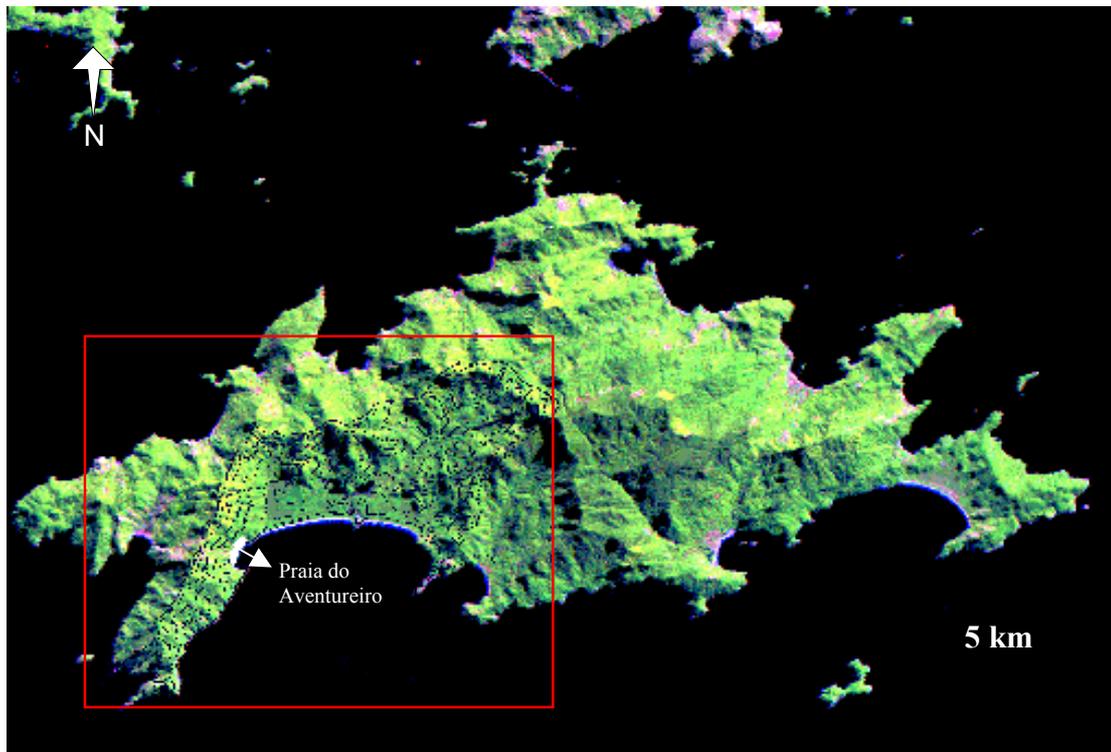
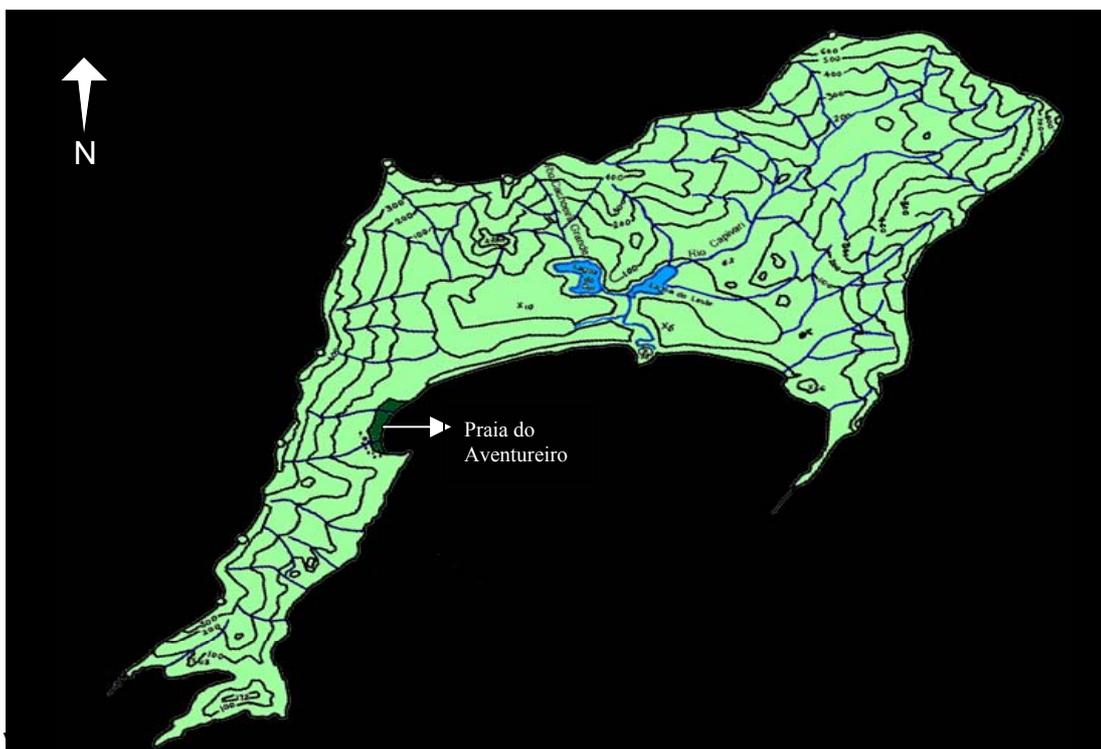


Imagem 3b - Bacia de drenagem da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul.



Situada na parte da ilha voltada para o mar aberto, a vila do Aventureiro é uma comunidade de pescadores-lavradores que à época dos trabalhos de campo (1995/1996) totalizava 103 habitantes entre adultos e crianças, oitava geração dos primeiros ocupantes, que ali se instalaram há cerca de 150 anos. Praticam a pesca artesanal e comercial, como também a agricultura de subsistência; o local é extremamente isolado, mantendo comunicação com a sede do município apenas por via marítima ( $\pm$  três horas de viagem) e com as outras comunidades da ilha pelas diversas trilhas abertas pelos próprios pescadores.

A pesca artesanal é praticada nos limites do Parque Estadual Marítimo do Aventureiro (cerca de uma milha náutica), devido à pouca autonomia de navegação das embarcações existentes. Esta pesca é praticada com instrumentos fabricados manualmente pelos integrantes das famílias tais como tarrafas, rede de espera, arrastão de praia, espinhel, linha de mão, etc. (tabela 12). Para a fabricação destes instrumentos, exceto o espinhel, é necessária a modelagem das chumbadas específicas a cada tipo; elas são modeladas mediante o derretimento de lingotes e barras de chumbo adquiridas no comércio de Angra ou pela reciclagem do chumbo de outros instrumentos.

Tabela 12 - Principais métodos de captura utilizados pelos pescadores

Métodos de Captura	Número de Pescadores		
	AV	IM-96	IM-97
Rede Traineira	15	x	x
Rede de Espera	19 *	19	23
Arrastão de Praia	23 *	x	x
Rede de Cerco	x	19	21
Espinhel	8	2	5
Tarrafa	15	3	6
Linha de Mão	26 *	3	7
Caniço	26 *	11	13
Rapala	16	x	x
Puçá (siri)	x	9 *	17 *
Catação de Marisco	18 *	6 *	9 *

\* Métodos utilizados também pelas mulheres

Os pescadores podem utilizar dois ou mais métodos de captura em função da sazonalidade ou das condições do mar.

A produção da pesca artesanal é voltada basicamente para o autoconsumo e eventualmente comercializada em Angra dos Reis, diretamente nas peixarias e atravessadores locais. Os instrumentos de captura são pouco sofisticados; os barcos são fabricados na própria ilha utilizando a madeira ainda existente e os motores reconicionados, que não ultrapassam os 15HP, são adquiridos em oficinas de outros municípios onde sempre apresentam problemas como a queima excessiva de óleo.

A pesca comercial embarcada é exercida nos barcos traineiras de Angra dos Reis (Z-17), principalmente no verão, período em que há maior demanda no recrutamento de pescadores habilitados por parte dos proprietários de embarcações aparelhadas para a pesca em alto mar. A maior autonomia de navegação destes barcos permite que a pescaria ultrapasse os limites do município e algumas vezes do Estado do Rio de Janeiro, sendo que o período embarcado pode variar de uma semana a três meses. Os barcos traineiras apresentam uma certa sofisticação tecnológica, como ecossondas e sonares, que facilitam a localização e tamanho do cardumes de peixes; entretanto, o ritmo de trabalho imposto ao pescador é muito mais intenso do que o da pesca artesanal, onde o pescador pode regressar à sua casa ao final de cada dia de pescaria.

Quanto à agricultura de subsistência, é uma atividade tipicamente feminina, que ocupa áreas de 600 a 4.500m<sup>2</sup> situadas entre as cotas altitudinais 80 e 200 metros. Os cultivos estão atualmente concentrados em mandioca (*Manihot dulcis*), banana (*Musa spp.*), guando (*Cajanus indicus*), milho (*Zea maiz*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*) em sistema de consórcio (Oliveira *et al.*, 1994). Esta forma de agricultura é denominada “roça caiçara”, ou “roça de toco”, tendo origem indígena, e consiste na derrubada e queima da mata de encosta, com incorporação das cinzas restantes ao solo antes do plantio (Oliveira e Coelho Netto, 1996). Este trabalho é exclusivo dos homens, que ficam expostos diretamente aos resíduos e fumaça da queima da massa orgânica durante todo o processo de preparação do solo para início dos trabalhos femininos, que consistem no plantio, capina e colheita; entretanto, no processo de produção de farinha nos fornos de lenha, é organizado um mutirão em que podem

participar todos os integrantes de uma ou mais famílias, expondo todos ao contato direto com a fumaça (Oliveira e Coelho Netto, 1996).

Embora no passado as roças tenham tido alguma importância econômica para a comunidade, que vendia seus produtos (principalmente farinha e mandioca) em Angra dos Reis, Mangaratiba e Itacuruçá, atualmente a lavoura aparece como uma atividade residual, pouco importante em termos econômicos para a manutenção do grupo. A introdução de um comércio e turismo intensivos em Angra dos Reis, após a abertura da rodovia BR-101 (Rio-Santos), reduziu bastante a importância da produção das roças caiçaras, favorecendo a especulação imobiliária e gerando graves conflitos pela posse da terra (Guimarães, 1997). A urbanização de Angra dos Reis alterou os modos de produção das comunidades tradicionais de pescadores-lavradores, reduzindo o mercado para a produção agrícola do Aventureiro e forçando a busca de novas alternativas econômicas. Essas, em primeiro momento, corresponderam a um maior investimento na pesca artesanal e posteriormente incluíram o embarque assalariado nos barcos traineiras.

Atualmente, as atividades ligadas ao turismo informal vêm contribuindo como uma das principais fontes de renda, com uma maior demanda a partir de 1994, quando foi desativado o Instituto Penal Cândido Mendes (localizado na Vila de Dois Rios, próximo à Praia do Aventureiro).

### VI.3.3 - Condições de Habitação

A exuberante beleza natural da RBEPS motiva a sua procura principalmente por jovens amantes do *camping*, que alugam os quintais das casas dos pescadores por temporadas que variam de 3 a 30 dias. Em função do isolamento da vila, a prefeitura não oferece infra-estrutura capaz de atender às necessidades básicas da população residente, tais como energia elétrica, água tratada, sistema de esgoto sanitário e coleta de lixo. Durante os períodos de férias escolares, como também nos feriados prolongados, estes problemas se agravam devido à grande procura pelas praias, levando a vila ao limite de sua capacidade de suporte e tornando o ambiente insalubre para uma população multiplicada em cinco vezes.

As condições de habitação são modestas (tabela 13); as casas são construídas pelos próprios pescadores com materiais em sua grande maioria extraídos do local. As paredes são feitas de madeiras entrelaçadas e preenchidas com barro amassado (estuque), as casas não possuem forro e algumas são, em parte, construídas com tábuas. Os pisos são feitos com cimento e areia da praia, já as cozinhas são de chão batido. As coberturas na grande maioria são de telha de barro, sendo que as casas mais humildes possuem cobertura de sapé ou zinco.

Com relação à presença de aparelhos sanitários, evidencia-se que um grande número de residências possui as piores condições de habitação, onde os moradores de 63,3% das casas utilizam o mato como destino de dejetos.

A iluminação das residências é feita em duas etapas; do início da noite até o horário de dormir, 76,6% utilizam lampiões a gás, e em seguida até ao amanhecer 100% usam lamparinas a querosene.

Os alimentos são preparados principalmente nos fogões de lenha em 96,6% das casas, devido à maior facilidade na obtenção deste combustível; o carvão, por outro lado, é consumido em apenas 23,3% das residências em função do tempo e mão-de-obra necessários ao processo de produção. A distância em que a vila se encontra do continente, além do alto custo do gás de cozinha, restringem o seu uso a 33,3% das casas, assim mesmo, somente no preparo de alimentos rápidos.

Quanto ao destino do lixo produzido, observou-se que ainda é mantida a tradição de queima da matéria orgânica em 100% das residências, entretanto, 43,3% mantém o hábito de jogar na superfície as sobras da limpeza dos peixes para os animais (urubus).

Tabela 13 – Condições de habitação das comunidades amostradas

<b>GRUPOS E CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO</b>	<b>AVENTUREIRO (%)</b>	<b>ILHA DA MADEIRA (%)</b>
<b>Cobertura</b>	-	-
⇒ Telha	90,0	52,5
⇒ Palha	10,0	-
⇒ Zinco	13,3	47,5
⇒ Laje	-	-
<b>Paredes</b>	-	-
⇒ Tijolo	-	92,5
⇒ Madeira	16,6	-
⇒ Estuque	100	7,5
<b>Piso</b>	-	-
⇒ Mosaico	-	52,5
⇒ Cimento	90,0	42,5
⇒ Chão Batido	23,3	5,0
<b>Aparelho Sanitário</b>	-	-
⇒ Fossa	16,6	45,0
⇒ Sumidouro	20,0	47,5
⇒ Superfície	63,3	7,5
<b>Lixo</b>	-	-
⇒ Recolhido por Lixeiro	-	100
⇒ Queimado	100	-
⇒ Superfície	43,3	-
<b>Iluminação</b>	-	-
⇒ Luz Elétrica	-	100
⇒ Lâmpião a Gás	76,6	-
⇒ Lamparina	100	-
<b>Fogão</b>	-	-
⇒ Gás	33,3	100
⇒ Lenha	96,6	-
⇒ Carvão	23,3	-

Algumas casas são constituídas por vários tipos de materiais; além disso, alguns dos moradores recorrem a mais de uma fonte de energia para iluminação e preparação dos alimentos.

O lixo tem se transformado em um problema de saúde pública durante os períodos de temporada turística, com um incremento na quantidade e qualidade de resíduos sólidos típicos de centros urbanos, tais como embalagens plásticas, latas de embutidos e bebidas, vidros em geral, pilhas e baterias para iluminação, plásticos de materiais esportivos, etc. Com exceção de vidros e latas, todo o lixo sólido é queimado durante as limpezas periódicas que os moradores fazem em seus terreiros.

A origem e o tratamento da água consumida na vila do Aventureiro são apresentados na tabela 14. A água consumida é captada diretamente de

nascentes da mata de encosta situadas a distâncias que podem chegar a 500m, dependendo da localização da residência. A água é conduzida por mangueiras plásticas de baixa qualidade, feitas de material reciclável, adquiridas no comércio de Angra dos Reis. Com relação à água utilizada para beber, somente quatro residências utilizam a filtração como tratamento, enquanto que as demais a consomem diretamente da bica.

Tabela 14 - Origem e tratamento da água consumida pelas comunidades de pescadores estudadas

Origem e Tratamento da Água	Nº de Indivíduos por Grupo/Aventureiro	Nº de Indivíduos por Grupo/Ilha da Madeira 96/97
Origens		
⇒ Rio	*	*
⇒ Poço	-	29
⇒ Fonte / Nascente	29	11
TOTAL	29	40
Tratamento		
⇒ Filtrada	04	15
⇒ Coada	-	02
⇒ Fervida	-	06
⇒ Sem Tratamento	25	17
TOTAL	29	40

\* Eventualmente, durante pescarias prolongadas em locais distantes para abastecimento dos barcos utilizam rios.

Na comunidade do Aventureiro as instalações hidráulicas são feitas com mangueiras plásticas de material reciclável, que podem medir até 500m da fonte de captação ao domicílio.

#### VI.4 - Bacia Hidrográfica Convergente para a Baía de Sepetiba

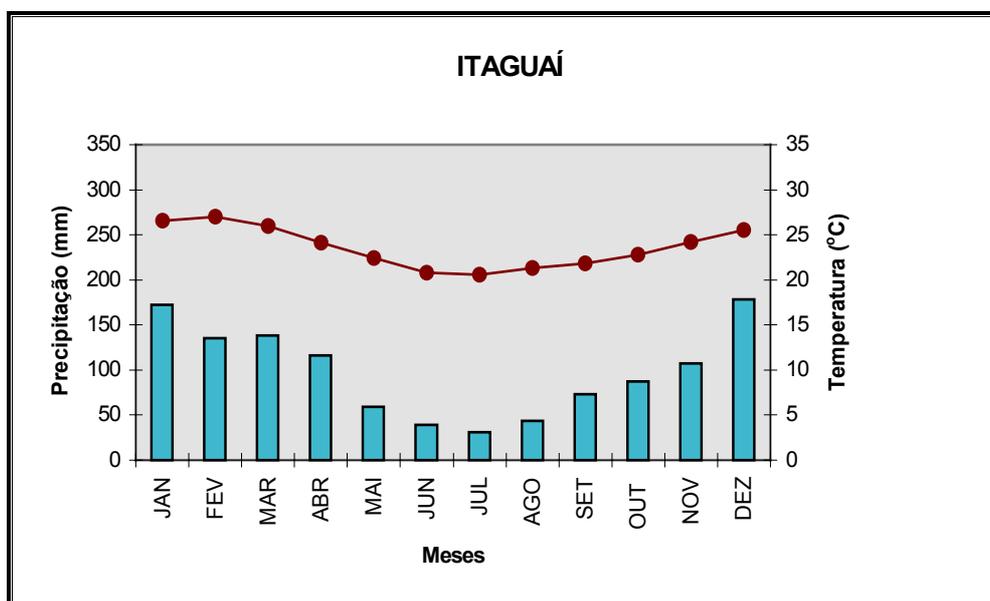
A bacia de drenagem e a Baía de Sepetiba estão localizadas no litoral sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas de 22°26'30", 23°04'43"S e 43°17'19", 44°02'46"W. A bacia ocupa uma área com cerca de 2.000km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 4,4% do Estado. Está limitada a norte e a oeste pela Serra do Mar, a leste e a nordeste pelos Maciços de Madureira e da Pedra Branca e a sul pela Baía de Sepetiba; possui dez sub-bacias, entre elas a que engloba os rios Itaguaí, da Guarda, Itá, Guandu e o Canal de São Francisco, representando cerca de 95% da vazão total de água fluvial para a bacia (IEF, 1996).

A região apresenta um clima sub-equatorial, sem estação seca definida e com umidade relativa do ar ao redor de 77%, enquanto que a temperatura média anual é de 23°C, com os maiores registros em fevereiro e os menores em julho. O período de maior precipitação coincide com o verão (dezembro a março) com média de 170mm e o de menor com o inverno (maio a agosto), 50mm (gráficos 11a e 11b).

A maior parte dos rios na baixada não possui seção de calha natural suficiente para liberar as maiores enchentes, inundando as planícies ribeirinhas nas épocas de maior pluviosidade, sendo que muitos destes rios sofreram obras de drenagem, canalização e retificação.

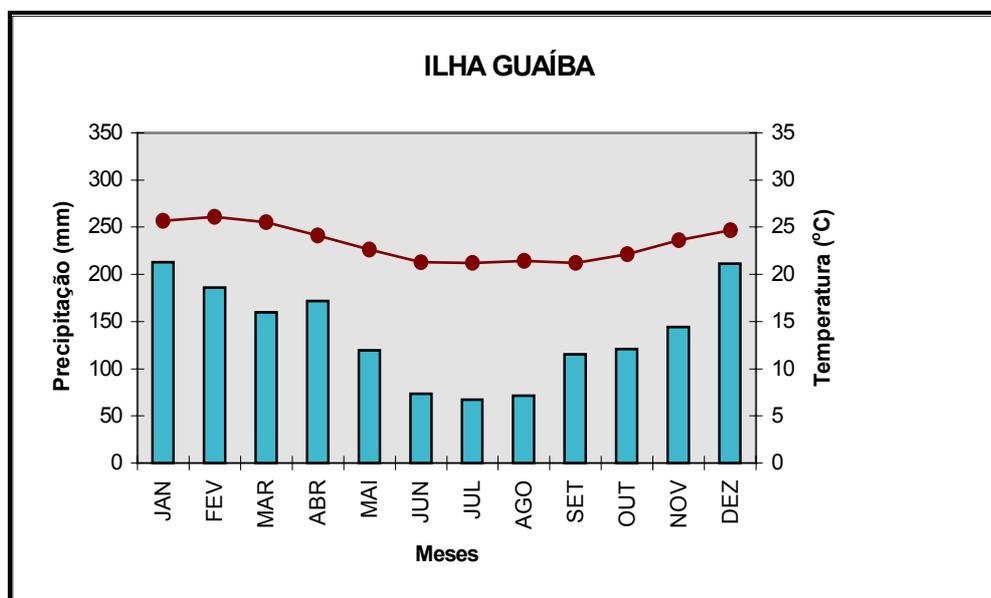
A bacia de drenagem é um sistema aberto que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área, e das forças tectônicas subjacentes. Perde energia por meio dos fluxos de água, sedimentos e solúveis exportados pela bacia para o seu ponto de saída comum. As encostas, topos, fundos de vales, canais, corpos d'água subterrâneos, sistemas de drenagem urbanos e áreas irrigadas, dentre outras unidades da paisagem, estão interligados como componentes da bacia de drenagem (Coelho Netto, 1994). O destino final dos efluentes do sistema de drenagem é a Baía de Sepetiba.

Gráfico 11a - Distribuição da precipitação média mensal (barras) e da temperatura média mensal (linha), referente ao período 1970-1990, na Estação de Itaguaí/INMET



Fonte: IEF, 1996

Gráfico 11b - Distribuição da precipitação média mensal (barras) e da temperatura média mensal (linha), referente ao período 1970-1990, na Estação Ilha Guaíba/INMET



Fonte: IEF, 1996

#### VI.4.1 - Caracterização Sócio-Ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba

De acordo com os critérios adotados pelo Laboratório de Geohidroecologia (GEOHECO) da UFRJ, a bacia está delimitada a partir da linha de cumeada dos morros da Serra do Mar, onde nascem os rios que deságuam na Baía de Sepetiba, formando a bacia de drenagem do rio Guandu.

A baixada de Sepetiba pode ser caracterizada como área de fronteira metropolitana. Nas últimas décadas, o povoamento tem-se dado em função do crescimento dos anéis suburbanos em torno da metrópole do Rio de Janeiro, apresentando manchas densamente ocupadas com o processo de urbanização diluídas em meio a projetos imobiliários à espera de valorização.

O fato de ser cortada por eixos de circulação que articulam São Paulo e Minas Gerais ao Rio de Janeiro confere a esta sub-região uma posição estratégica. No entanto, esta posição é definida por grandes pólos urbanos industriais localizados fora da baixada de Sepetiba, o que tem induzido à formulação de planos de desenvolvimento que a concebem como uma espécie de zona de passagem e não como unidade ambiental (IEF, 1996).

De acordo com o critério de delimitação adotado (GEOHECO), a bacia abrange total ou parcialmente os municípios de Itaguaí, Japeri, Queimados, Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin, Mangaratiba, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio de Janeiro, Rio Claro e Vassouras, englobando um total de 24 distritos e duas regiões administrativas.

Nos últimos trinta anos, na planície formada pelo rio Guandu, as antigas atividades agropecuárias praticadas em moldes tradicionais foram sendo alijadas, substituídas por empreendimentos imobiliários e industriais de pequeno e médio porte, e extrativismo mineral. O censo de 1991 mostrou a intensa urbanização da bacia de Sepetiba e o quase desaparecimento da população rural.

Apesar da paisagem desordenada, a disposição geográfica do povoamento apresenta uma estrutura espacial esgarçada em torno dos principais eixos rodoviários e ferroviários que cortam a bacia: a BR-116, rodovia Presidente Dutra, que liga São Paulo ao Rio de Janeiro pelo interior, a BR-101 que liga o Rio a Santos pelo litoral, o conjunto de avenidas Brasil e

Suburbana, a BR-040 - antiga Rio-São Paulo, a RJ-109, rodovia com 58km que funciona como interligação entre as três rodovias federais, o tronco ferroviário que atende principalmente ao transporte de carga entre o litoral e o Vale do Paraíba do Sul e Planalto Mineiro, e os ramais ferroviários suburbanos de Santa Cruz e Japeri.

As transformações históricas que a Costa Verde, região localizada no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, vem experimentando a partir do final da década de 60 e início de 70, tiveram como principal *start* os grandes investimentos do setor público para a instalação em Angra dos Reis do único complexo nuclear brasileiro e o maior terminal petrolífero da América do Sul (TEBIG), integrados com a abertura da BR-101. Estes empreendimentos propiciaram, direta e indiretamente, a descaracterização ambiental mais profunda daquele município, aliados à instalação de um grande complexo turístico hoteleiro que praticamente tomou de assalto toda a região costeira de Angra dos Reis (Moscatelli *et al.*, 1993).

O efeito conjunto destes investimentos estatais e privados fez com que o crescimento populacional do município, a partir da década de 60, apresentasse taxas superiores à média nacional, alcançando durante a década de 70 cerca de 80% acima do que seria esperado pelo crescimento normal. Esta circunstância favoreceu a especulação imobiliária, gerando conflitos pela posse da terra (Guimarães, 1997).

Como advento natural deste processo de desenvolvimento, os municípios litorâneos servidos pela BR-101, situados na Costa Verde, que servem como corredor de passagem, começaram a ser ocupados também por complexos turísticos hoteleiros ocupando áreas litorâneas da bacia de Sepetiba tais como: Mangaratiba, Muriqui, Ibicuí, Itacuruçá, Ilha de Jaguanum, Coroa Grande, etc. Essa nova abertura de fronteira contribuiu para a alteração nos modos de produção, não apenas nos municípios-sede, como também nos distritos e nas ilhas situadas no entorno, tradicionalmente habitadas por pescadores e/ou agricultores. Como se observa na tabela 15, existe uma grande diversidade no grau de urbanização e na densidade demográfica dos municípios que se encontram total ou parcialmente incluídos na bacia.

A expansão territorial da bacia de Sepetiba é conseqüência de um processo recente, verificado nos últimos 25 anos e caracterizado através de

cinco vetores: 1- vetor residencial suburbano; 2- vetor industrial, comercial e de serviços; 3- vetor turístico; 4- vetor dos empreendimentos-enclave e 5- vetor de rurbanização (IEF, 1996).

Tabela 15 - Dados populacionais (domicílios) segundo os municípios integrantes da Bacia de Sepetiba – 1991

Municípios Integrantes	Área (km <sup>2</sup> )	População			Densidade (km <sup>2</sup> )		Índice de Urbanização (%)
		Urbana	Rural	Total	Rural	Geral	
Eng. Paulo de Frontin	148	7.269	4.792	12.061	32,38	81,5	60,27 **
Itaguaí	523	93.083	16.974	113.057	32,46	216,2	64,99 *
Japeri	82	65.723	-	65.723	0,00	801,5	100 *
Mangaratiba	290	12.843	4.134	16.617	18,77	61,8	69,64 **
Nova Iguaçu	578	750.994	3.352	754.346	320,99	1.696,5	81,08 **
Vassouras	115	248	1.582	1.830	13	15,9	13,55 **
Queimados	78	124.514	-	124.514	0,00	1.596,3	100 *
Paracambi	197	33.520	2.907	36.427	14,76	184,9	92 *
Piraí	401	9.247	4.458	13.705	40,76	56,1	27,37 **
Rio Claro	246	45	915	960	3,72	3,9	4,0 **
Miguel Pereira	284	15.942	3.504	19.446	12,34	68,5	81,98 **
Rio de Janeiro							**
Campo Grande	171,67	380.942	-	380.942	0,00	2.219,0	100
Santa Cruz	163,73	254.500	-	254.500	0,00	1.554,5	100
Guaratiba	151,73	60.774	-	60.774	0,00	400,5	100

Fonte: adaptado de CIDE, 1994.

\* Área total do município dentro da bacia

\*\* Área parcial do município dentro da bacia

## VI.5 – Definição dos Grupos Amostrais e Levantamento Sócio-Ambiental

Definidas as linhas gerais do projeto, iniciamos as viagens a campo para o estabelecimento de contatos com os líderes das comunidades, onde tivemos a oportunidade de expor os objetivos do trabalho de pesquisa. As reuniões seguintes serviram para esclarecimentos metodológicos, como também para o dimensionamento das amostras a serem trabalhadas.

Considerando as hipóteses formuladas no tópico VI.5.1 (a seguir), acerca da possibilidade de contaminação ocupacional e/ou nutricional das comunidades de pescadores artesanais, optamos por 6 amostras, sendo duas em cada coleta, por sexo, com heterogeneidade intragrupal e homogeneidade intergrupala.

Na Praia do Aventureiro, onde foi realizada a primeira coleta de material biológico, as amostras incluíram a quase totalidade das famílias (91%). Em vista disso, procuramos, na Ilha da Madeira, selecionar aleatoriamente um número semelhante de famílias, que compusessem um número semelhante de indivíduos (tabela 16). Devido ao grande número de pescadores registrados nas colônias da região da Baía de Sepetiba, optamos pela seleção deste grupo através da ordem de cadastramento, até alcançar o número desejado. No entanto, na segunda amostragem realizada no local (1997), devido à perda de parcelas provocada por mudança de atividade profissional e/ou residência, morte de indivíduos e uma maior procura pelos exames, a amostra foi aumentada em 33%, mantendo no entanto 80% da amostra anterior, assim como a homogeneidade em relação à mesma. Igualmente, a idade mediana das três comunidades amostradas, sem distinção de sexo, foi idêntica (tabela 17).

Tabela 16 – Idade e sexo segundo os grupos estudados

Idade em Anos	Grupos por Sexo								
	Aventureiro			Ilha da Madeira-96			Ilha da Madeira-97		
	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total
18 a 29	03	04	07	01	03	04	04	03	07
30 a 39	02	03	05	03	03	06	04	06	10
40 a 49	06	03	10	07	02	09	06	02	08
50 a 59	04	01	05	04	02	06	05	03	08
Mais de 60	01	02	03	04	02	06	04	03	07
TOTAL	16	13	30	19	12	31	23	17	40
%	55,2	44,8	100	61,3	38,7	100	57,5	42,5	100

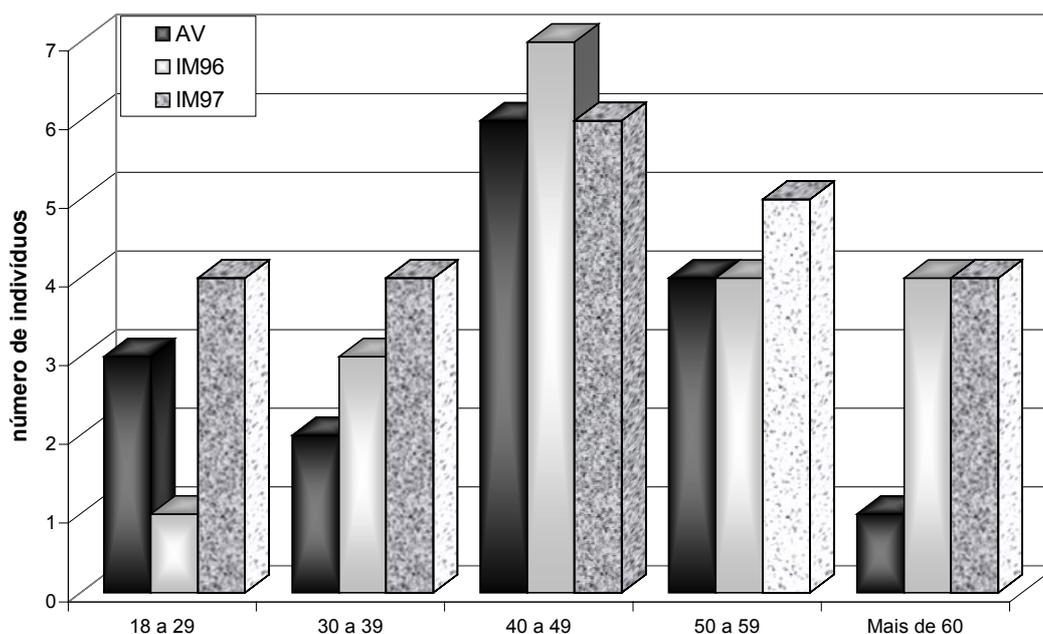
Tabela 17 – Características gerais das amostras.

Informações da amostra	AV - 96	IM - 96	IM - 97
N	29	31	40
sexo M/F	16/13	19/12	23/17
idade mediana	44,5	44,5	44,5

Sendo as amostras para o sexo masculino, em cada comunidade, compostas por um número maior de indivíduos, como se observa na tabela 17, os resultados para este sexo apresentam uma maior solidez em relação aos femininos. Isto não significa que estes últimos devam ser desconsiderados, uma vez que o número mínimo de 6 indivíduos para uma amostragem representativa para os métodos adotados foi alcançado (Siegel, 1979).

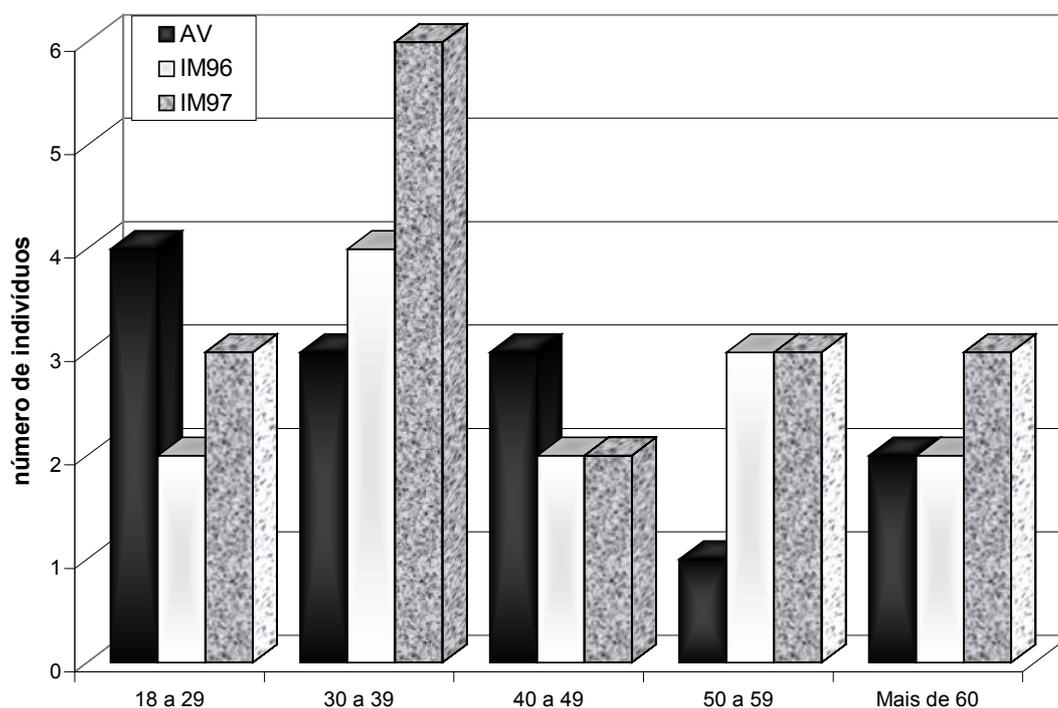
Nos gráficos 12a e 12b, vemos que a distribuição etária e por sexo das comunidades estudadas é bastante similar, com uma concentração de indivíduos na faixa de 40-49 anos para o sexo masculino, caracterizando o pescador artesanal no auge de seu conhecimento das atividades da pesca e de sua capacidade de trabalho.

Gráfico 12a - Faixas etárias dos indivíduos nas comunidades amostradas, sexo masculino.



Com relação ao sexo feminino, o Aventureiro apresenta uma distribuição desequilibrada entre as faixas etárias, com maior número de indivíduos entre 18-29 anos, enquanto a Ilha da Madeira apresenta uma distribuição etária igualmente desequilibrada nas duas amostras, mas com uma concentração na faixa de 30-39 anos para ambas - 1996 e 1997 (gráfico 12b).

Gráfico 12b - Faixas etárias dos indivíduos nas comunidades amostradas, sexo feminino.



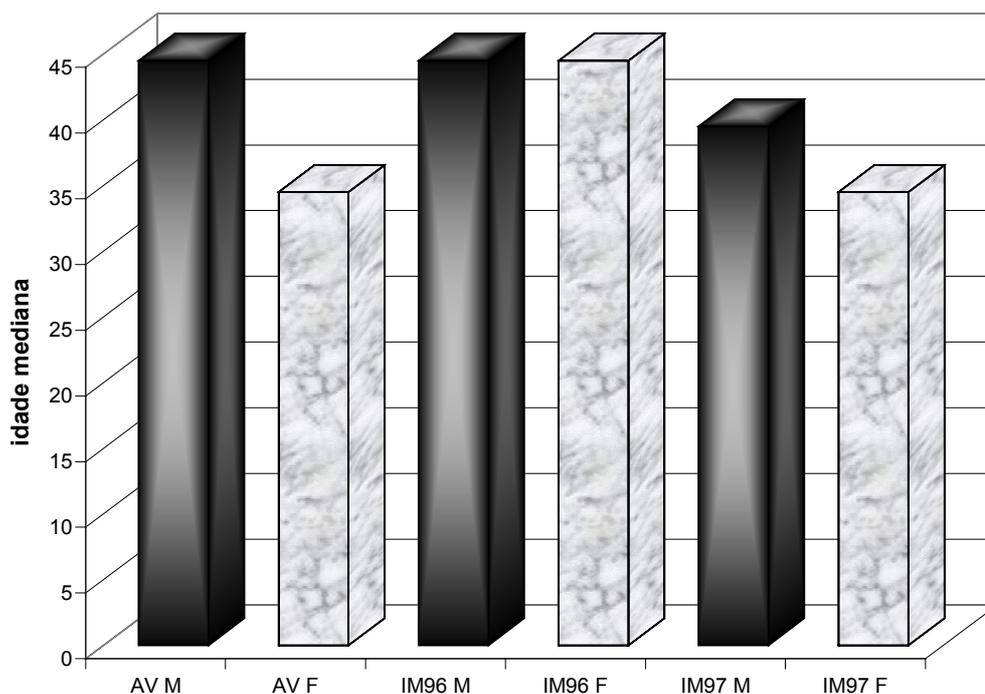
A idade mediana dos indivíduos amostrados na comunidade de IM variou nas 2 amostras para o sexo masculino (44,5 anos em 1996 e 39,5 anos em 1997), enquanto a mediana do Aventureiro para o mesmo sexo encontra-se na mesma faixa etária (40-49 anos). A redução da idade mediana na Ilha da Madeira se deve ao falecimento de dois pescadores acima de 60 anos, no intervalo entre as coletas, e à entrada de sete pescadores na amostra de 1997, cujas idades são compatíveis com a mediana observada.

Para o sexo feminino, o Aventureiro teve idade mediana de 34,5 anos, e a Ilha da Madeira, 44,5 anos na primeira amostra (1996) e 34,5 anos na segunda (1997). Ou seja, na primeira amostra a Ilha da Madeira teve idades

medias idênticas para ambos os sexos, e a idade mediana feminina na segunda amostra (1997) foi idêntica à idade mediana do Aventureiro para este sexo (gráfico 13). A redução da idade mediana feminina na Ilha da Madeira se deve à não participação das esposas dos pescadores falecidos, e à entrada de cinco mulheres mais jovens, esposas dos pescadores incluídos na segunda coleta.

Coincidentemente, para ambos os sexos, estas são as faixas etárias alvo para a avaliação das concentrações de metais nos materiais biológicos analisados, como será discutido adiante.

Gráfico 13 - Idade mediana dos indivíduos nas comunidades amostradas, sexo masculino e feminino.



Após a determinação das amostras, foram aplicados questionários fechados específicos elaborados em conjunto com pesquisadores do Departamento de Epidemiologia da ENSP. Estes questionários visaram estabelecer um paralelo entre as comunidades de pescadores e suas inter-relações com o meio em que vivem.

Este levantamento, que passaremos a denominar sócio-ambiental, serviu como norteador para a interpretação dos resultados obtidos nas etapas seguintes. As questões levantadas através dos questionários foram confrontadas com os resultados laboratoriais, a serem discutidos mais adiante, visando estabelecer situações correlatas entre os metais pesados e as populações expostas, procurando sempre identificar quais os caminhos críticos percorridos por estes metais. O levantamento sócio-ambiental foi realizado de forma intensiva, com aplicação porta a porta pelo próprio pesquisador (dez dias para a comunidade do Aventureiro e oito dias para a comunidade da Ilha da Madeira, anexo 1). Foram obtidas informações referentes a todos os membros de cada grupo familiar, muito embora somente alguns indivíduos de cada grupo estivessem incluídos na amostra, de acordo com os critérios de seleção definidos previamente, a saber:

- ⇒ Ser maior de 18 anos, uma vez que havia a necessidade da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo sujeito (anexo 2), para apreciação junto ao Comitê de Ética da ENSP (anexo 3);
- ⇒ Residir no local de estudo por no mínimo 15 anos consecutivos, a fim de evitar interferências de exposição não presentes nas áreas de estudo. Este período foi também estabelecido para se determinar uma possível exposição crônica;
- ⇒ Que a família exerça como atividade principal de ocupação a pesca artesanal em regime de tempo integral ou parcial, dentro dos limites de influência das áreas previamente selecionadas;
- ⇒ Ser consumidor freqüente de produtos da ictiofauna capturados nas respectivas áreas de influência.

### VI.5.1 - Hipóteses de Trabalho

Os metais pesados são cumulativos, podendo passar pelos diversos níveis da cadeia trófica até alcançar o homem. Em decorrência desse fato, podem produzir efeitos que aparecerão tardiamente em populações expostas pelas mais diversas vias: ocupacional, recreacional, alimentar, acidental ou locacional.

Os pescadores artesanais estão expostos com maior frequência aos metais pesados pelas vias ocupacional e alimentar, uma vez que manipulam alguns destes metais em seus instrumentos de trabalho, como também são os maiores consumidores de organismos aquáticos provenientes de ecossistemas contaminados.

#### Primeira Hipótese

⇒ Estaria ocorrendo contaminação de pescadores artesanais pela via ocupacional, devido à constante manipulação de alguns metais (principalmente chumbo) que estão presentes em seus instrumentos de trabalho – chumbadas, diversos tipos de redes, tarrafas, tintas para pintura de embarcações, etc.

#### Segunda Hipótese

⇒ Igualmente, os pescadores artesanais que atuam na Baía de Sepetiba estariam sofrendo contaminação por metais pesados devido à exposição a uma via crítica – nutricional, uma vez que consomem frequentemente organismos aquáticos capturados nesta baía, sabidamente contaminada por metais pesados oriundos de um parque industrial localizado no seu entorno.

#### Terceira Hipótese

⇒ A contaminação ocupacional e/ou nutricional das comunidades de pescadores pode estar causando injúria renal, a qual pode ser avaliada através da combinação de uma bateria de testes, entre eles a dosagem de metabólitos e de metais pesados em sangue e urina.

#### Quarta Hipótese

⇒ A contaminação ambiental provocada pelo acidente poderá produzir uma transferência em cadeia dos metais pesados para os diversos níveis da rede trófica, transformando-se no principal caminho crítico destes metais até o homem.

#### Quinta Hipótese

⇒ O acompanhamento da evolução do ciclo biológico das espécies críticas (mais consumidas) poderá indicar a dinâmica destes metais no meio biótico.

### VI.6 - Exame Clínico (Anamnese)

Para o desenvolvimento desta etapa, foi elaborado um roteiro em colaboração com o médico Maurilo Leite Jr., nefrologista do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (UFRJ).

A anamnese foi orientada para a investigação de indicadores clínicos sugestivos da ocorrência de nefropatias crônicas, associadas à exposição aos metais em estudo (anexo 4).

A partir desta anamnese, foi sugerida pelo médico Maurilo Leite Jr. a realização de exames laboratoriais complementares (patologia clínica), para auxiliar na validação da hipótese formulada, ou seja, se estão ocorrendo casos de intoxicação por metais pesados nas populações estudadas.

Foi firmado um acordo de cooperação mútua entre o pesquisador e a Secretaria de Saúde do município de Angra dos Reis, no sentido de realizar a anamnese e posterior acompanhamento clínico dos pacientes do Aventureiro, sendo designado para tais fins o médico Marcelo Arruda, clínico geral.

Este acompanhamento foi viabilizado pela presença regular do médico em outras comunidades da Ilha Grande, como também pelo fato de este médico ser consultado em casos de emergência pelo moradores do Aventureiro. Uma vez que o projeto não obteve financiamento, esta colaboração foi providencial para a realização desta etapa. Em contrapartida,

uma cópia em disquete dos exames laboratoriais obtidos foi repassada à Secretaria de Saúde de Angra dos Reis, como parte do acordo de cooperação firmado.

Não tendo sido possível firmar acordo semelhante com a Secretaria de Saúde do município de Itaguaí, ao qual pertence a Ilha da Madeira, foi necessária a contratação dos serviços profissionais do médico Luís Fernando Gonzaga Monteiro (especialista em saúde do trabalhador) para realizar a anamnese e o acompanhamento clínico do grupo amostral residente nesta ilha.

#### VI.7 - Coleta de Material Biológico Humano

A coleta do material biológico foi realizada no próprio local de residência dos indivíduos, utilizando instalações oficiais existentes nas áreas de estudo, que nos foram cedidas (AV – Base Física da RBEPS e APLIM – Associação de Pescadores e Lavradores da Ilha da Madeira). Devido às coletas terem sido realizadas em diferentes períodos, foram compostas três equipes distintas, em função da disponibilidade dos profissionais envolvidos.

Para o Aventureiro, a coleta foi realizada em outubro de 1995, sendo a equipe coordenada pelo pesquisador, e composta por um profissional da área biomédica e dois técnicos de laboratório pertencentes ao quadro de funcionários da ENSP, e também um clínico geral e um técnico de laboratório cedidos pela Secretaria de Saúde de Angra dos Reis.

Para a realização desta coleta, a equipe contou com o apoio logístico da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis relativo ao deslocamento marítimo, tendo sido colocada à nossa disposição uma embarcação com seus respectivos tripulantes. Os equipamentos de análise de campo foram cedidos pela FIOCRUZ, constando de um microscópio Zeiss, uma centrífuga clínica e uma microcentrífuga para hematócritos. Quanto ao material de consumo, este foi adquirido pelo próprio pesquisador.

A população amostral, devidamente cadastrada através de fichas individuais (anexo 5), foi visitada em seus respectivos domicílios para a entrega dos frascos de coleta de urina (30ml). Cada indivíduo recebeu um frasco descontaminado para análise de metais (cádmio e cromo), e outro esterilizado

para urinálise, sedimentoscopia e exame físico-químico. Na ocasião, foram prestados todos os esclarecimentos referentes ao procedimento de coleta do material, sendo os indivíduos orientados a entregá-lo à equipe responsável no local previamente determinado (base física da RBEPS) imediatamente após o recolhimento.

A orientação do laboratório de nefrologia da UFRJ foi no sentido de coletar as amostras de urina de 24 horas para dosagem de creatinina. Isto não foi viável dadas as dificuldades de se mobilizar as comunidades para tal tipo de coleta, que requereria uma paralisação de suas atividades cotidianas.

À medida que o material era entregue ao profissional responsável, os frascos contendo a urina eram acondicionados sob refrigeração, e os indivíduos eram encaminhados ao setor de coleta de sangue. O sangue foi coletado dos indivíduos em jejum de 12hs, em 3 frascos *vacutainer*, sendo um frasco descontaminado com certificado do fabricante contendo EDTA para a dosagem de metais (10ml) um sem anticoagulante para bioquímica/sorologia (10ml) e um contendo citrato para hemograma completo (7ml). Os frascos para dosagem de metais foram imediatamente acondicionados em gelo seco.

Terminada a coleta, a equipe se deslocou com o material para a Praia de Provetá, onde foram realizadas as análises possíveis nas dependências do Posto de Saúde cedido pela PMAR. As análises mais complexas foram realizadas na FIOCRUZ, sendo a dosagem de metais em sangue e urina executada no laboratório do CESTEJ, e o hemograma completo e a bioquímica/sorologia no laboratório do Centro de Saúde Escola Germano Sinval Farias/ENSP.

Na Ilha da Madeira, foram realizadas 2 coletas, sendo a primeira em janeiro/1996 e a segunda em outubro/1997. O motivo que nos levou a repetir a coleta foi a ocorrência de um acidente na Cia. Mercantil Ingá, no qual foram liberados para o ambiente marinho cerca de 50 milhões de litros de rejeitos industriais contendo metais pesados, em fevereiro/1996 (imagem 4 e foto 1). Este fato conduziu à reformulação das etapas do projeto de pesquisa, a fim de acomodar uma segunda coleta de material biológico, para verificar os possíveis impactos causados por esse acidente sobre a biota e a população em estudo.

A equipe para a primeira coleta foi coordenada pelo pesquisador, e composta por um profissional da área biomédica, e 4 técnicos de laboratório

pertencentes ao quadro de funcionários da FIOCRUZ. Para a viabilização desta etapa, foram utilizadas as dependências da APLIM. Os procedimentos de orientação dos indivíduos, distribuição dos frascos, recebimento do material (urina) e coleta de sangue foram os mesmos adotados na Praia do Aventureiro. Em função da facilidade de deslocamento, como também pela concessão de um veículo para transporte da equipe pela FIOCRUZ, o material biológico foi levado para análise laboratorial imediatamente após a coleta.

Passados 21 meses, realizou-se a segunda coleta; este prazo foi necessário para que pudéssemos observar possíveis alterações dos resultados obtidos nas análises anteriores, uma vez que o processo de bioacumulação de metais pesados e suas transferências aos diversos níveis da cadeia trófica, até a detecção na população exposta, ocorre lentamente. Desta segunda coleta (10/97) participaram o pesquisador, um profissional da área biomédica e 3 técnicos de laboratório pertencentes ao quadro de funcionários da FIOCRUZ. Os procedimentos e infra-estrutura foram os mesmos da coleta anterior.

Imagem 4a - Local de lançamento de poluentes pela Cia. Mercantil Ingá.

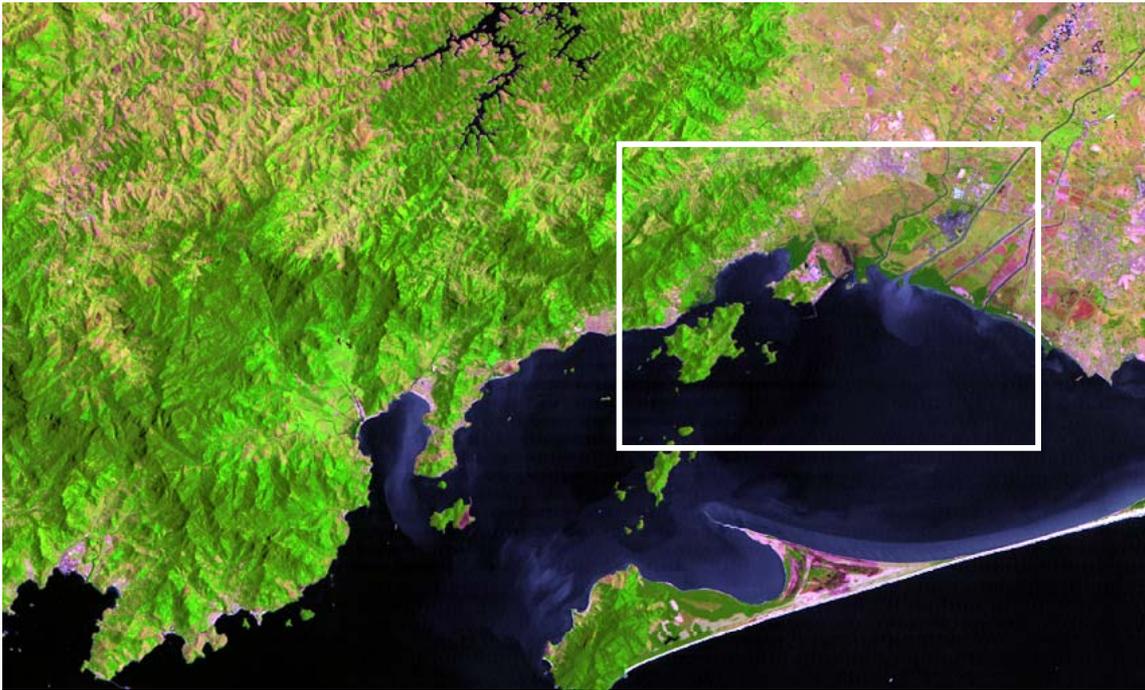
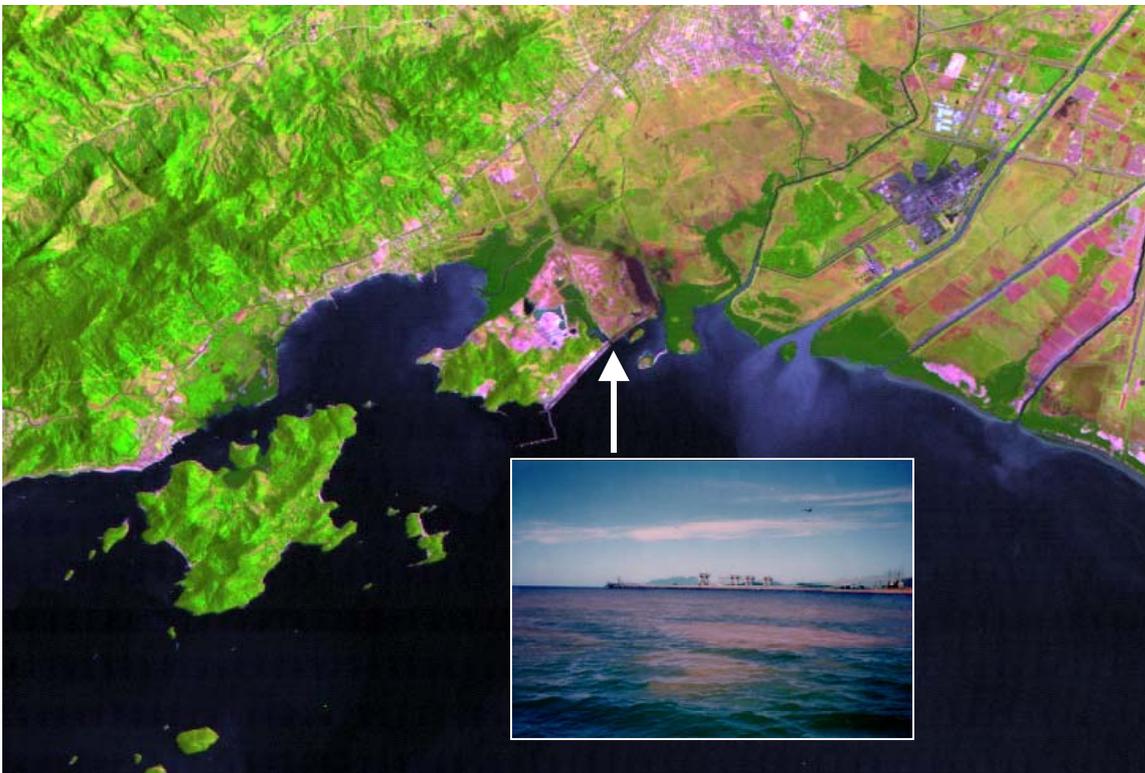


Imagem 4b e foto 1 - Pluma de poluentes lançados na Baía de Sepetiba (02/96).



## VI.8 – Análises Laboratoriais

Após a coleta, parte do material biológico humano foi encaminhado para o Laboratório de Química Analítica do CESTE/ENSP, onde foram realizadas as análises específicas para os metais chumbo e cádmio em sangue, e cádmio e cromo em urina. Os protocolos analíticos estão descritos nos anexos 6, 7 e 8.

No laboratório do Centro de Saúde Escola Germano Sinval Faria da ENSP, foram realizados os demais exames: hematologia em CELL-DYNN 1400 (hemograma completo - série vermelha e série branca), e urinálise (EAS em fita, exame físico-químico e sedimentoscopia). Para a realização da bioquímica/sorologia em CIBA CORNING, foram adotados os métodos analíticos relacionados na tabela 18.

Tabela 18: Métodos analíticos adotados para bioquímica/sorologia

<b>Metabólito</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Referência</b>
Ácido úrico	enzimático	Caraway, W. T. 1955.
Albumina	verde de bromocresol	Bartholomew, R. J.; Delaney, A. M. 1966.
Colesterol	enzimático	Good, N. E, <i>et al.</i> 1966.
Creatinina	Lustosa Basques	Henry, R. J. <i>et al.</i> 1974.
Fosfatase alcalina	Roy modificado	Roy, A. V. 1970.
Glicose de jejum	enzimático	Dubowyski, K. M. 1962.
Globulina	-	-
Lipídios totais	colorimétrico	Tonks, D. B. 1972.
Proteínas totais	biureto	Henry, R. J. <i>et al.</i> 1974.
Triglicerídeos	enzimático	Royer, E. M.; Ko, M. 1969.

## VI.9. Análises estatísticas

A fim de escolher os métodos estatísticos adequados para a análise, foi necessário caracterizar a distribuição dos dados. Utilizou-se inicialmente o coeficiente de assimetria de Pearson, a fim de verificar se as distribuições eram assimétricas ou apresentavam normalidade. Os padrões para caracterização de assimetria são os seguintes:

$|AS| < 0,15$  indica assimetria baixa

$0,15 < |AS| < 1$  indica assimetria moderada

$|AS| > 1$  indica assimetria elevada

Como se pode observar na tabela 19, as amostras apresentaram assimetria em graus variados, sugerindo a ocorrência de valores extremos nas distribuições que poderiam afetar a análise. Estes valores estão relacionados, na discussão, nas tabelas 21 e 22 (máximos e mínimos).

Tabela 19 - Assimetria das distribuições de metabólitos e metais nas comunidades amostradas, por sexo.

Análises realizadas	AV		IM - 96		IM - 97	
	M	F	M	F	M	F
Hematócrito	-2,0	-0,3	0,1	-0,5	-0,9	-0,3
Glicose	-1,2	0,5	3,9	0,2	4,4	1,8
Uréia	1,7	0,7	2,2	2,0	0,7	1,2
Creatinina	-0,1	0,0	0,8	1,4	0,4	3,3
Ácido úrico	0,3	0,9	0,0	1,3	1,0	1,7
Colesterol	0,6	1,9	0,0	0,7	-0,1	0,9
Triglicerídeos	1,6	1,8	2,4	0,2	0,7	2,0
Proteínas totais	0,4	-0,7	1,7	0,8	-0,1	0,6
Albumina	0,1	-0,1	-0,9	0,1	-0,7	0,3
Globulina	0,6	-0,5	2,6	0,0	0,3	0,9
CdU	0,2	-0,2	2,1	1,9	1,8	1,4
CrU	2,4	1,3	3,6	2,7	2,3	3,8
CdS	1,2	3,0	2,5	1,3	0,6	1,3
PbS	0,5	2,8	2,4	1,8	2,7	0,5

Observa-se que dentro de uma mesma comunidade, existem diferenças entre os sexos quanto à tendência negativa ou positiva da distribuição dos dados, e variações significativas na magnitude da assimetria entre sexos e grupos.

Optou-se pelo uso de testes não paramétricos (teste de Mann-Whitney e correlação de Spearman) em função do tamanho das amostras, como também da apresentação dos dados (distribuição não normal), além da ocorrência de parcelas perdidas devido a problemas de manuseio laboratorial. Adotamos o teste de Mann-Whitney para análise intergrupar, e o teste de correlação de Spearman para a análise intragrupal, adotando como critério de significância para ambos o valor de  $P \leq 0.05$ .

#### VI.9.1 - Teste de Mann-Whitney

O teste de Mann-Whitney é adotado em caso de distribuições não normais que impeçam o uso do teste  $t$  (Siegel, 1979). É um teste não paramétrico utilizado para comparar dois grupos independentes de dados amostrais, e não pressupõe normalidade na distribuição dos dados. As hipóteses testadas ( $H_0$  e  $H_1$ ) são de que as duas amostras vêm de populações idênticas ou diferentes, por meio do teste de igualdade das medianas.

A formulação matemática do teste Mann-Whitney é a que se segue, para valores de  $n_2$  entre 9 e 20, onde  $n_1$  é o número de observações no menor grupo e  $n_2$  é o número de observações no maior grupo:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

onde  $R_1$  = soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho de amostra é  $n_1$ ,  
 $n_1$  = número de casos no menor grupo

Poderíamos utilizar também a formulação abaixo:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

onde  $R_2$  = soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho de amostra é  $n_2$ ,  
 $n_2$  = número de casos no maior grupo

#### VI.9.2 - Correlação de Spearman

O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para as comparações intragrupo, ou seja, para medir as correlações entre pares de variáveis de um mesmo grupo amostral. O teste de Spearman é a mais antiga e conhecida estatística baseada em postos, que exige que ambas as variáveis se apresentem em uma escala de mensuração ao menos ordinal (Siegel, 1979). A formulação matemática do teste de correlação de Spearman é a seguinte:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}$$

onde  $N$  = tamanho da amostra

$d$  = diferença para cada observação entre os postos  $x$  e  $y$ .

## CAPÍTULO VII

### VII.1 – Biomonitoramento Ambiental

Foram eleitos prioritariamente três fatores norteadores para o desenvolvimento dos trabalhos de biomonitoramento: a) Escolha de um fator abiótico com participação ativa no processo de retenção do material lançado pelo parque industrial no ambiente aquático; b) Escolha de um fator biótico, ou seja, seleção de espécies ocorrentes na área de estudo; c) Estabelecimento de um período de tempo necessário para que estas espécies possam completar seus ciclos biológicos e conseqüentemente acumular metais pesados em seus tecidos (figura 8).

O fator abiótico eleito constitui-se na área do entorno da Ilha da Madeira, local este onde se concentram cerca de 95% de todos os lançamentos fluviais da bacia hidrográfica (Barcellos, 1995). A escolha desta área baseou-se no fato de que nela estão presentes vários domínios ecológicos, tais como manguezais, enseadas protegidas e delta de rios, além de abrigar uma intensa atividade pesqueira.

O fator biótico foi obtido através do item hábitos alimentares presente nos questionários aplicados junto às populações estudadas, indicando quais as espécies capturadas e consumidas com maior freqüência pelas famílias dos pescadores (realização de *screening* prévio).

Quanto ao período, optou-se pela realização de três coletas em intervalos de tempo preestabelecidos, posteriores ao acidente industrial (INGÁ) ocorrido em 02/96, já mencionado anteriormente. Estas amostragens cobriram períodos de inverno e verão com o intuito de observarmos possíveis diferenças sazonais, que possam afetar as concentrações de metais.

As áreas de coleta foram mapeadas utilizando-se imagens de satélite geoprocessadas e GPS, a fim de garantir as localizações precisas dos pontos amostrais nas sucessivas coletas (imagens 5a e 5b).

Figura 8 - Árvore de decisão e método de abordagem B

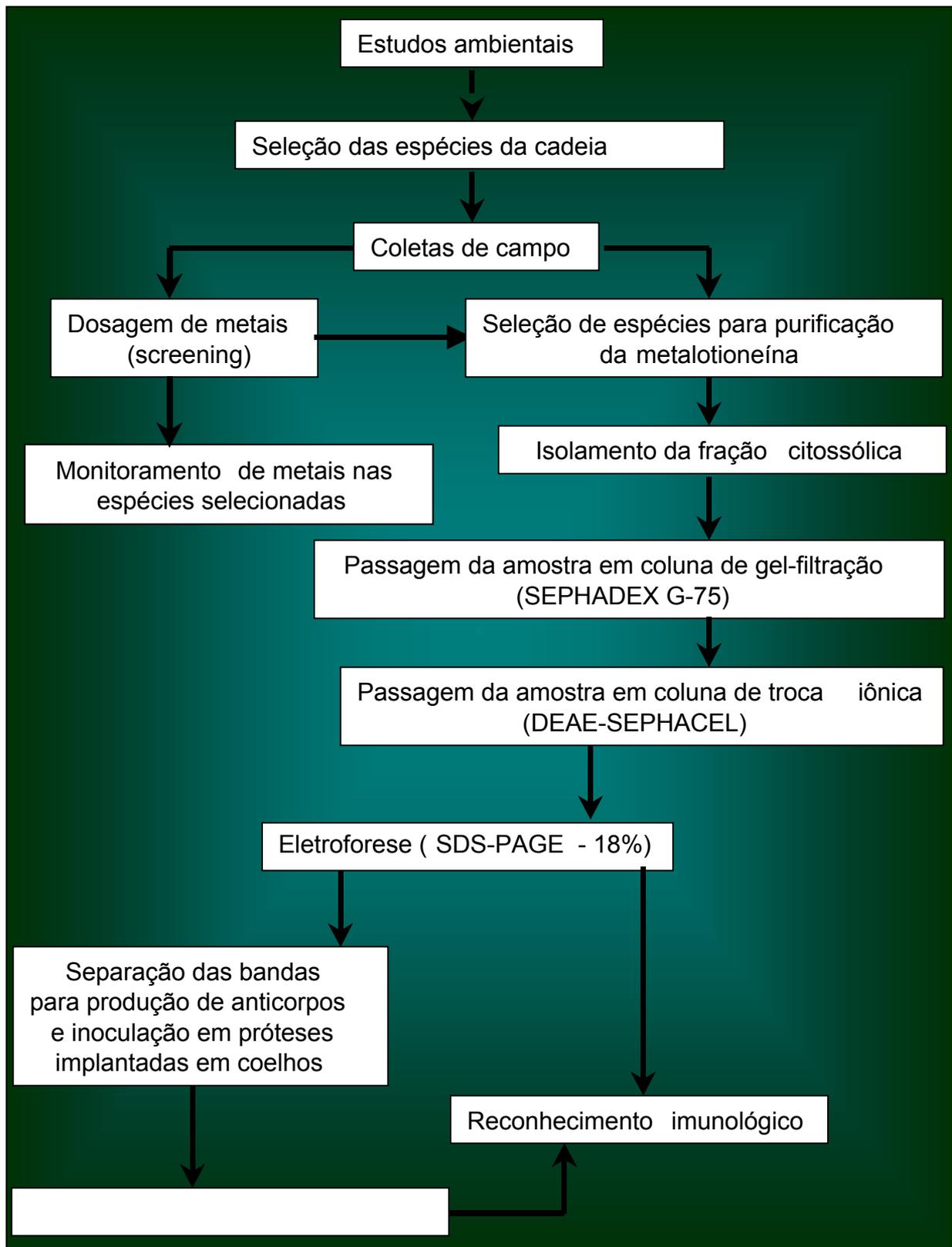


Imagem 5a - Localização da área de estudos da comunidade de pescadores da Ilha da Madeira, na Baía de Sepetiba.

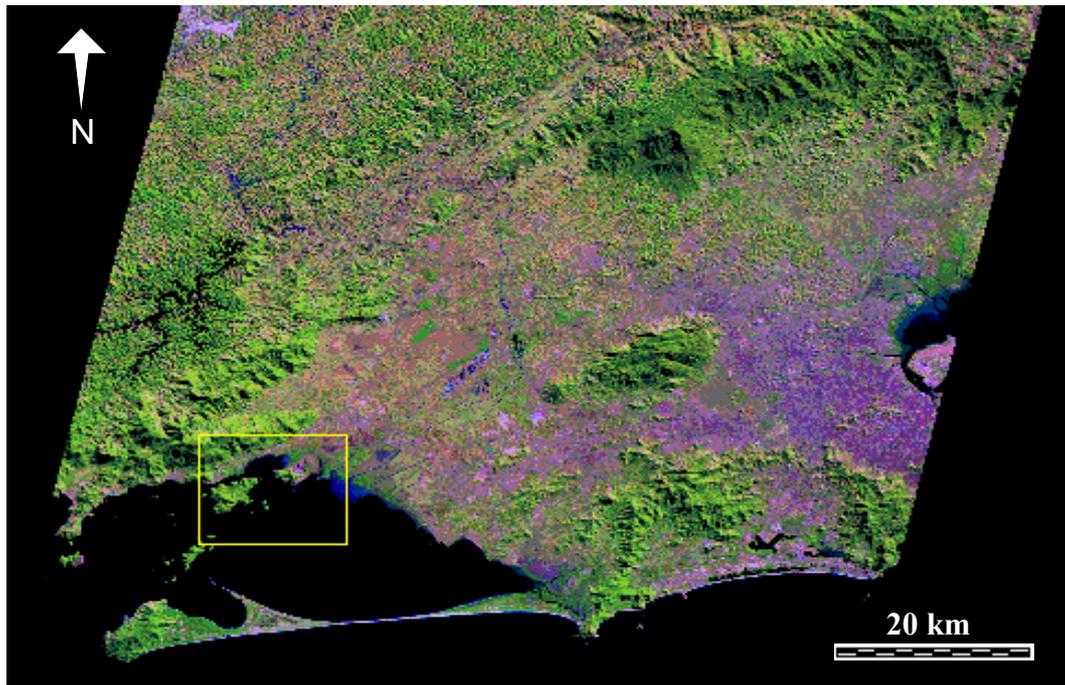
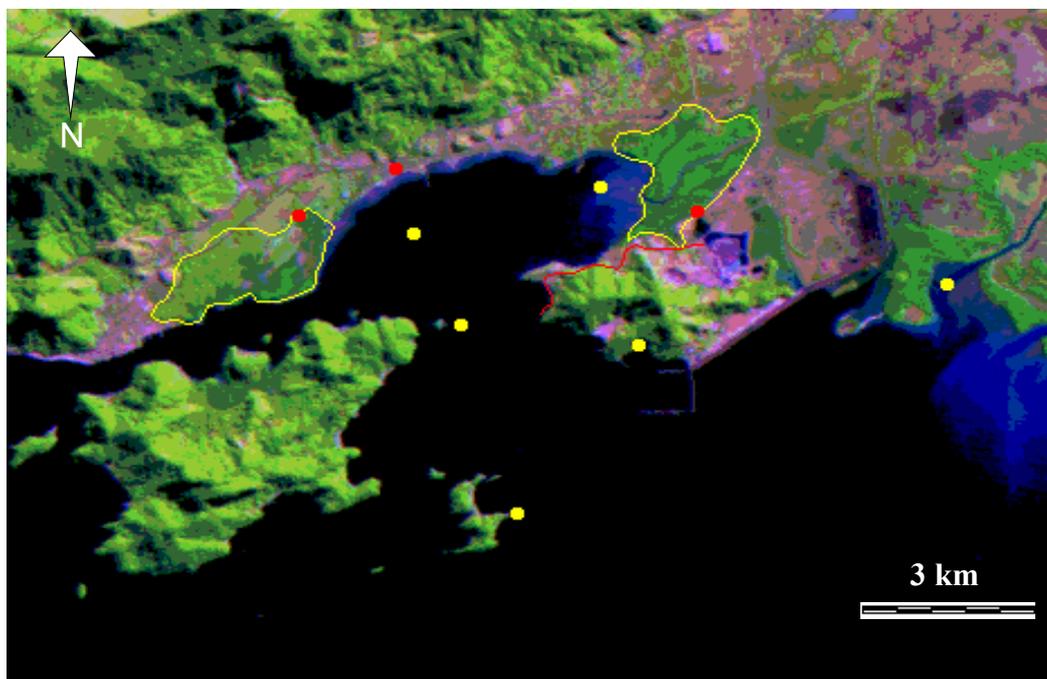


Imagem 5b - Locais de coleta de materiais biológicos monitorados com GPS.



-  Local de coleta de peixes
-  Local de coleta de moluscos
-  Manguezal
-  Residências dos pescadores

A seleção das espécies marinhas mais consumidas pela população de pescadores obedeceu a uma escala ecológica, procurando sempre amostrar os diversos níveis da cadeia trófica, tais como filtradores, detritívoros e carnívoros. (tabela 20).

Tabela 20 - Espécies da cadeia trófica selecionadas para biomonitoramento (informações do questionário aplicado).

Espécies selecionadas			Hábitos alimentares	Compartimento abiótico relacionado
Item	Nome popular	Nome científico		
<b>Peixes</b>	Bagre	<i>Arius sp.</i>	DET./CARN.	Sedimento de fundo e água
Classe	Parati	<i>Mugil curema</i>	DET./HERB.	Sedimento de fundo e água
Osteichthyes	Corvina	<i>Micropogonia furnieri</i>	DET./CARN.	Sedimento de fundo e água
	Tainha	<i>Mugil platanus</i>	DET./HERB.	Sedimento de fundo e água
<b>Moluscos</b>	Ostra de pedra	<i>Crassostrea</i>	FILTRADOR	Particulado em suspensão e água
Classe		<i>brasiliiana</i>		
Pelecypoda	Mexilhão	<i>Mytella guayanensis</i>	FILTRADOR	Particulado em suspensão, sedimento de fundo e água

DET. = detritívoro

CARN. = carnívoro

HERB. = herbívoro

Após o mapeamento das áreas de estudo, convidamos alguns pescadores para participar das coletas fornecendo orientação acerca dos métodos de captura mais apropriados para cada espécie. Para a captura dos peixes foram utilizadas redes de emalhar (malha 0.60), empregando-se métodos de espera e de cerco. À medida que os peixes eram capturados, passavam por um processo de seleção de tamanho, embalagem em sacos plásticos e acondicionamento em caixas de isopor contendo gelo. Este material seguia diretamente para o laboratório onde era estocado a -20°C até a realização das análises.

Os tecidos musculares destas espécies e miúdos (fígados de espécimes de maior tamanho são geralmente utilizados como alimento pela comunidade do Aventureiro e Ilha da Madeira) foram utilizados para análise e, uma vez que inexistem dados quanto à variação de metais pesados nestas espécies devido a tamanho, idade ou estação do ano, optou-se pela utilização de exemplares de tamanhos normalmente consumidos pela população local.

Quatro espécies de peixes foram analisadas nesse estudo, visto serem os mais capturados, de menor valor para comercialização e, conseqüentemente, os mais consumidos pelas populações de menor poder aquisitivo (fotos 2, 3, 4 e 5).

Duas espécies de moluscos bivalves (*Mytella guayanensis* e *Crassostrea brasiliiana*) foram selecionadas e incluídas nas espécies de filtradores que relacionam-se aos compartimentos abióticos: água, sedimento de fundo e particulado em suspensão (fotos 6 e 7).

Os animais adultos foram coletados manualmente, lavados com água do próprio local, embalados em recipientes apropriados e transportados vivos ao laboratório, onde as partes comestíveis (tecido mole) foram separadas das conchas, homogêneas em *mixer* e armazenadas em frascos de polietileno sob congelamento a -20°C para posterior análise.

As amostras foram obtidas sempre nos mesmos locais para evitar variações nas concentrações de metais presentes nos substratos de onde os animais se alimentam. A área escolhida compreende o Saco de Coroa Grande, região reconhecidamente mais contaminada por estes poluentes e indicada como propícia para servir de termômetro dos impactos causados pelos rejeitos industriais (Lacerda, 1983; Pfeiffer *et al.*, 1985; Barcellos, 1995).

As coletas foram realizadas com intervalos de 08 dias, 08 meses e 17 meses sucessivos após a ocorrência do acidente industrial. Procurou-se manter uma uniformidade no tamanho dos exemplares coletados, dando preferência aos adultos comumente consumidos. Para mexilhões os comprimentos variaram entre 0.5 e 0.7cm, enquanto as ostras possuíam diâmetro não inferior a 0.6cm.

Foto 2 – Bagre (*Arius spp.*)



Foto 3 – Corvina (*Micropogonia furnieri*)



Foto 4 - Parati (*Mugil curema*)



Foto 5 - Tainha (*Mugil platanus*)

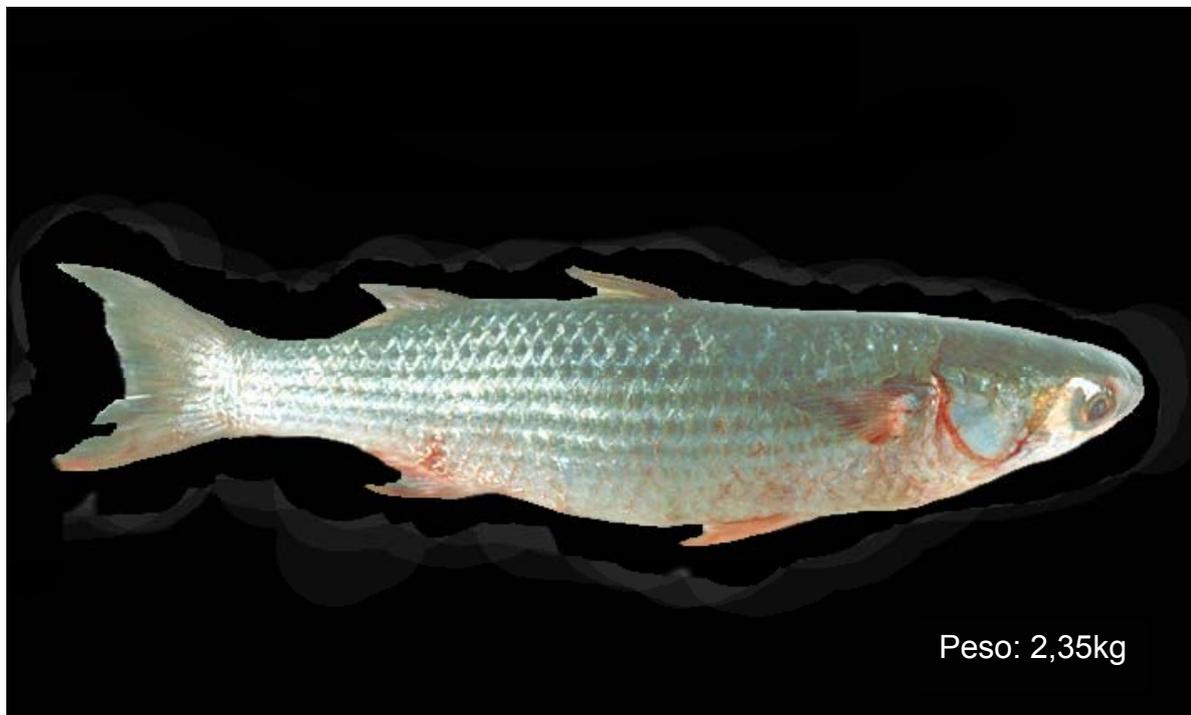


Foto 6 - Ostra de pedra (*Crassostrea brasiliana*).



Foto 7 - Mexilhão (*Mytella guayanensis*).



### VII.1.1 - Análises Químicas

Alíquotas de 5g das amostras foram pesadas em cadinhos de porcelana e calcinadas em forno mufla a 500°C por 12 horas; as cinzas, dissolvidas em HNO<sub>3</sub> 10%, foram aquecidas em placa quente até a dissolução total e transferidas quantitativamente para balão de 25ml com H<sub>2</sub>O deionizada (AOAC, 1995). Todas as análises foram feitas utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer modelo 5.500. Para determinação de zinco adotou-se a técnica de chama devido às amostras apresentarem altas concentrações deste metal, enquanto que cádmio, chumbo e cromo foram determinados pela técnica de atomização eletrotérmica. Os teores de zinco, cádmio, chumbo e cromo, para as amostras analisadas, foram comparados com os limites máximos permitidos na legislação brasileira em vigor (Portaria nº 11/87-SNVS/MS de 15/05/87). Os resultados são apresentados como a concentração de metais em relação ao peso fresco ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), unidade normalmente utilizada para estabelecimento de limites máximos permitidos pelos órgãos de controle ambiental.

Após a realização do *screening* para a determinação das concentrações de metais pesados nas diferentes espécies da cadeia trófica, observamos que a ostra de pedra (*Crassostrea brasiliiana*) apresentou as maiores concentrações de zinco (1.005mg/kg), fato este já mencionado por Lacerda *et al.* (1987). Mediante este resultado, optamos pela utilização desta espécie para extração e purificação da metalotioneína.

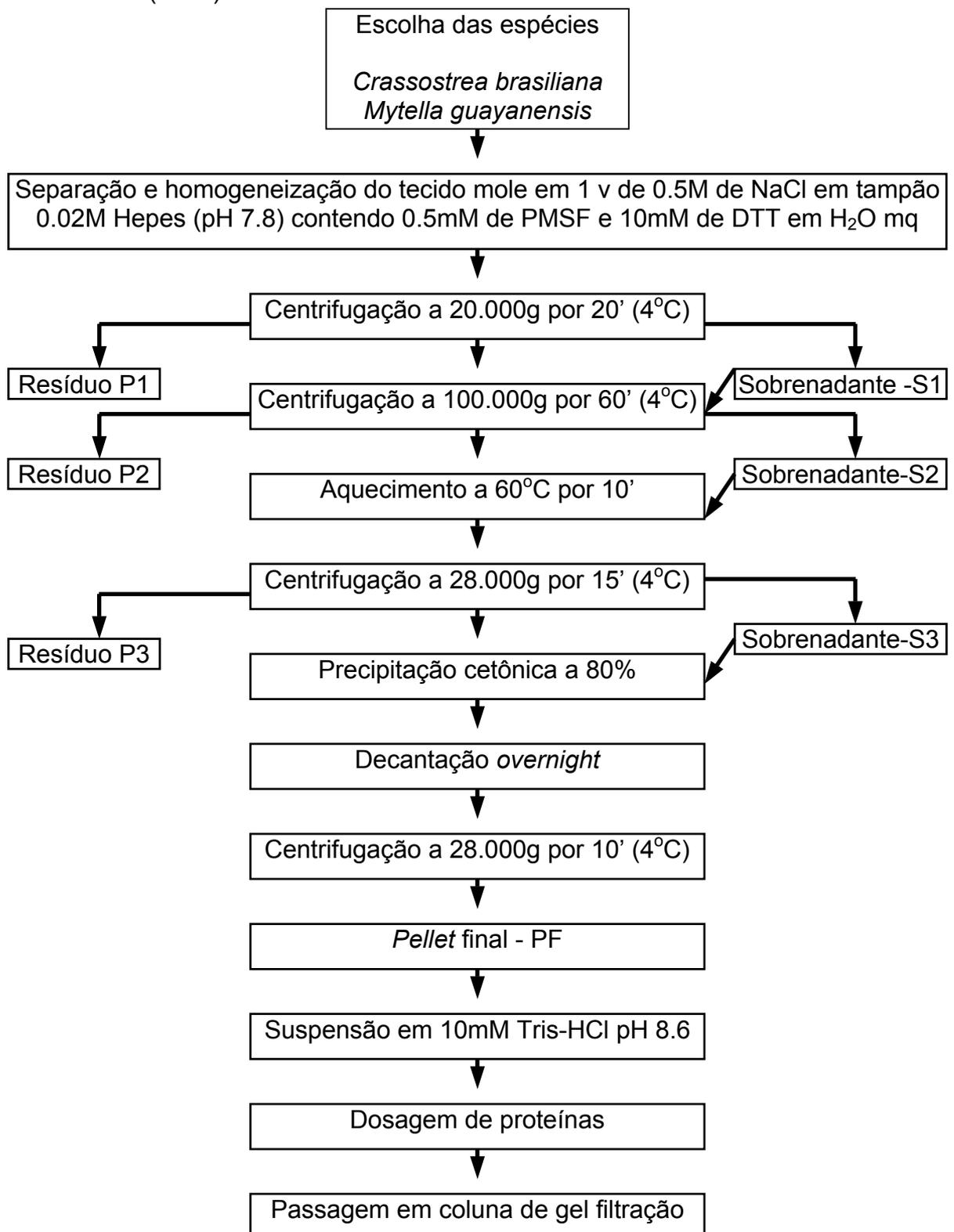
## VII.2 - Preparação da Fração Citossólica

A técnica utilizada seguiu o protocolo descrito por Viarengo *et al.* (1988). Cerca de 200g do tecido mole total de ostra de pedra (*Crassostrea brasiliana*) foram separados das carapaças e homogeneizadas em *mixer* na mesma proporção p:v 0,5M de NaCl, tamponado com 0,02M de Hepes, pH 7,8, contendo 0,5mM de PMSF e 20mM de  $\beta$ -mercaptoetanol e centrifugado em uma centrífuga Beckman J2-21M a 20.000g por 20 minutos, refrigerada a 4°C em rotor JA-20. O resíduo foi desprezado e o sobrenadante filtrado em gaze estéril, centrifugado a 100.000g por 60 minutos a 4°C em uma ultra-centrífuga Beckman modelo L3-50, rotor 42.1. O resíduo foi desprezado e o sobrenadante filtrado em gaze estéril e reservado. Esta sobrenadante é constituído da fração citossólica rica em metalotioneína.

A fração citossólica foi aquecida a 60°C por 10 minutos e centrifugada a 20.000g durante 15 minutos em centrífuga Beckman J2-21M, refrigerada a 4°C em rotor JA-20. Após a centrifugação o sobrenadante foi filtrado em dupla camada de gaze.

Após filtração, o sobrenadante foi submetido a precipitação cetônica seguindo o método descrito por Franken *et al.* (1979). Ao sobrenadante filtrado foi adicionado acetona a -30°C lentamente e sob agitação até a concentração de 80%. O material foi mantido em câmara fria *overnight* para decantação. Em seguida, o excesso de acetona foi retirado através de um sifão e o material centrifugado a 20.000g por 20 minutos em centrífuga Beckman J2-21M a 4°C em rotor JA-20. O sobrenadante foi descartado e o precipitado cetônico submetido a evaporação. O resíduo foi suspenso em um volume mínimo (5ml) de tampão contendo 10mM Tris-HCl pH 8,6 com 20mM de  $\beta$ -mercaptoetanol e 0,01% NaN<sub>3</sub> (figura 9).

O teor protéico da fração cetônica foi dosado pelo método de Bradford (1976), tendo como padrão o soro albumina bovino 0,1%. As absorbâncias dos padrões e das amostras foram lidas no visível a 595nm em um espectrofotômetro Shimadzu UV-1201. O teor protéico na amostra foi de 120mg/ml.

Figura 9 - Protocolo de isolamento da fração citossólica segundo Viarengo *et al.* (1989).

### VII.2.1- Passagem da Amostra em Coluna de Gel Filtração (SEPHADEX-G75)

Em uma coluna de SEPHADEX G-75 Fine (Pharmacia medindo 95,0 x 1,6cm) foram aplicados 2ml (240mg de proteína) da fração cetônica, suspensa em 10mM de Tris-HCl pH 8,6 com 20mM de  $\beta$ -mercaptoetanol e 0,01%  $\text{NaN}_3$ .

A coluna foi previamente equilibrada com o mesmo tampão em 2 vezes o volume do gel, eluída a 15ml/h com o emprego de uma bomba peristáltica Pharmacia LKB Pump-P1. Na calibração da coluna foram utilizados blue dextran (2.000kDa), albumina bovina (67kDa) e ribonuclease A (13,7kDa). As frações de 2ml foram coletadas em um coletor automático Pharmacia LKB Helifrac; monitoradas a 280nm em um detector Optical Unit-UV-1 Pharmacia LKB e registradas através de um registrador Pharmacia LKB-Rec-102 (figura 10).

### VII.2.2- Cromatografia de Troca Iônica

As frações contendo proteínas na faixa de peso molecular entre 40 e 6kDa, obtidas da coluna de gel filtração, foram aplicadas em uma coluna empacotada com DEAE-SEPHACEL (Pharmacia medindo 20,0 x 1,0cm), previamente equilibrada com 10mM Tris-HCl pH 8,6, 0,01%  $\text{NaN}_3$ , 20mM de  $\beta$ -mercaptoetanol contendo 150mM NaCl, mantida a 4°C. Após eluição, um gradiente linear foi desenvolvido com 30ml de 150 a 600mM de NaCl no mesmo tampão. As frações coletadas em *ependorff* continham 1ml e os equipamentos utilizados foram os mesmos da coluna de gel filtração - bomba peristáltica, detector, registrador e coletor (figura 11).

As frações do pico máximo em torno de 360mM de NaCl (correspondente à metalotioneína) foram concentradas individualmente e dializadas contra tampão Tris-HCl 10mM, 20mM  $\beta$ -mercaptoetanol 0,01%  $\text{NaN}_3$  pH 8,6 em um sistema de ultracentrifugação AMICON-8.200 utilizando membranas que retêm moléculas acima de 2.000 Da.

Figura 10 - Cromatografia de gel filtração (SEPHADEX-G75) do *pellet* final (80% acetona) da fração citossólica do tecido mole de *Crassostrea brasiliana*, frações de 4ml.

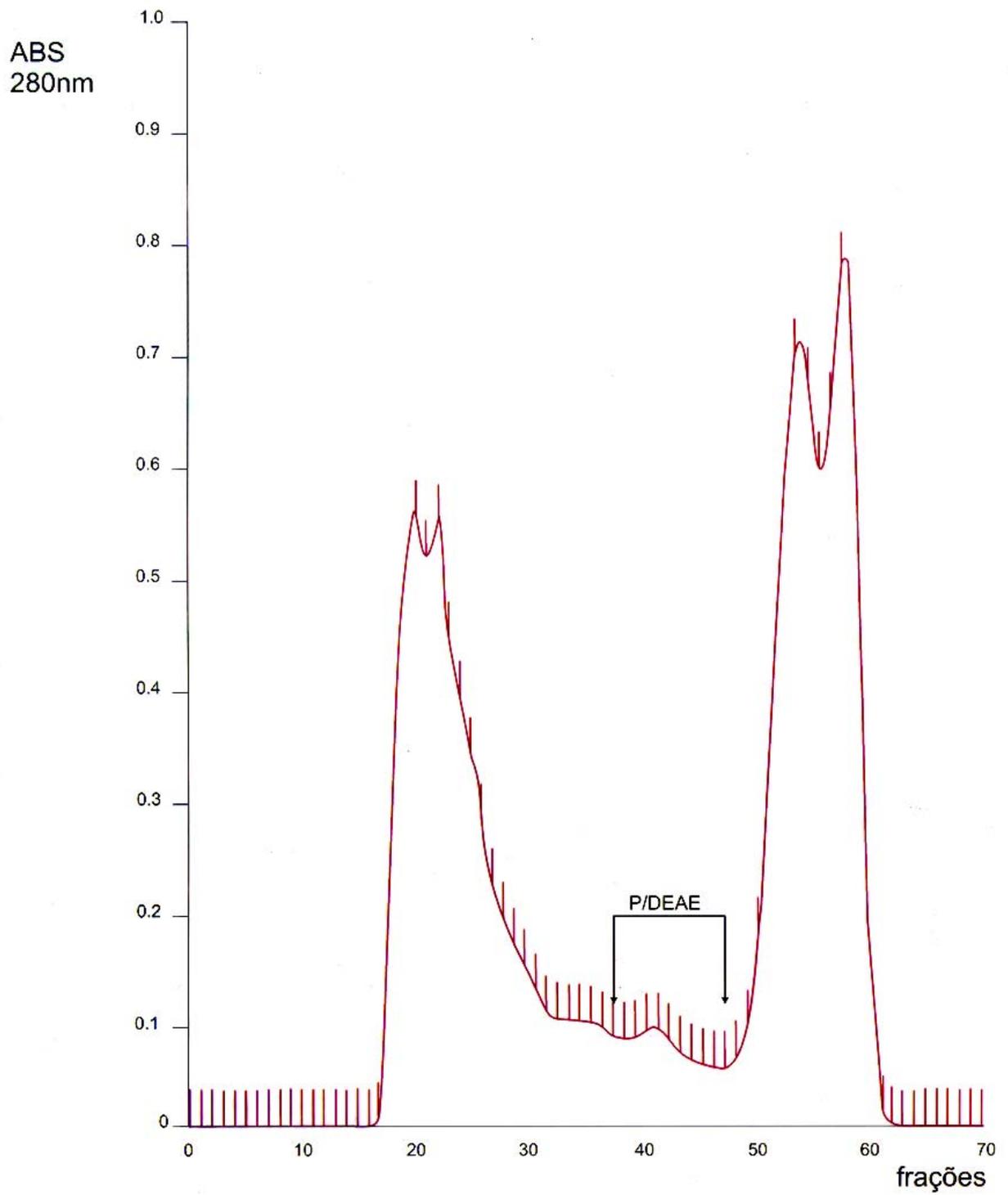
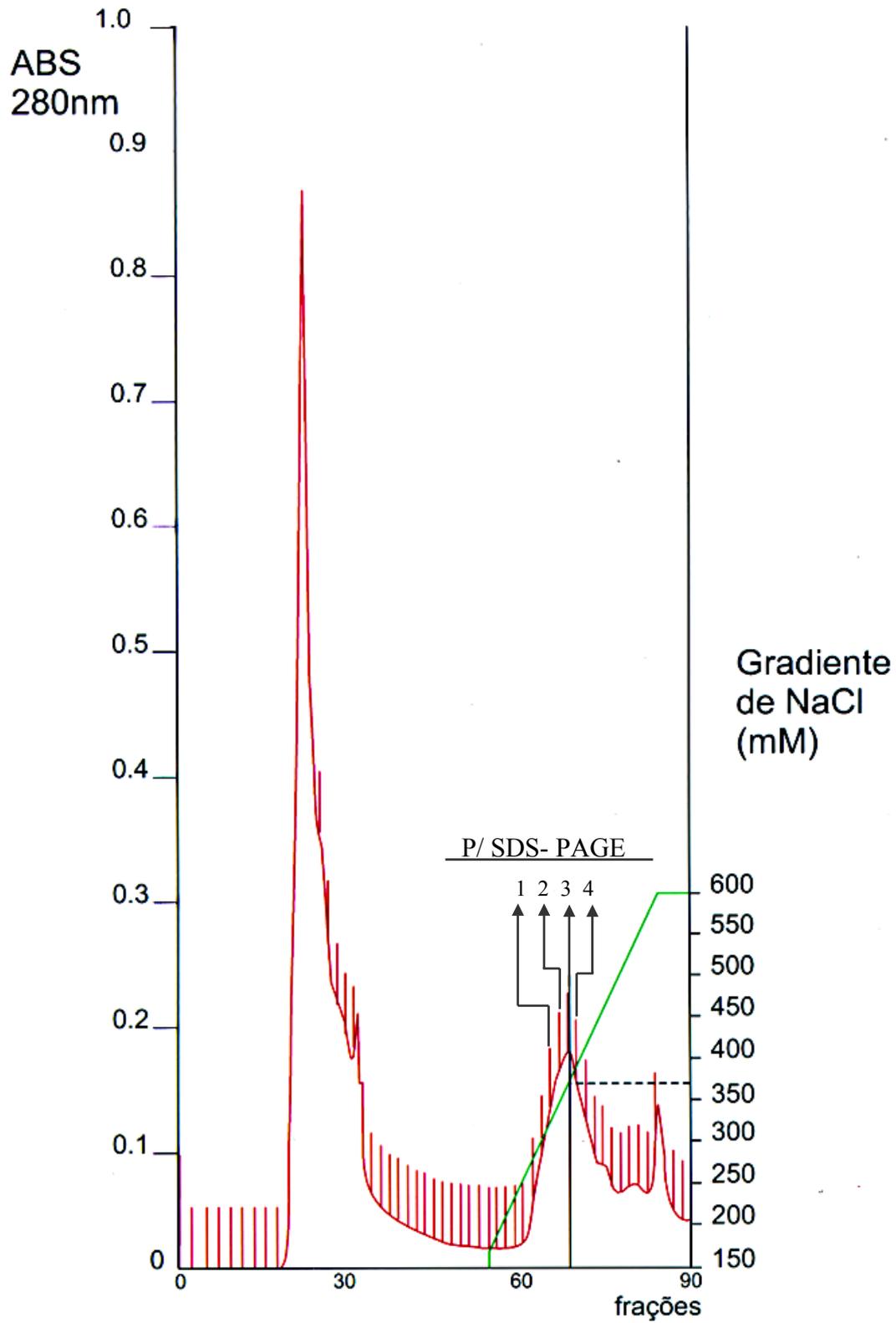


Figura 11 - Cromatografia de DEAE-SEPHACEL do *pool* de MT extraído da coluna de gel filtração (SEPHADEX-G75) com gradiente de NaCl 150-600mM.



### VII.2.3 - SDS-PAGE (Eletroforese em Gel de Poliacrilamida na presença de SDS)

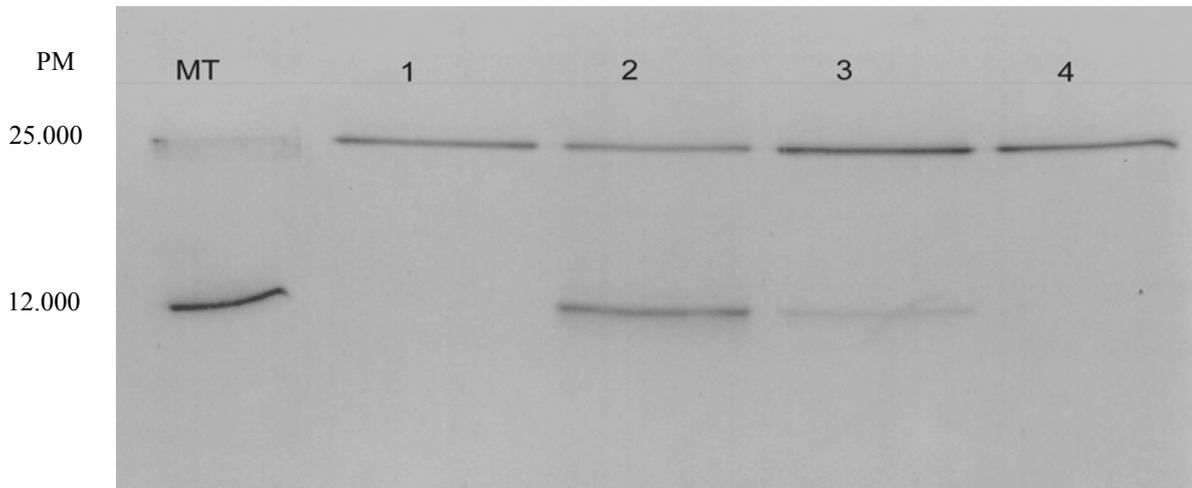
As frações ricas em metalotioneína, obtidas através do gradiente de 150-600mM de NaCl da coluna de DEAE-SEPHACEL, foram tratadas com tampão de amostra contendo 140mM de  $\beta$ -mercaptoetanol, 1% de SDS, 50mM Tris-HCl pH 6,8 10% glicerol, 0,001% azul de bromofenol na proporção de 1:1 e fervidas por 4 minutos, para então serem submetidas a eletroforese em gel desnaturante.

A eletroforese em gel de poliacrilamida contendo 0,1% de SDS foi feita de acordo com Laemmli (1970), utilizando uma concentração de 18% de acrilamida. A corrida eletroforética foi feita a temperatura ambiente em um sistema Mini Protean II Electrophoresis Biorad, durante 45 minutos, com uma tensão de 100 volts, em tampão Tris-Glicina-SDS, pH 8,3. A corrida eletroforética foi acompanhada com migração do azul de bromofenol a 0,012% colocado no tampão de amostra. Foi utilizado como padrão de peso molecular 5 $\mu$ g de metalotioneína purificada de fígado de coelho proveniente da Sigma.

Após a corrida, os géis foram removidos imediatamente e corados com metanol, ácido acético, H<sub>2</sub>O (4:1:5) v/v e 0,25% de comassie brilhante blue R 250 por 3 horas sob agitação. Após esse período foram descorados com metanol, ácido acético e H<sub>2</sub>O (4:1:5) v/v, trocado a quantidade de vezes necessárias para visualização completa das bandas protéicas, e submetidos a avaliação.

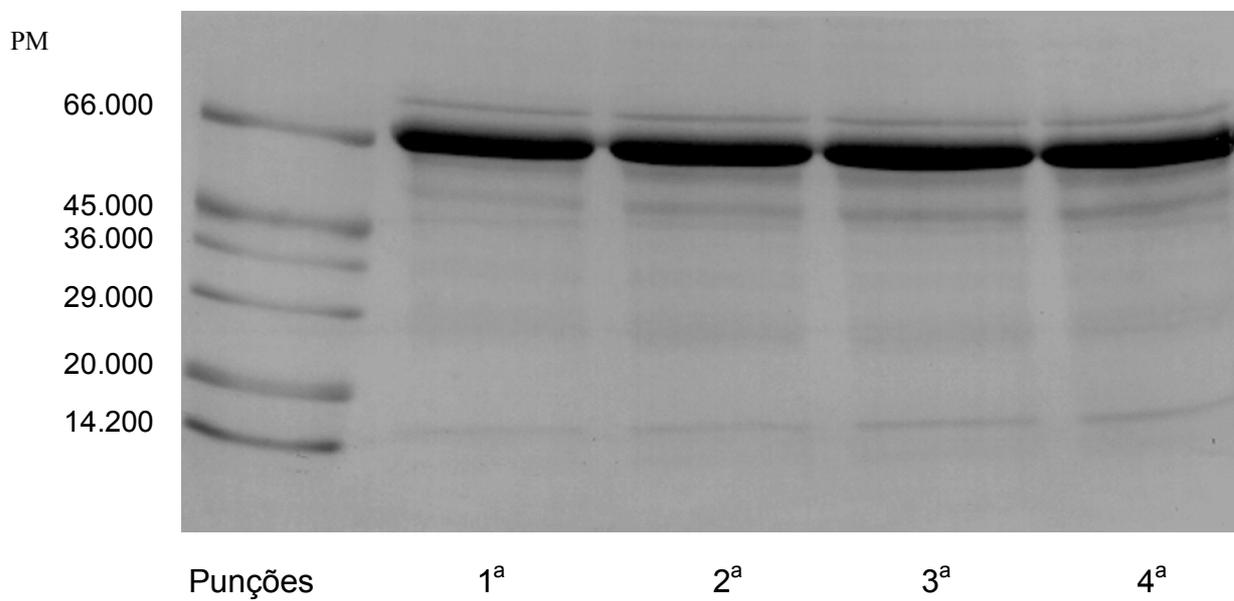
Os géis sempre foram corridos em duplicatas para que um deles fosse submetido a secagem utilizando-se metanol 50%, glicerol 1% e H<sub>2</sub>O, envolvido em papel celofane sob uma placa de vidro e mantido em temperatura ambiente (figura 12).

Figura 12 - Amostra de ostra de pedra (*Crassostrea brasiliana*) DEAE-SEPHACEL em SDS-PAGE 18%.



1, 2, 3 e 4 – frações do pico máximo do gradiente 150-600mM de NaCl da coluna de DEAE-SEPHACEL  
MT – padrão de metalotioneína extraída de fígado de coelho - SIGMA

Figura 13 – Punções do antígeno anti-MT1 em gradiente de SDS PAGE 10 a 18%



#### VII.2.4 - Preparação de Anticorpos Policlonais Anti-metalotioneína de Ostra de Pedra pela Técnica de Implante de Bola de Golfe em Coelho

A técnica de produção de anticorpo policlonal utilizando uma bola de golfe perfurada (PGB), implantada subcutaneamente em coelhos, foi descrita primeiramente em 1974, por Hillam *et al.* Vários autores têm demonstrado a eficiência desta técnica na produção de anticorpos para vírus animal, bactérias e enzimas de mamíferos (Wolff *et al.*, 1976; Ekern *et al.*, 1981; Besch-Williford *et al.*, 1989; Cenedella e Fleschner, 1990; Neves-Ferreira *et al.*, 1998). É bem mais simples que a convencional para produção de anticorpos policlonais, pois resolve muitos dos problemas relacionados ao outro sistema tais como:

- ⇒ o antígeno é inoculado diretamente no interior da bola para posterior punção do anticorpo com bastante facilidade e em grande quantidade;
- ⇒ o fluido não contém células vermelhas, o que facilita a sua manipulação para ser empregado diretamente nos experimentos;
- ⇒ os animais podem ser manipulados por longo tempo, minimizando a possibilidade de perda dos mesmos ( $\pm 3$  anos);
- ⇒ os efeitos tóxicos ao animal são minimizados, uma vez que o antígeno não é inoculado via sistêmica, como também, não há a necessidade do emprego de adjuvante completo.

#### A Técnica de Implante da Prótese

Duas bolas de golfe perfuradas foram escarificadas com lixa de madeira para manter a superfície externa áspera, a fim de facilitar a aderência do granuloma à prótese. Em seguida foram esterilizadas por passagem em sulfocrômica, extran, água deionizada e autoclave.

Dois coelhos albinos, linhagem Califórnia com 1,5kg de peso vivo cada foram tricotomizados na região do campo cirúrgico. A contenção foi feita com o emprego de ketapum intramuscular (ketamina+cloridrato de 2- (2,6 – xilidino) 5,6 dihidro 4 - 1,3 tiazina a 2%) na proporção de 50mg e 0,5ml respectivamente por kg de peso vivo. Para facilitar o procedimento cirúrgico foi aplicado via local 5ml de xilocaína com vasoconstritor.

Uma incisão longitudinal de 10cm foi feita na posição lombolateral oposta à fixação da prótese; o couro foi divulsionado na região lombar para introdução da prótese e posterior sutura com fio *mononylon* nº 3-0. Após 7 dias os pontos foram retirados e durante o processo de cicatrização não foi administrado anti-inflamatório ou antibiótico. Entre seis e oito semanas após o implante, as próteses encontram-se envolvidas por um granuloma que as fixa ao tecido da musculatura lombar. Este processo de autodefesa promove a liberação de um transudato que preenche o interior da prótese, constituindo-se em soro pré-imune (fotos 8, 9, 10 e 11).

A preparação dos antígenos foi feita através da retirada com o emprego de bisturi estéril das duas bandas de metalotioneína de ostra de pedra SDS-PAGE 18%. Aproximadamente 100µg de cada banda foram homogeneizadas com 3ml de PBS estéril em *potter* de vidro sob refrigeração.

Foto 8 - Incisão longitudinal na posição lombolateral para introdução da prótese.



Foto 9 - Divisionamento do couro no sentido oposto à incisão para fixação da prótese.

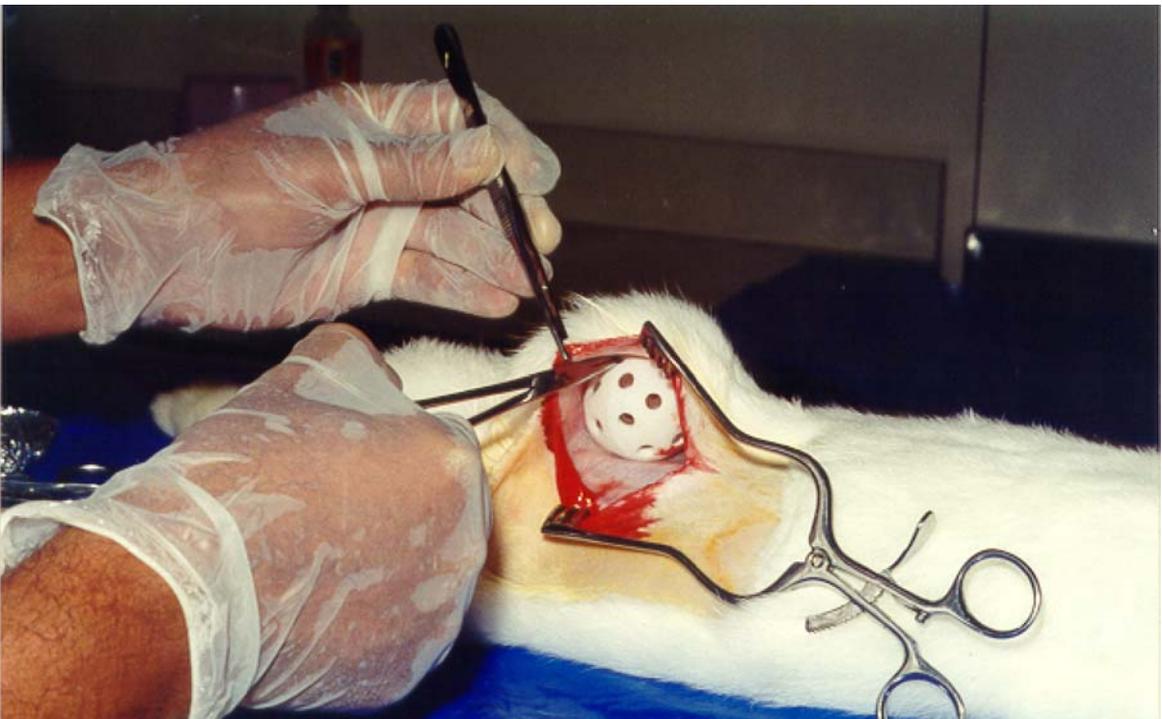


Foto 10 - Sutura da incisão com fio *mononylon* 3-0.



Foto 11 - Cicatrização total da cirurgia e formação do granuloma envolvendo a prótese.



## Imunização e Coleta de Anticorpo

O processo de punção do soro pré-imune e a inoculação do antígeno foi executado através do emprego de um *triway* acoplado a duas seringas plásticas estéreis de 20ml e 5ml respectivamente para soro e antígeno. A fim de se evitar a formação de pressão negativa no interior da prótese, introduziu-se uma agulha estéril em um dos orifícios superiores, possibilitando uma maior fluidez no ato da punção (foto 12). Todo o processo foi executado de uma maneira ágil e rápida ( $\pm 2$  minutos), não provocando sofrimento ao animal, e dispensou o uso de drogas para a contenção. A cada 3 semanas a bola era puncionada e aplicado um reforço, perfazendo um total de 5 inoculações em cada coelho.

Todo o material puncionado foi imediatamente centrifugado (5.000rpm por 10 minutos), aliquotado em frações de 1ml e estocado a  $-70^{\circ}\text{C}$ . A cada punção se obteve um rendimento de aproximadamente 20ml para cada experimento.

Concluídos os trabalhos de imunização dos coelhos (5 inoculações), alíquotas de 50 $\mu\text{l}$  de cada punção foram tratadas com tampão de amostra e submetidas a SDS-PAGE em um gradiente de 10 a 18% de acrilamida, como descrito no tópico VII.2.3. a corrida eletroforética foi monitorada com padrões de peso molecular Biorad (66, 45, 36, 29, 20 e 14.2 kDa), como se observa na figura 13.

### Obtenção da Diluição Ideal dos Anticorpos (*Dot Blotting*)

A diluição ideal de um anticorpo a ser usado em uma revelação imunológica de transferência eletroforética de proteínas pode ser feita através de um *dot blotting*, o qual foi feito de acordo com o descrito por Bershoni (1987). Quadrados de nitrocelulose (NC) 0,22 $\mu\text{m}$ , de 1,3 $\text{cm}^2$  foram colocados separadamente em poços de placas de cultura. Foram aplicados 2 $\mu\text{l}$  de metalotioneína extraída de ostra de pedra obtida do gradiente de 150-600mM de NaCl da coluna de DEAE-SEPHACEL. Os quadrados de NC foram secos a temperatura ambiente por 15 minutos. Em seguida, foram incubados com 1,5ml

de tampão de bloqueio contendo 5% de leite desnatado, 0,1% Tween 20, 20mM Tris-HCl (TBS) pH 7,6 e mantidos a temperatura ambiente sob agitação lenta por uma hora.

Após o bloqueio, as NCs foram lavadas com TBS-Tween pH 7.6, e concentrações crescentes dos soros imunes retirados das próteses durante as 5 punções foram aplicadas sobre as NCs. Após uma hora sob suave agitação, as NCs foram lavadas 5 vezes com intervalos de 5 minutos em TBS-Tween pH 7.6, e incubadas com anticorpo secundário *anti-rabbit* Sigma marcado com peroxidase, diluição 1:10.000 por 1 hora, sob agitação, à temperatura ambiente. As NCs foram lavadas como descrito acima e os complexos antígeno-anticorpo revelados através do método de intensificação da quimioluminescência pelo luminol (ECL, Amershan).

O método ECL consiste na oxidação do luminol, reação catalisada pela peroxidase em presença de peróxido de hidrogênio. Intensificadores químicos sustentam a emissão de luz do luminol que imprime as manchas correspondentes às proteínas em filmes radiográficos. Os filmes foram revelados com HC-110 (Kodak) e fixados (fixador para raio-x dental/Kodak) em câmara escura (figura 14).

Foto 12 - Punção do soro pré-imune e inoculação do antígeno (bandas retiradas do gel SDS-PAGE a 18%).

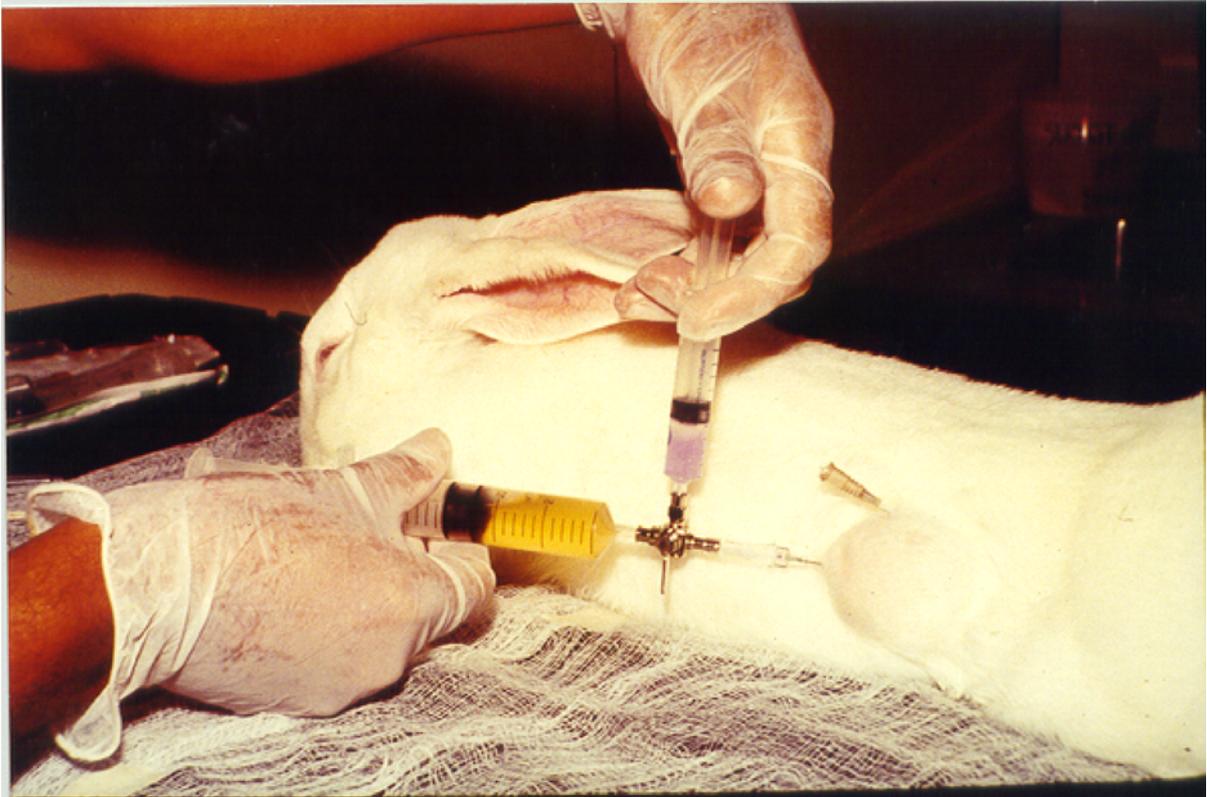
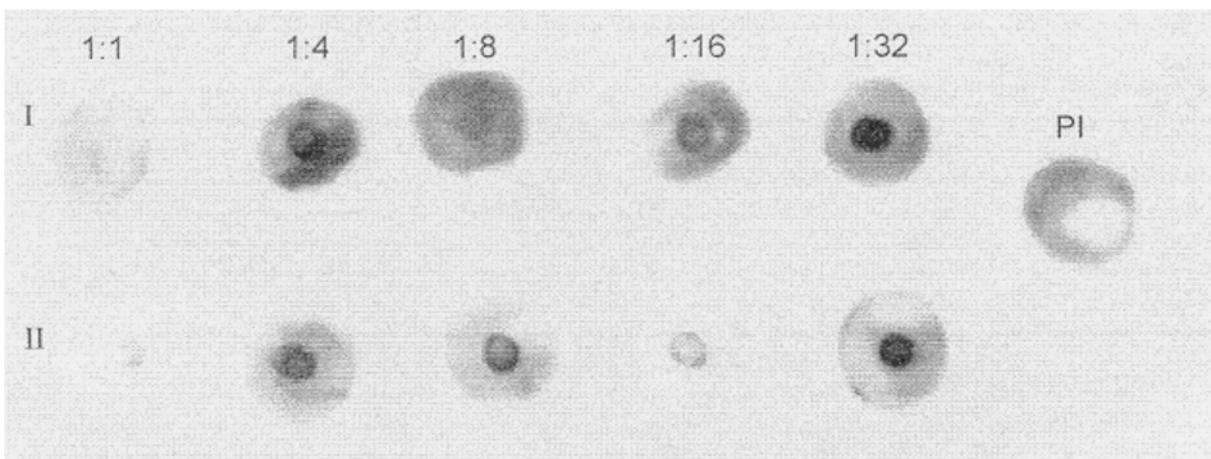


Figura 14 - *Dot blotting* para definição da diluição ideal do anticorpo (1:20).



I – Anti-metalotioneína produzida a partir da banda de 12 kDa em SDS-PAGE  
II - Anti-metalotioneína produzida a partir da banda de 25 kDa em SDS-PAGE  
PI – Soro pré-imune

## Detecção Imunológica das 2 Bandas de Metalotioneína sobre Membrana de PVDF (Fluoreto de Polivinilideno - *Western Blotting*)

Amostras de metalotioneína purificadas de rim de cavalo (Sigma), fígado de coelho (Sigma), ostra de pedra e mexilhão (Baía de Sepetiba) purificadas em laboratório e padrão pré-corado (Biorad) foram submetidas a SDS-PAGE 18%, em sistema Mini Protean II Eletroforese Biorad, como descrito no item VII.2.6.

Após eletroforese, as proteínas contidas nos géis foram transferidas para membranas de PVDF no tampão de transferência (0,025M Tris-HCl 0,190M glicina, 20% metanol pH 7,6) em um sistema vertical apropriado da Biorad Mini Protean II e submetidos a uma voltagem de 36 volts por 60 minutos a 4°C.

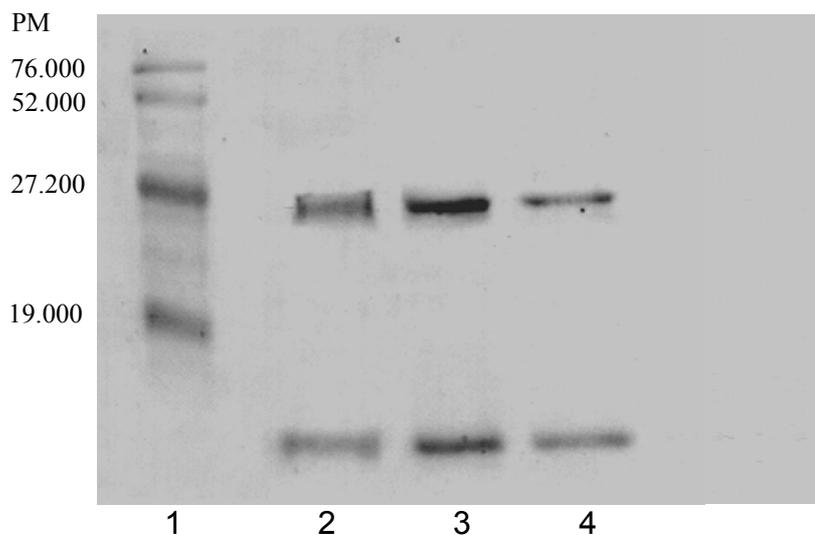
Após a transferência das proteínas, monitoradas através de padrões pré-corados (107, 76, 52, 36.8, 27.2 e 19 kDa-Sigma), as membranas foram bloqueadas com PBS-Tween 20 (137mM NaCl, 2mM KCl, 0,95M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,2% Tween) e 5% de leite desnatado pH 7,4 por 2 horas sob agitação. Seguiram-se 3 lavagens de 10 minutos com PBS; em seguida, as membranas foram incubadas separadamente com os anticorpos puncionados das próteses (obtidos a partir das bandas de 12 e 25kDa purificadas de ostra de pedra), utilizando-se a diluição de 1:20 para ambos, por 2 horas a temperatura ambiente e agitação. As membranas foram novamente lavadas 3 vezes por 10 minutos com PBS e uma vez por 10 minutos com 0,05M Tris-HCl pH 7.5, 0.15M NaCl e 5% de leite desnatado.

Na etapa seguinte, as membranas foram incubadas por 1 hora com anticorpo secundário anti-IgG de coelho ligado a peroxidase (Sigma) na diluição de 1:500. Novas lavagens se seguiram com TBS por 3 vezes durante 10 minutos cada, para retirada total dos resíduos de leite.

A reação enzimática para a revelação das membranas de PVDF foi feita com tampão 0.01M Tris-HCl pH 7.6, 0.05% de diaminobenzidina (DAB), 0.03% de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 0.03% de cloreto de cobalto.

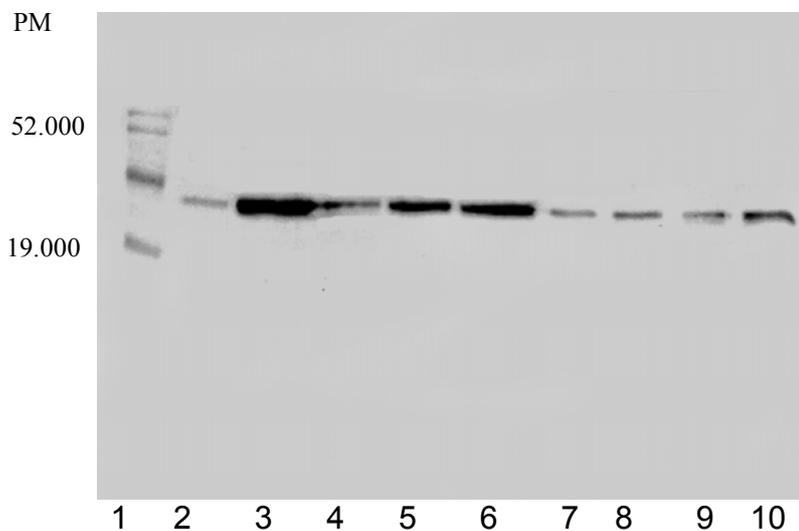
A reação foi interrompida pela lavagem da membrana em H<sub>2</sub>O deionizada no momento em que era possível visualizar a nitidez das bandas presentes (figuras 15 e 16).

Figura 15 - *Imunoblotting* da anti-MT1 SDS-PAGE 18%.



- 1 – Padrão pré-corado  
 2 – MT – fração da DEAE-SEPHACEL de *Mytella guayanensis*  
 3 – MT – fração da DEAE-SEPHACEL de *Crassostrea brasiliana*  
 4 – MT de rim de cavalo - Sigma

Figura 16 - *Imunoblotting* da anti-MT2 SDS-PAGE 18%.



- 1 - Padrão pré-corado  
 2 – MT de rim de cavalo - Sigma  
 3 – *Mytella guayanensis* (\*)  
 4 – *Mytella guayanensis* (\*)  
 5 – *Mytella guayanensis* (\*)  
 6 – *Mytella guayanensis* (\*)  
 7 – *Crassostrea brasiliana* (\*)  
 8 – *Crassostrea brasiliana* (\*)  
 9 – *Crassostrea brasiliana* (\*)  
 10 – *Crassostrea brasiliana* (\*)

(\*)frações obtidas da coluna de DEAE-SEPHACEL

## Capítulo VIII

## VIII.1 - Discussão dos resultados de metabólitos e metais

A exposição a metais pesados está relacionada a uma grande variedade de efeitos adversos sobre a saúde humana; estes efeitos podem ser detectados precoce ou tardiamente, de acordo com os indicadores adotados, como discutido nos tópicos IV.6, IV.7 e IV.8.

As análises laboratoriais de metabólitos e metais nas comunidades amostradas tiveram o objetivo de determinar o grau de contaminação por chumbo, cádmio e cromo dos indivíduos, e verificar possíveis reflexos orgânicos de exposições crônicas a estes metais. Os resultados são apresentados a seguir, com base nas análises estatísticas referidas no tópico VI.9, iniciando pelos valores máximos, mínimos e medianos encontrados para metabólitos e metais em cada amostra (tabelas 21, 22 e 23).

Tabela 21 - Valores máximos encontrados para metabólitos e metais nas comunidades amostradas, por sexo.

Análises realizadas	Unidades	AV		IM - 96		IM - 97	
		M	F	M	F	M	F
Hematócrito	%	47,0	42,0	47,8	43,9	50,0	43,8
Glicose	mg/dl	105,0	106,0	275,0	101,0	289,0	143,0
Uréia	mg/dl	44,0	38,0	60,0	64,0	45,7	55,3
Creatinina	mg/dl	0,9	0,7	1,4	1,4	1,1	1,8
Ácido úrico	mg/dl	6,1	4,6	8,7	6,3	8,2	9,6
Colesterol	mg/dl	245,0	263,0	260,0	261,0	293,0	368,0
Triglicerídeos	mg/dl	126,0	209,0	759,0	166,0	473,0	481,0
Proteínas totais	g/dl	7,3	6,6	9,9	8,1	9,4	9,4
Albumina	g/dl	4,1	4,1	4,4	4,4	4,6	4,8
Globulina	u/l	3,2	3,0	6,3	3,7	6,0	5,2
CdU	µg/l	0,8	1,0	2,7	1,3	0,7	0,5
CrU	µg/l	1,3	1,1	1,1	0,7	0,7	4,9
CdS	µg/dl	1,1	1,2	3,0	1,6	1,3	1,5
PbS	µg/dl	44,5	39,2	21,7	5,3	27,5	5,6

Tabela 22 - Valores mínimos encontrados para metabólitos e metais nas comunidades amostradas, por sexo.

Análises realizadas	Unidades	AV		IM - 96		IM - 97	
		M	F	M	F	M	F
Hematócrito	%	22,0	38,0	39,4	34,0	33,2	32,7
Glicose	mg/dl	55,0	78,0	46,0	67,0	81,0	78,0
Uréia	mg/dl	11,0	9,0	19,0	14,0	14,9	12,0
Creatinina	mg/dl	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7
Ácido úrico	mg/dl	2,2	2,4	4,2	3,0	3,9	1,3
Colesterol	mg/dl	54,0	105,0	90,0	121,0	118,0	114,0
Triglicerídeos	mg/dl	20,0	26,0	74,0	47,0	47,0	39,0
Proteínas totais	g/dl	3,3	4,3	6,6	7,2	7,6	7,4
Albumina	g/dl	2,4	2,8	3,6	3,9	3,3	3,6
Globulina	u/l	0,9	1,5	2,9	2,9	3,2	3,5
CdU	µg/l	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
CrU	µg/l	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
CdS	µg/dl	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
PbS	µg/dl	8,8	7,2	1,9	1,9	1,9	1,9

Tabela 23 - Valores medianos encontrados para metabólitos e metais nas comunidades amostradas, por sexo.

Análises realizadas	Unidades	AV		IM - 96		IM - 97	
		M	F	M	F	M	F
Hematócrito	%	43,5	40,0	43,5	39,8	43,6	38,9
Glicose	mg/dl	89,0	90,0	72,0	83,5	97,0	95,0
Uréia	mg/dl	21,0	18,5	28,0	25,0	27,0	21,2
Creatinina	mg/dl	0,7	0,5	1,0	0,8	0,9	0,7
Ácido úrico	mg/dl	3,7	3,0	6,4	3,8	5,1	3,2
Colesterol	mg/dl	125,0	141,0	176,0	159,0	208,0	218,0
Triglicerídeos	mg/dl	42,5	62,0	129,0	103,0	166,0	122,0
Proteínas totais	g/dl	4,9	6,1	7,6	7,4	8,4	8,0
Albumina	g/dl	3,3	3,5	4,1	4,2	4,2	4,1
Globulina	u/l	1,8	2,5	3,4	3,3	4,5	4,0
CdU	µg/l	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3
CrU	µg/l	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
CdS	µg/dl	0,4	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4
PbS	µg/dl	25,3	10,9	6,4	1,9	5,9	2,9

Os valores mínimos e medianos reforçam a característica assimétrica das distribuições, além de, para o caso dos metais, revelarem uma prevalência de concentrações nos níveis de detecção do aparelho para o cromo na urina (CrU). Outra informação que se pode extrair destas tabelas é que a comunidade da Praia do Aventureiro, para a grande maioria dos metabólitos e

metais analisados, se encontra dentro dos valores de referência, com exceção do chumbo no sangue.

O chumbo destacou-se como o metal que apresentou maior ocorrência de concentrações acima dos valores de referência estabelecidos neste estudo (20 $\mu$ g/dl para homens e 15 $\mu$ g/dl para mulheres em idade reprodutiva, segundo Paoliello *et al.*, 1995). A faixa etária onde prevaleceram as concentrações mais elevadas foi a de 40-49 anos, para ambos os sexos, na Praia do Aventureiro e Ilha da Madeira (1996), seguida pela faixa de 50-59 anos para homens na Praia do Aventureiro, e a de 30-39 anos na Praia do Aventureiro e Ilha da Madeira, igualmente para homens (1997). A faixa etária de 18-29 anos apresentou somente um caso, para o sexo masculino, na Praia do Aventureiro.

O cádmio no sangue (CdS), o cádmio na urina (CdU) e o cromo na urina (CrU) na comunidade do Aventureiro, em ambos os sexos, estavam dentro dos valores de referência para todos os indivíduos analisados. Na Ilha da Madeira, em 1996, o CdS apresentou valores acima dos de referência para o sexo masculino, nas faixas etárias 18-29 e acima de 60 anos, sem no entanto alcançar o limite biológico de exposição - LBE (5 $\mu$ g/l). A mesma comunidade, em 1997, não apresentou nenhum valor de CdS acima dos de referência. Com relação ao CdU, a Ilha da Madeira somente superou os valores de referência em 1996, novamente com dois casos (um do sexo masculino, faixa etária maior de 60 anos, e um feminino, faixa de 18-29 anos). Os dois casos de cádmio acima dos valores de referência na faixa acima de 60 anos (em urina e sangue) correspondem ao mesmo indivíduo. O CrU ultrapassou os valores de referência somente em 1997, com um caso isolado no sexo feminino, faixa etária de 30-39 anos.

É importante destacar que, para os elementos analisados na urina (cádmio e cromo), os valores são usualmente corrigidos pela creatinina urinária (LBE CdU = 5 $\mu$ g/g creatinina, e LBE CrU = 5 $\mu$ g/g creatinina), o que não foi viabilizado dadas as condições de campo, como descrito no tópico VI.7.

Ocorreram concentrações de PbS acima dos limites de tolerância biológica - LTB (40 $\mu$ g/dl para o sexo masculino, e 30 $\mu$ g/dl para o feminino, segundo WHO, 1980), na Praia do Aventureiro, na faixa etária de 40-49 anos

para os sexos feminino e masculino (dois casos), e um caso na faixa etária maior de 60 anos, sexo masculino.

Podemos relacionar estas concentrações elevadas de chumbo em sangue a diversos fatores, tais como: exposição ocupacional, hábito de beber e fumar, hábitos alimentares, idade, sexo, *hobbies*, uso de contraceptivos e/ou terapia de reposição hormonal, estado nutricional, etc. (NIOSH, 1978a; Pocock *et al.*, 1983; Fawcett *et al.*, 1996; ATSDR, 1992; Skerfving, 1993; Muldoon *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Börjesson *et al.*, 1997; Díaz-Barriga *et al.*, 1997; Kristiansen *et al.*, 1997). As concentrações acima dos valores de referência de CdS e CdU são correlacionadas, na literatura, com o tabagismo, a anemia e desnutrição, o sexo feminino (maior absorção gastrointestinal) e masculino (maior exposição), a ingestão via alimentar, a exposição ocupacional, contaminação ambiental provocada por atividades industriais e mineradoras, presença de doenças renais e pulmonares crônicas, doenças ósseas, residência em áreas urbanas com alto grau de industrialização ou em regiões onde haja mineração de cádmio ou zinco (Yost, 1984; Galvão e Corey, 1987; Herber *et al.*, 1997). Para o CrU, existem associações com o tabagismo, *hobby* ou trabalho envolvendo exposição potencial ao cromo, histórico de câncer, ingestão de cerveja, e também com a concentração de creatinina urinária, que é dependente da idade, do estado nutricional, da ingestão de suplementos de cromo, e da existência de diabetes (Gürson e Saner, 1978; FDA, 1993c; Fagliano *et al.*, 1997; Paustenbach *et al.*, 1997).

De acordo com a tabela 24, podemos verificar que na Praia do Aventureiro, dos 17 homens, 13 possuem o hábito de fumar - e dos 11 casos de concentrações de chumbo no sangue acima dos valores de referência, 10 ocorreram entre indivíduos fumantes. No entanto, em um dos dois casos onde a concentração de chumbo no sangue foi maior que o LTB, o indivíduo em questão era não-fumante. Entre as mulheres da Praia do Aventureiro, os três casos de concentrações de PbS acima dos valores de referência - onde se inclui um caso acima dos LTBs - ocorreram entre não-fumantes. Daí não se poder afirmar que o hábito de fumar seja o principal determinante, embora a proporção de 10/11 indivíduos do sexo masculino seja significativa (90,9%).

Tabela 24 - Distribuição dos hábitos de beber e fumar entre os grupos estudados (AV, IM-96, IM-97)

Hábito de Beber e Fumar	Grupos					
	AV		IM – 96		IM - 97	
	M	F	M	F	M	F
Hábito de Beber (Sim)	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>6</b>
Destilado	8	-	5	-	7	-
Fermentado	7	3	11	4	13	6
Não	1	10	3	8	3	11
TOTAL	16	13	19	12	23	17
Hábito de Fumar (Sim)	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>4</b>
Até 10/dia	2	4	2	3	5	4
Até 20/dia	8	-	5	-	6	-
> 20/dia	4	-	4	-	4	-
Não	2	9	8	9	8	13
TOTAL	16	13	19	12	23	17

Segundo Muldoon *et al.* (1994), existe uma tendência de aumento dos níveis de chumbo no sangue por cigarros fumados. Os dados de Pocock *et al.* (1983) sugerem que 20 cigarros equivalem à inalação diária de 1-5 $\mu$ g de chumbo, e Rabinowitz *et al.* (1977) estendem esta quantidade para 6 $\mu$ g diárias. Na Praia do Aventureiro, um dos diferenciais encontrados com relação à Ilha da Madeira se refere à qualidade do fumo consumido; a primeira comunidade utiliza tabaco vendido a granel para fazer seus próprios cigarros, que são muito mais fortes que os industrializados e não dispõem de filtro, sugerindo uma maior quantidade de chumbo inalado.

Observamos que, no processo de confecção dos cigarros na Praia do Aventureiro, ocorre uma transferência de chumbo metálico presente nas mãos e na saliva dos indivíduos (pela manipulação do metal durante as pescarias e/ou conserto/fabricação de instrumentos de pesca), o qual será queimado e inalado sob a forma de vapor, e conseqüentemente absorvido através dos pulmões.

Não foram encontradas na Praia do Aventureiro, para nenhum sexo, concentrações de CdS, CdU e CrU acima dos valores de referência, a despeito da associação descrita na literatura entre o aumento dos níveis de cádmio em sangue e urina e o tabagismo, a incineração de lixo doméstico (tabela 13) e a combustão de madeira, carvão, óleo e gasolina (atividades freqüentes nesta comunidade), e da relação existente entre a excreção de cromo urinário e o

tabagismo. Na Ilha da Madeira, no entanto, dos três casos de cádmio acima dos valores de referência, dois ocorreram entre homens fumantes e alcoólatras, que manuseiam tinta anti-corrosiva com freqüência em reparos de embarcações, e o único caso de CrU acima dos valores de referência ocorreu em uma mulher entre 30-39 anos, não fumante e abstêmia, mas cujo estado nutricional era precário, o que é citado na literatura como fator de predisposição para uma maior absorção do metal (Gürson e Saner, 1978; Galvão e Corey, 1987; FDA, 1993c; Fagliano *et al.*, 1997; Paustenbach *et al.*, 1997). No entanto, esta paciente em 1996 apresentou valores de CrU abaixo dos níveis de detecção, sugerindo a possibilidade de uso de medicamentos contendo cromo ou outros fatores não observados, tais como a contaminação por via alimentar.

Embora não se possa tirar inferências sólidas de tão poucos casos, é interessante destacar que o entorno da Ilha da Madeira apresenta atividades industriais potencialmente poluidoras, tais como produção de metais não-ferrosos, produção de ferro e aço, indústrias de corantes e tintas anti-corrosivas, galvanoplastia e metalurgia, indústrias de material fonográfico, aplicações industriais de cádmio, descargas industriais, e o Porto de Sepetiba (que trabalha com cargas a granel, principalmente minérios). A contaminação ambiental que estas atividades provocam pode estar também relacionada a estas concentrações elevadas de CdS e CdU, e devem ser consideradas para o caso isolado de CrU acima dos valores de referência.

Com relação à Ilha da Madeira, na primeira e segunda coletas (1996 e 1997) ocorreram apenas dois casos de concentrações de chumbo em sangue acima dos valores de referência no sexo masculino, respectivamente entre um indivíduo alcoólatra e não-fumante, e um indivíduo fumante e com hábito de beber.

Na Praia do Aventureiro, segundo a tabela 24, dos 16 homens amostrados 15 têm o hábito de beber, e entre estes, 10 apresentaram concentrações de chumbo no sangue acima dos valores de referência (66,7%). Os dois casos de concentrações acima dos LTBs ocorreram entre alcoólatras. Shaper *et al.* (1982) sugerem que o etanol teria um efeito potencializador sobre a absorção gastrointestinal do chumbo, e, por outro lado, tenderia a reduzir a excreção hepática do metal, aumentando sua concentração no sangue. A conjugação de álcool e chumbo foi observada na Praia do Aventureiro, por

ocasião dos trabalhos de conserto e confecção de instrumentos de captura pelos pescadores, trabalhos estes que são sempre acompanhados do elevado consumo de álcool e de cigarros. Fawcett *et al.* (1996) defendem que o tabagismo associado ao consumo de álcool estão relacionados com o aumento dos níveis de chumbo no sangue. No sexo feminino, no entanto, os três casos acima dos valores de referência ocorreram entre abstinências e não-fumantes.

Quanto às concentrações mais elevadas de chumbo no sangue de algumas mulheres na Praia do Aventureiro, devemos considerar também a faixa etária em que ocorreram (40-49 anos). Muldoon *et al.* (1994) correlacionam o final do período reprodutivo com o aumento da mobilização do chumbo contido nos ossos, de modo que essas mulheres apresentam níveis mais altos de chumbo no sangue quando comparadas a outras faixas etárias da mesma população.

Com relação à influência da atividade ocupacional dos pescadores, podemos observar uma divisão por sexo nas concentrações de chumbo no sangue, onde os homens apresentam níveis significativamente mais elevados que as mulheres (especialmente no Aventureiro), e as mulheres que se dedicam a atividades relacionadas à pesca apresentam concentrações do metal muito mais elevadas do que aquelas que apenas se ocupam de atividades domésticas e da mariscagem. Esta diferenciação foi claramente observada em campo, e se deve ao fato de que as mulheres do Aventureiro têm uma participação mais freqüente na confecção de instrumentos e nos métodos de captura que envolvem o manuseio do chumbo, como mostrado na tabela 12. Como já foi mencionado no tópico VI.3.2, os pescadores do Aventureiro se ausentam por tempo mais prolongado e com freqüência maior que os da Ilha da Madeira, o que coloca sobre suas esposas a responsabilidade pela manutenção e confecção dos instrumentos de captura, assim como a própria captura para consumo familiar.

Depois do alumínio dos utensílios domésticos, o chumbo é o metal mais importante no cotidiano dos moradores da Praia do Aventureiro, uma vez que a grande maioria do alimento de origem animal consumido no local consiste do peixe, o qual é capturado com instrumentos rudimentares, feitos à mão, que possuem o chumbo como um dos componentes. A intensa atividade manual na pescaria e a confecção de instrumentos freqüentemente provocam ferimentos

leves nas mãos e lábios de homens e mulheres; o contato direto do chumbo com o tecido lesionado aumenta a taxa de absorção do metal (Laug e Kunze, 1948; Araújo, 1996).

Verificamos que os pescadores do Aventureiro têm como hábito improvisar a modelagem de suas chumbadas com os dentes, a partir de chumbo em lingotes (foto 13); além disso, o lançamento da tarrafa (realizado tanto na Praia do Aventureiro quanto na Ilha da Madeira) requer que o pescador fixe nos dentes uma das chumbadas antes do arremesso (foto 14). A necessidade de lançar diversas vezes a tarrafa obriga o pescador a manter uma “bala” de chumbo na boca durante longos períodos diários. Observamos também que o contato do metal salgado com a boca provoca uma intensa salivação, o que poderá aumentar a solubilização do chumbo devido ao baixo pH da saliva. Isto facilita a absorção do metal, uma vez que os pescadores passam de oito a dez horas sem ingerir alimentos enquanto trabalham, e de acordo com Skerfving (1993), a composição da dieta, o conteúdo e o pH do suco gástrico aumentam a absorção do chumbo. Além disso, atividades tais como a construção e pintura de embarcações são realizadas pelos próprios pescadores e seus familiares, o que representa mais uma via de exposição (por inalação de vapores e ingestão de poeiras) a este metal.

Por outro lado, na Ilha da Madeira os instrumentos de captura são menos diversificados e mais sofisticados, adquiridos diretamente dos fabricantes. Isto reduz o nível de exposição destes pescadores por inalação do vapor e manuseio direto do chumbo, exceto quando do lançamento da tarrafa, muito embora estes pescadores também se encarreguem da pintura e reparo de suas embarcações.

Foto 13 - Fabricação das chumbadas utilizadas pelos pescadores da Praia do Aventureiro.



Foto 14 - Método de lançamento da tarrafa para captura de peixes.



Sabe-se que a absorção de chumbo, cádmio e cromo tem relação com o estado nutricional, e que estes metais podem provocar alterações orgânicas que se refletem nos metabólitos (Shaper *et al.*, 1982). Desta forma, é necessário investigar tanto as diferenças entre as amostras, quanto às possíveis correlações existentes dentro de uma mesma amostra entre metabólitos e metais.

A fim de comparar as comunidades quanto aos valores medianos para os metabólitos e metais (análise intergrupar), foi utilizado o teste de Mann-Whitney, que se baseia na mediana como descrito no tópico VI.9. Os resultados significativos ( $P \leq 0.05$ ) encontrados são mostrados nos gráficos 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

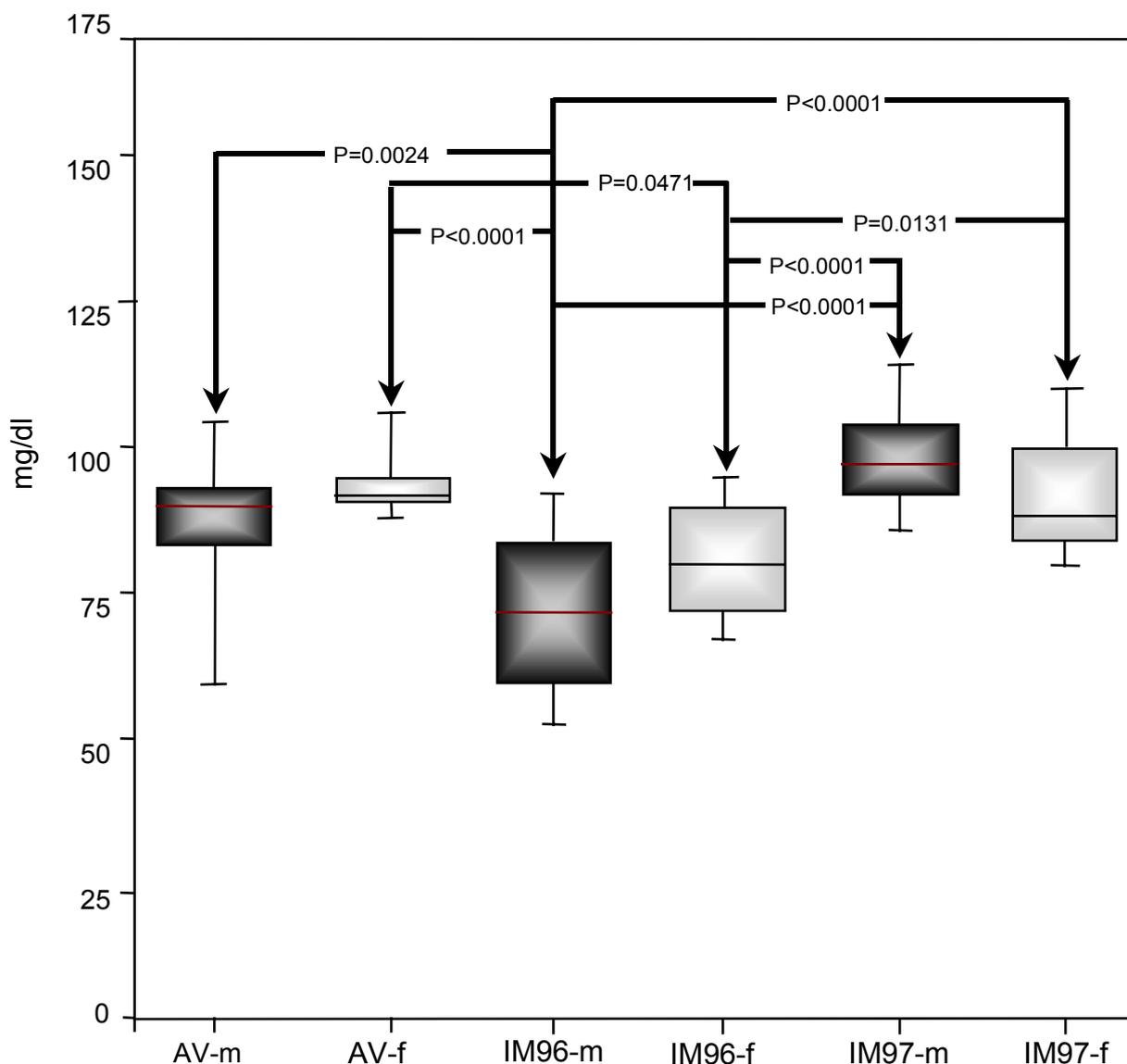
A comparação de possíveis associações intragrupais entre metabólitos e metais foi realizada por meio da correlação de Spearman, e os resultados significativos ( $P \leq 0.05$ ) são apresentados na tabela 25. Os resultados para todas as análises (Mann-Whitney e Spearman) encontram-se nos anexos 9 e 10.

#### VIII.1.1 - Comparação intergrupar de metabólitos e metais - teste de Mann-Whitney

Os resultados significativos dos testes de Mann-Whitney são apresentados a seguir, com relação aos metabólitos e metais cujo valor de  $P$  foi inferior a 0.05, para as comunidades amostradas.

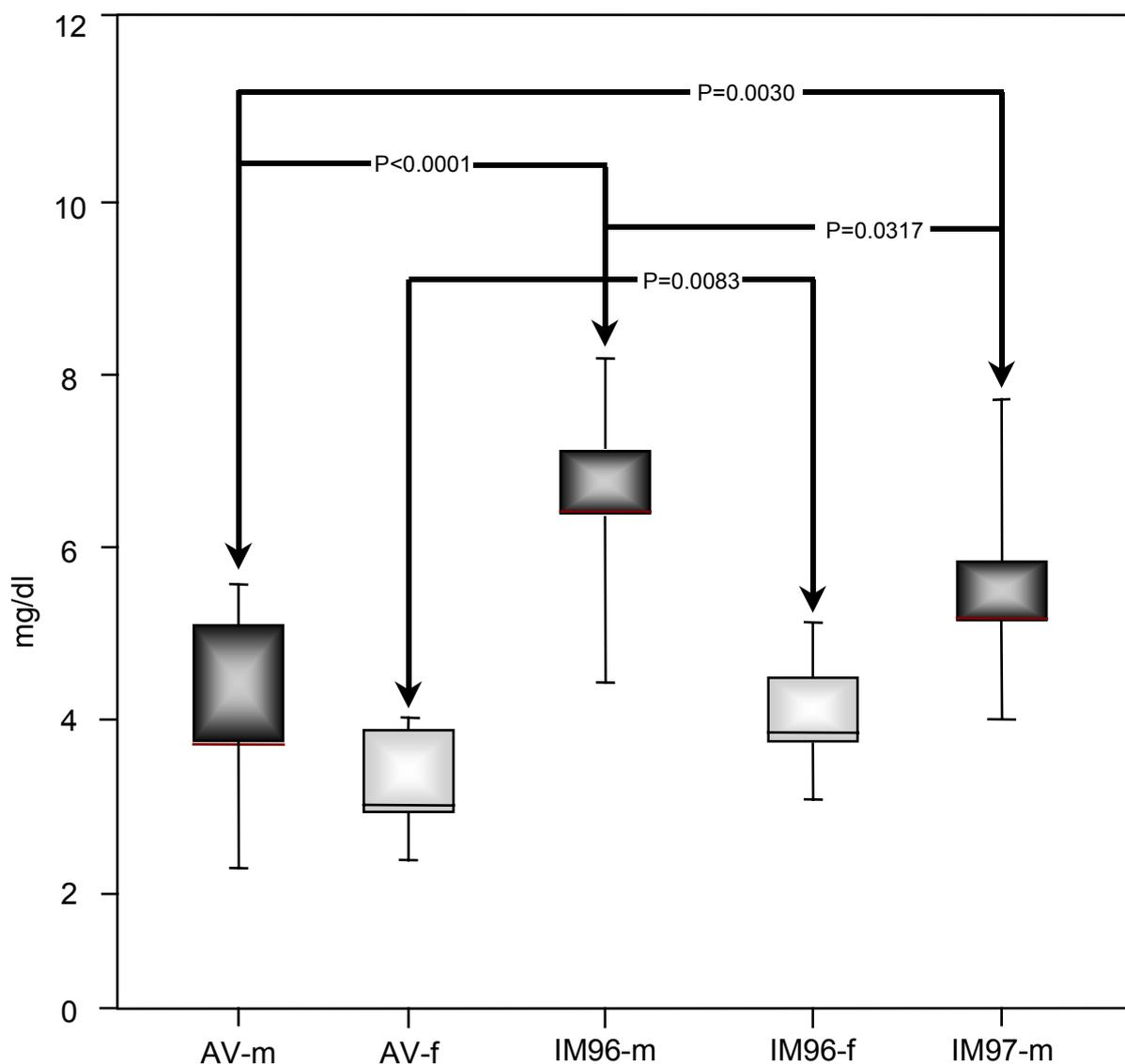
O sexo feminino na Praia do Aventureiro apresentou níveis de glicose mais elevados que a Ilha da Madeira em 1996 para ambos os sexos, enquanto os homens da primeira comunidade somente superaram os homens da Ilha da Madeira em 1996 quanto aos níveis de glicose. Já em 1997, houve um aumento dos níveis de glicose para ambos os sexos na Ilha da Madeira, fazendo com que estes superassem os níveis encontrados na Praia do Aventureiro para ambos os sexos (gráfico 14).

Gráfico 14: Comparação intergrupar para concentrações de glicose



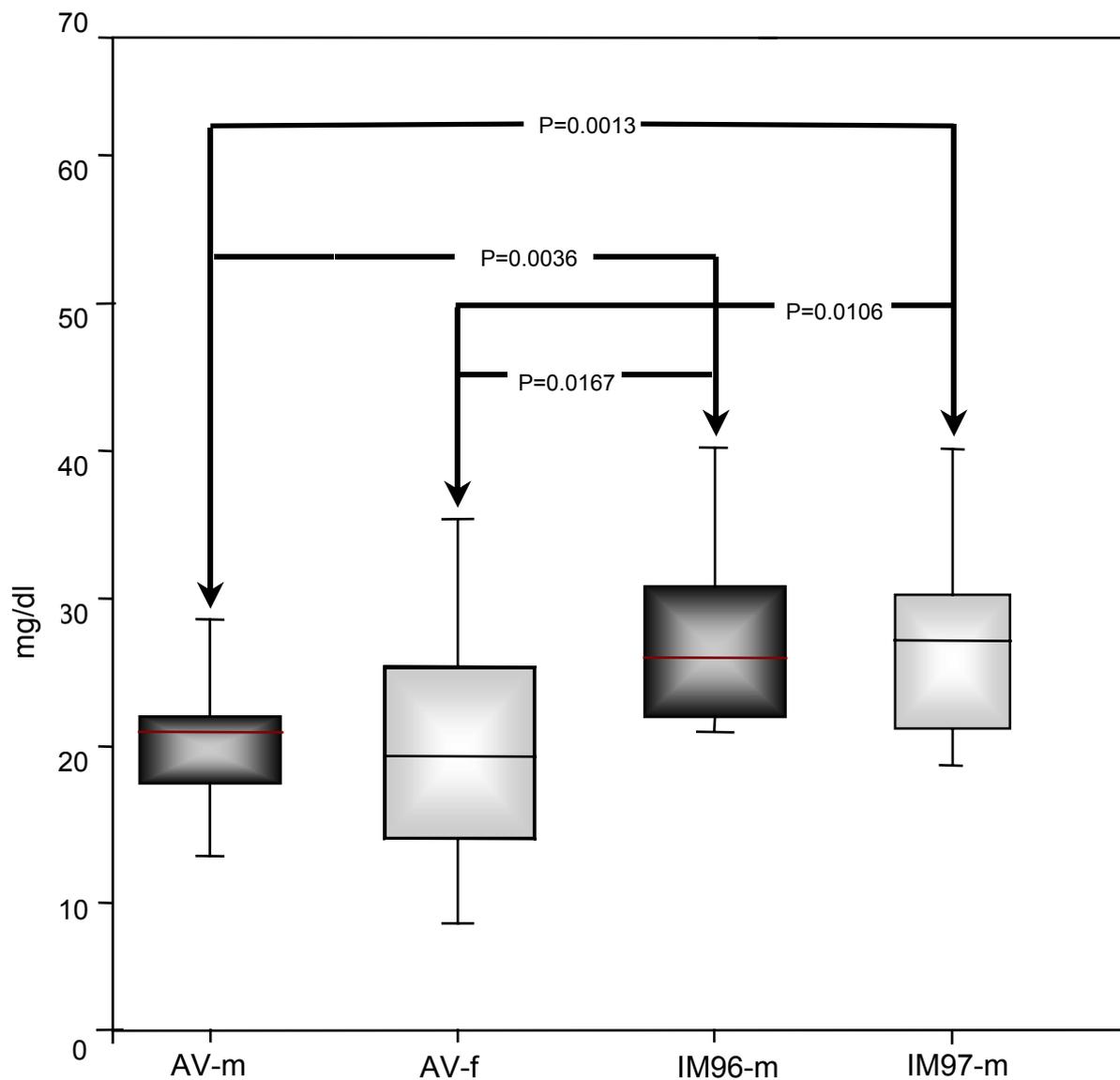
Para o ácido úrico, encontramos diferenças significativas entre o sexo masculino da Praia do Aventureiro e o sexo masculino da Ilha da Madeira (1996 e 1997), sendo os valores da primeira comunidade inferiores. O sexo feminino da Praia do Aventureiro apresentou valores inferiores de ácido úrico somente quando comparado ao sexo feminino da Ilha da Madeira em 1996. Na comparação entre os valores de ácido úrico da Ilha da Madeira (1996 e 1997), para o sexo masculino, foram encontradas diferenças significativas, sendo constatado aumento em 1997 (gráfico 15).

Gráfico 15: Comparação intergrupar para concentrações de ácido úrico



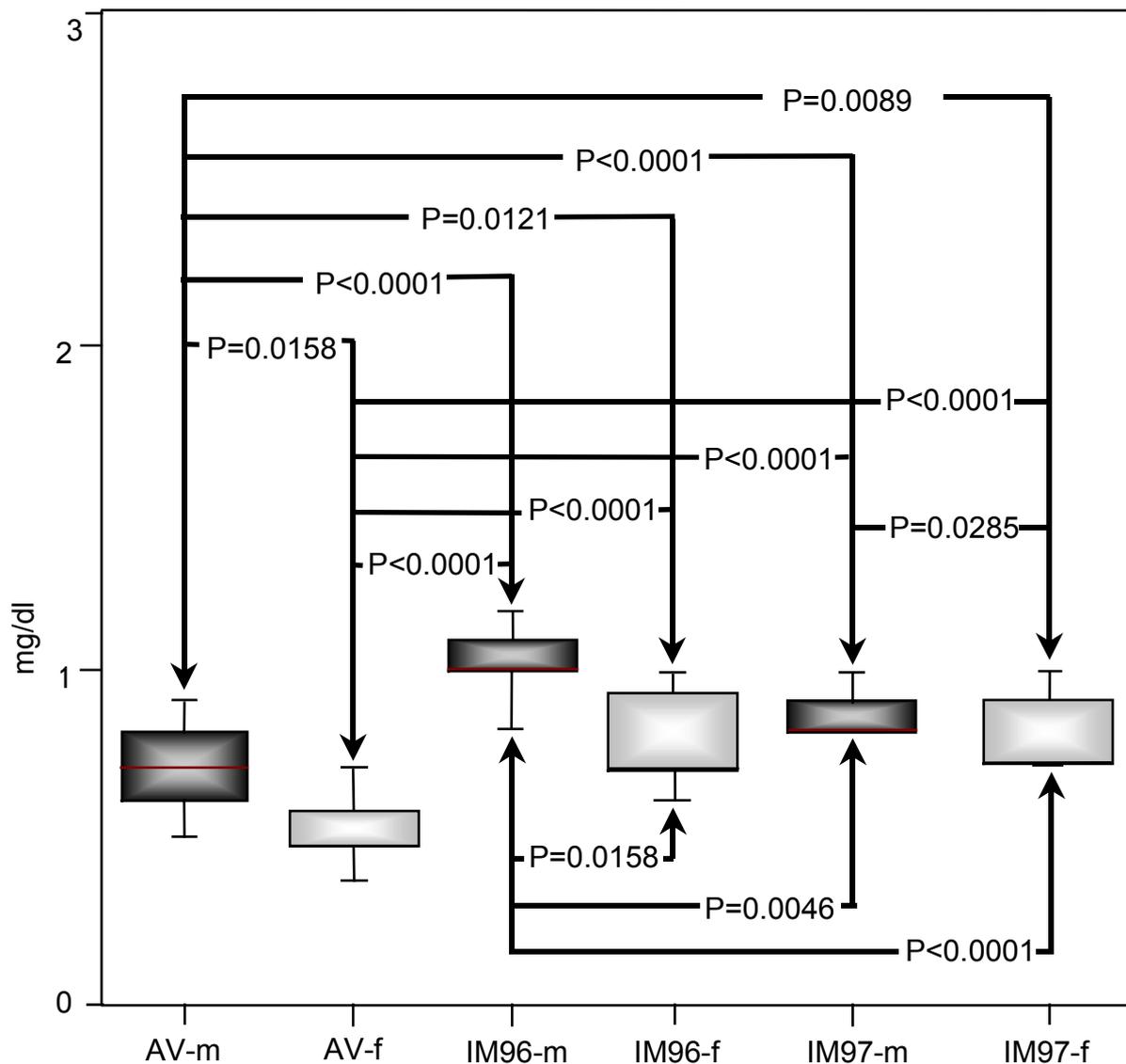
Quanto à uréia (gráfico 16), o sexo masculino da Ilha da Madeira (1996 e 1997) apresentou valores estatisticamente superiores aos da Praia do Aventureiro (ambos os sexos). A creatinina apresentou valores significativamente inferiores para o sexo masculino na comparação com o feminino na Praia do Aventureiro; quando comparamos os valores alcançados por este metabólito nesta comunidade (ambos os sexos) com os encontrados na Ilha da Madeira (1996 e 1997), também para ambos os sexos, verificamos que são significativamente inferiores (gráfico 17).

Gráfico 16: Comparação intergrupal para concentrações de uréia



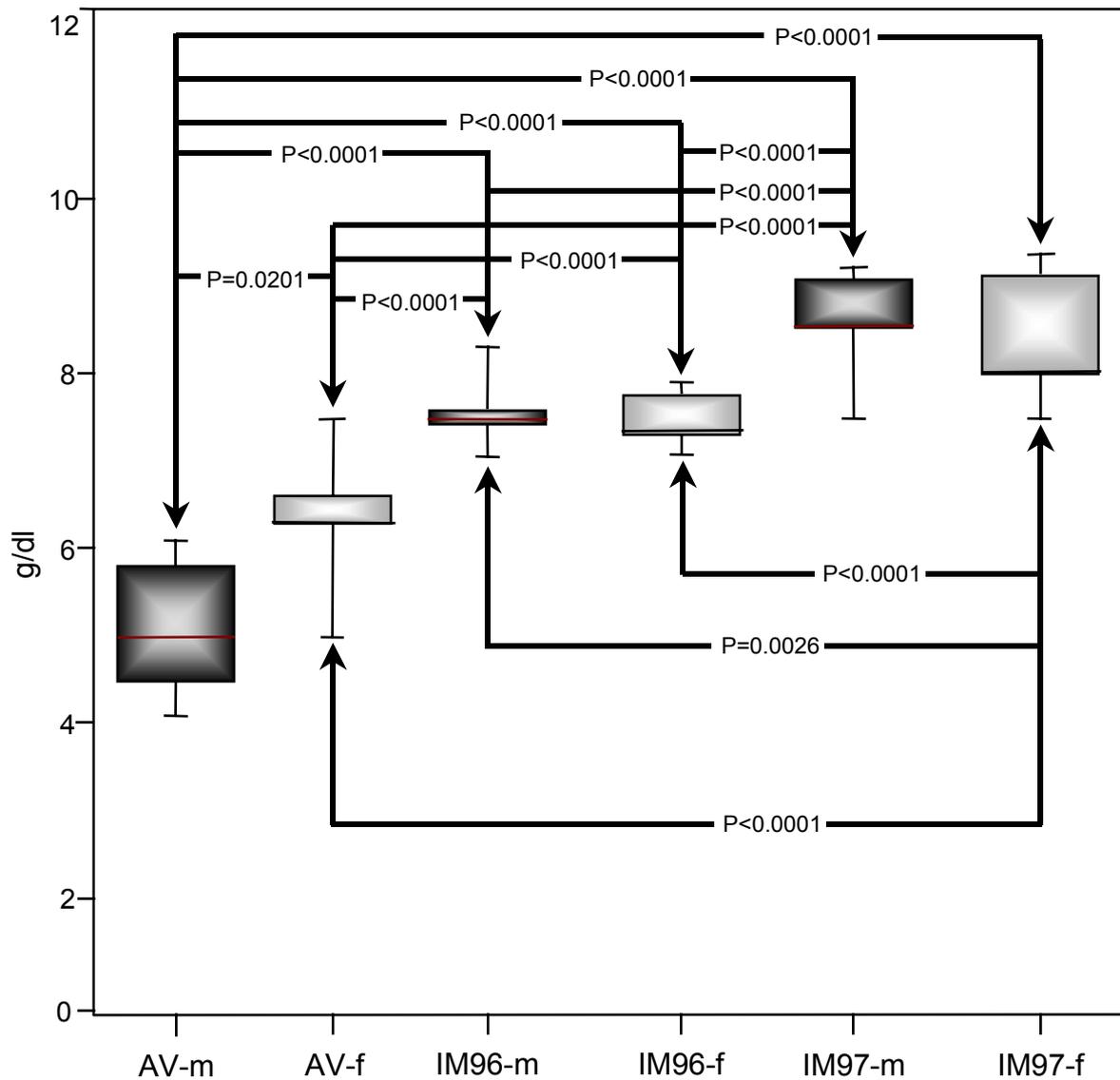
No entanto, a comparação entre os valores de creatinina na Ilha da Madeira em 1996 e 1997, somente não encontramos diferenças entre o sexo feminino (1996 e 1997), e entre o sexo feminino (1996) e masculino (1997). Os valores das concentrações de uréia e creatinina, no entanto, não ultrapassaram os níveis de referência, o que permite inferir sobre a não ocorrência de comprometimento renal. (gráficos 16 e 17)

Gráfico 17: Comparação intergrupar para concentrações de creatinina



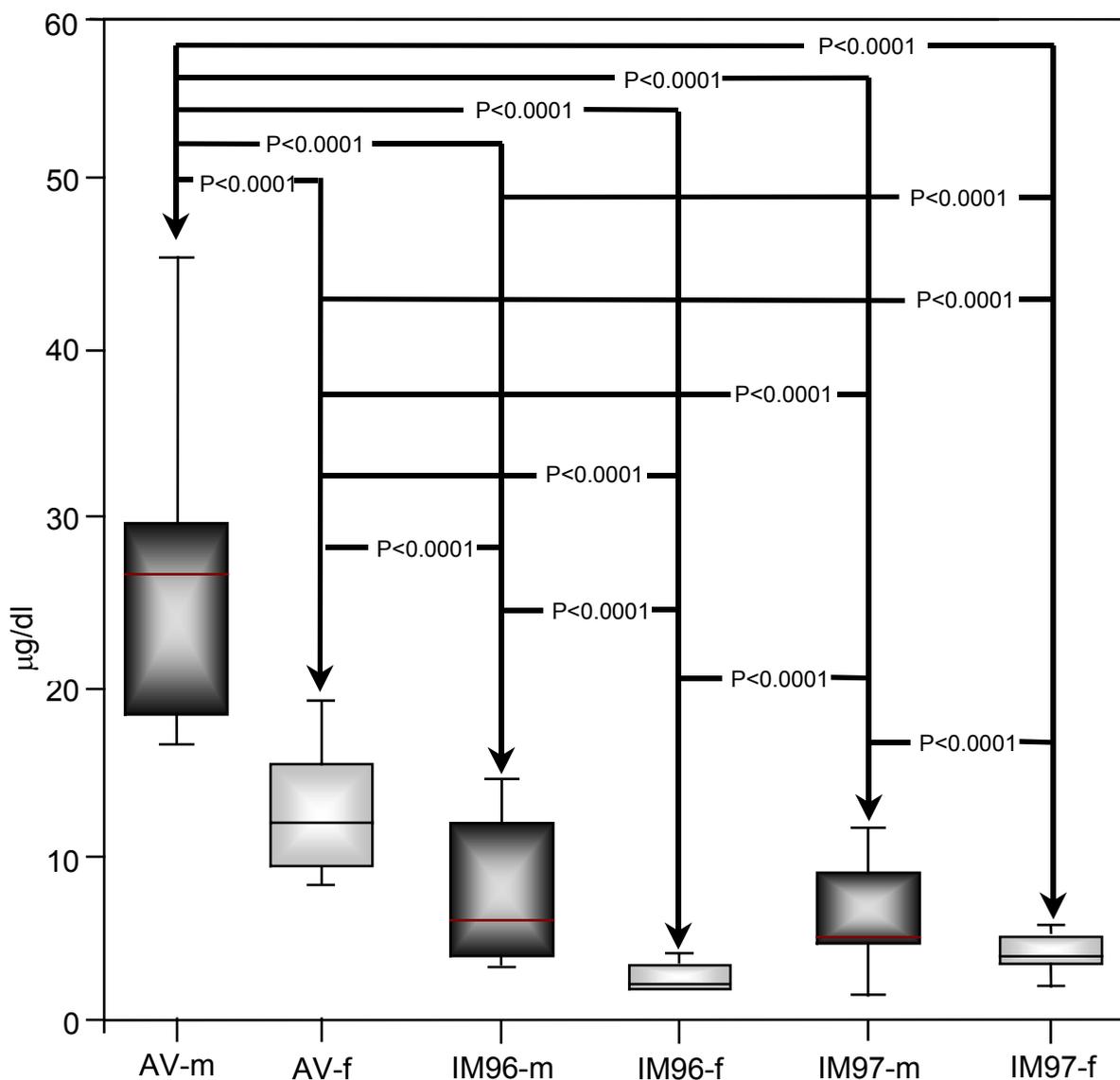
Os valores de proteínas totais (gráfico 18) somente não diferiram quando comparados entre os sexos na Ilha da Madeira (1996 e 1997). Quanto aos metais, encontramos valores estatisticamente significativos entre os grupos, embora somente o chumbo se apresentasse, em termos gerais, dentro dos níveis de interesse para a Saúde Pública (gráfico 19). As concentrações medianas de CdS, CdU e CrU se encontravam abaixo dos níveis de referência.

Gráfico 18: Comparação intergrupual para concentrações de proteínas totais



Já para o chumbo em sangue (PbS), somente não encontramos diferenças significativas quando comparamos o sexo masculino da Ilha da Madeira (1996 e 1997), e o feminino do mesmo local (1996 e 1997).

Gráfico 19: Comparação intergrupar para concentrações de chumbo no sangue



### VIII.1.2 - Comparação intragrupal de metabólitos e metais - correlação de Spearman

Os resultados encontrados para os valores de  $r$  ao nível de significância  $P \leq 0,05$ , entre as concentrações de metais e metabólitos, mostram que na Praia do Aventureiro, o sexo feminino apresenta uma associação positiva entre os níveis de glicose e cromo na urina, embora as concentrações deste metal não tenham sido relevantes, e associação igualmente positiva entre os níveis de glicose e chumbo no sangue. Ainda para o sexo feminino na Praia do



### VIII.1.3 - Relações entre as concentrações de metabólitos e metais

As análises de patologia clínica realizadas na Praia do Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997), em termos medianos, demonstram que os valores de albumina e globulina se encontram acima dos valores de referência adotados pelo laboratório da ENSP (anexos 6, 7 e 8 ), na Ilha da Madeira (1996 e 1997), em ambos os sexos. Por outro lado, na Praia do Aventureiro somente foi observada anormalidade para a albumina no sexo masculino, cuja mediana está um pouco abaixo dos valores de referência.

A mediana das proteínas totais superou os valores de referência somente para a Ilha da Madeira (1997), em ambos os sexos, assim como os triglicerídeos para o sexo masculino (tabela 23).

No entanto, quando observamos os valores máximos alcançados pelos metabólitos analisados (tabela 21), foram constatadas anormalidades para glicose, uréia, creatinina, ácido úrico, colesterol, triglicerídeos, proteínas totais e globulina, para a Ilha da Madeira (1996), no sexo masculino, e também no sexo feminino com exceção da glicose. Para o ano de 1997, na mesma comunidade, observamos anormalidades para glicose, uréia, ácido úrico, colesterol, triglicerídeos, proteínas totais e globulina, para o sexo masculino. O sexo feminino apresentou as mesmas anormalidades, incluindo a creatinina (tabela 21).

Os níveis mínimos de metabólitos observados na Ilha da Madeira (1996) que se afastavam dos valores de referência foram somente os de glicose (sexos masculino e feminino). Para o ano de 1997, nesta mesma comunidade, somente a albumina no sexo masculino esteve ligeiramente inferior aos valores de referência (tabela 22).

Na Praia do Aventureiro, com relação aos níveis máximos, somente foram observados afastamentos dos valores de referência para colesterol e globulina (sexo masculino), e colesterol e triglicerídeos no sexo feminino. Os níveis mínimos que se afastavam dos valores de referência nesta comunidade foram os de glicose, proteínas totais e albumina para o sexo masculino, e dos mesmos metabólitos, com exceção da glicose, para o sexo feminino. As diferenças detectadas entre as comunidades podem estar relacionadas aos seus diferentes hábitos alimentares (tabela 26). Da mesma forma, as

diferenças intragrupoais podem ser devidas à ocorrência de indivíduos isolados, em cada amostra, cujas dietas diferem da dieta habitual da comunidade.

As deficiências de ferro, zinco, cálcio e proteínas no organismo, por exemplo, facilitam uma maior absorção intestinal de cádmio (FDA, 1993b). Em experimentos realizados com animais, verificou-se que a administração simultânea de outros metais com o cádmio tem efeitos preventivos sobre as lesões ocasionadas por este. O zinco, o cobalto e o selênio evitaram a necrose testicular em ratos. O zinco demonstrou um papel de reversão nos quadros de hipertensão arterial nos mesmos animais (Galvão e Corey, 1987); Barton *et al.* (1978a) associam a deficiência de cálcio à redução da excreção do chumbo, e Pocock *et al.* (1983) atribuem esta redução ao efeito combinado da ingestão de cálcio e fosfato.

Os dados relativos aos hábitos alimentares das comunidades amostradas foram extraídos do questionário sócio-ambiental (anexo 1), sendo o percentual de indivíduos que consumiam cada item ponderado com relação à frequência de consumo (duas, cinco e sete vezes por semana). O consumo eventual não foi considerado para a ponderação.

Foi constatado que a dieta básica da Praia do Aventureiro difere significativamente da dieta da Ilha da Madeira, tanto na coleta de 1996 quanto na de 1997. A dieta da Praia do Aventureiro, como pode ser observado na tabela 26, é um pouco menos diversificada que a da Ilha da Madeira, em função da dificuldade de acesso ao continente para aquisição de itens alimentares não produzidos na comunidade. No entanto, em termos qualitativos, observamos que os alimentos consumidos no Aventureiro suprem adequadamente suas necessidades nutricionais, além de serem mais frescos e livres de aditivos e defensivos agrícolas (devido à pesca e cultivos de subsistência).

Tabela 26 - Média ponderada do consumo semanal de itens alimentares na Praia do Aventureiro e Ilha da Madeira (1996 e 1997), em proporção de indivíduos.

ALIMENTOS CONSUMIDOS	MÉDIA PONDERADA		
	Aventureiro	Ilha da Madeira - 1996	Ilha da Madeira - 1997
<b>proteína animal</b>			
peixes	100%	82,6%	22,3%
mariscos	18,9%	15,4%	6,6%
crustáceos	16,9%	21,1%	8,6%
carne bovina	-	27,7%	43,6%
carne suína	-	2,7%	11,4%
aves	-	14,9%	27,1%
embutidos	-	10,0%	53,7%
<b>cereais</b>			
feijão	98,0%	76,0%	78,7%
arroz	100%	100%	93,0%
milho	27,7%	10%	9,4%
<b>massas</b>			
macarrão	8,9%	11,1%	23,7%
farinha	100%	33,6%	38,0%
pão	2,0%	43,6%	84,4%
<b>hortaliças</b>			
cenoura	-	12,9%	22,3%
batata	4,0%	21,1%	30,1%
aipim	32,9%	5,4%	9,4%
abóbora	11,7%	3,7%	5,1%
vagem	-	4,6%	8,6%
folhas	43,1%	24,6%	35,1%

\* Os embutidos incluem alimentos enlatados, salgados e defumados.

O consumo de peixes na Praia do Aventureiro é intenso, havendo uma diversidade muito maior de espécies capturadas e consumidas em relação à Ilha da Madeira - que só consome as espécies de menor valor comercial. Por outro lado, na Ilha da Madeira, a venda das espécies nobres possibilita a aquisição de outros gêneros alimentícios que são raramente consumidos pelos pescadores do Aventureiro, tais como carne bovina e suína, embutidos, cenoura, vagem, pão e macarrão.

O Aventureiro, por outro lado, apresenta um *input* calórico e de fibras superior ao da Ilha da Madeira, o que se observa pelo alto consumo de cereais, massas (farinha) e hortaliças, os quais são produzidos na própria comunidade. Observamos igualmente que a população do Aventureiro como um todo tem *inputs* de cálcio e fósforo elevados através do consumo diário de peixe.

Segundo Scholls *et al.* (1997), os resultados da análise da dieta de pescadores africanos demonstraram que estes consumiam menor quantidade de fibras que os indivíduos não pertencentes a esta categoria profissional (respectivamente 9.9g/dia, com  $sd = 4.7$ , *versus* 17.4g/dia, com  $sd = 7.2$ , sendo  $P < 0.01$ ), assim como menor quantidade de frutas e vegetais (respectivamente 190g/dia *versus* 365g/dia, sendo  $P < 0.001$ ). Além disso, os pescadores ingeriam menor quantidade de vitamina C, tiamina, riboflavina, vitamina B<sub>6</sub> e folato. A ingestão de sódio foi mais elevada em pescadores que em outras categorias profissionais, enquanto a ingestão de potássio, magnésio, cálcio, ferro, zinco e cobre foi mais baixa.

A tabela 26 mostra também a mudança de hábito alimentar ocorrida após o acidente industrial na Ilha da Madeira (ver imagem 4). Este acidente teve repercussão nacional através da mídia, tendo provocado um terror tóxico entre os pescadores e a população em geral, que passaram a evitar o consumo de organismos aquáticos capturados na região. Os peixes, mariscos e crustáceos passaram a ser substituídos por outros itens alimentares adquiridos no comércio local.

Esta mudança de hábito alimentar foi detectada nos exames laboratoriais realizados nesta comunidade, em 1997 (tabelas 21, 22 e 23), e pode ser observada nos gráficos 20, 21, 22 e 23.

Sabe-se que os metais pesados podem induzir nefrotoxicidade, e que complexos industriais emitem efluentes com metais pesados nos ambientes aquáticos, sendo estes incorporados na cadeia alimentar (peixes, crustáceos, etc.). Portanto, é interessante comparar a função renal de indivíduos que vivem em regiões impactadas por metais pesados (Ilha da Madeira) com a de indivíduos que vivem em áreas isentas de poluição de origem antrópica (Praia do Aventureiro).

Os indivíduos das duas comunidades responderam a um questionário visando a detecção de nefropatia prévia, hábitos alimentares, medicações, tabagismo e alcoolismo. Foi aplicada uma bateria de exames laboratoriais para avaliação da função renal (uréia, creatinina e ácido úrico no sangue, e exame físico-químico, elementos anormais e sedimentoscopia da urina). Os resultados encontram-se na tabela 27.

Tabela 27 - Exame físico-químico, elementos anormais e sedimentoscopia da urina nas comunidades amostradas.

<b>Análises</b>	<b>AV</b>	<b>IM-96</b>	<b>IM-97</b>
Densidade	1018 ± 1	1018 ± 2	1018 ± 2
Nitrito (+/N)	0/29	2/31	4/40
Proteínas (+/N)	0/29	3/31	1/40
Piócitos <sup>1</sup> (+/N)	2/29	2/31	3/40
Hemácias <sup>1</sup> (+/N)	0/29	7/31	9/40

Dados de densidade apresentados como média ± erro padrão da média.

+/N = número de dados positivos sobre número de indivíduos.

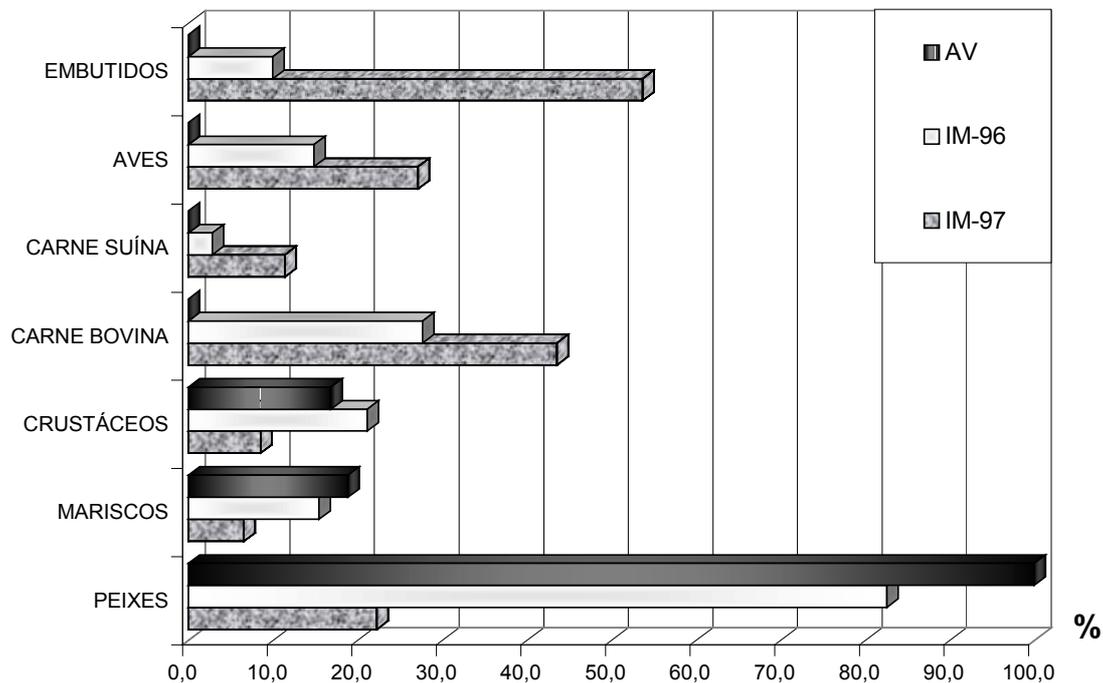
<sup>1</sup> = mais de 5 piócitos/hemácias por campo de 200x.

Foi detectada diferença estatisticamente significativa entre a função renal dos grupos AV e IM-96. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos IM-96 e IM-97, sugerindo que o acidente industrial pode não ter sido detectado nos indivíduos estudados pela escolha dos métodos de análise empregados ou pelo curto espaço de tempo decorrido entre o acidente e a coleta dos dados.

A diferença de função renal entre os grupos estudados pode ser devida à ingestão alimentar de produtos de origem marinha diferente nos locais de residência dos indivíduos, uma vez que existe associação entre a diminuição da função renal e uma maior concentração de efluentes industriais nas águas dos locais de pesca e alimentação das populações estudadas.

O gráfico 20 mostra a prevalência do consumo de proteína animal de origem marinha na Praia do Aventureiro e, como discutido anteriormente, mostra também o maior consumo de carnes vermelhas e de aves na Ilha da Madeira em 1996, assim como um grande incremento deste consumo para 1997, em função do receio manifestado pela população, após o acidente, quanto ao consumo de proteínas de origem marinha. Este fato foi detectado nos exames de metabólitos (triglicerídeos, proteínas totais e colesterol), cujos valores medianos aumentaram para o ano de 1997.

Gráfico 20 - Comparação do consumo de proteína animal entre AV e IM (1996 e 1997)



A mesma mudança se observa no gráfico 21, (consumo de hortaliças), indicando melhoria do estado nutricional geral, por conta de uma maior diversidade alimentar.

Gráfico 21 - Comparação do consumo de hortaliças entre AV e IM (1996 e 1997)

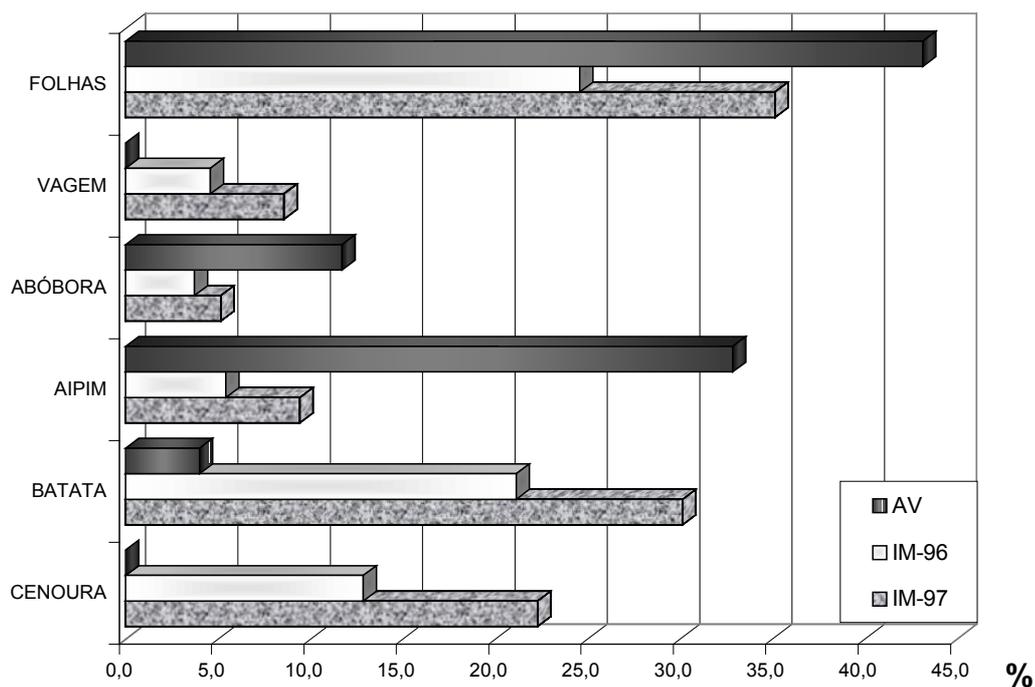
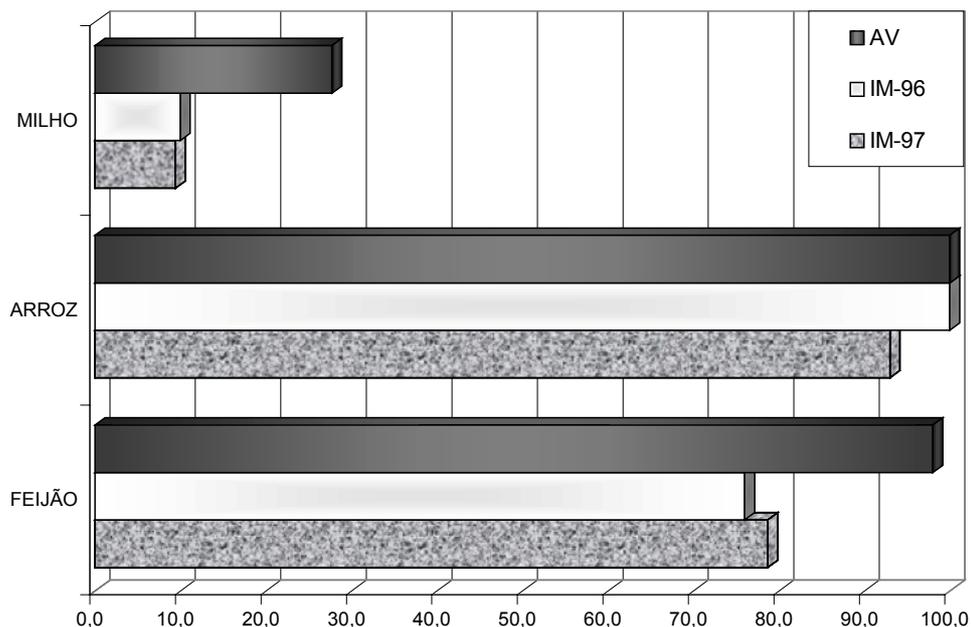
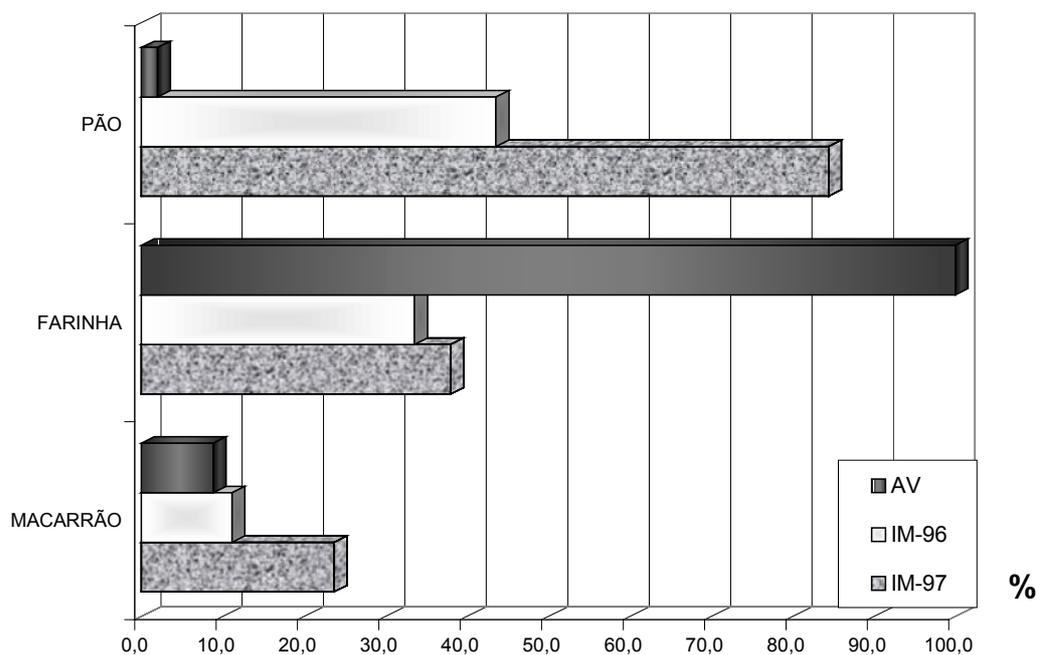


Gráfico 22 - Comparação do consumo de cereais entre AV e IM (1996 e 1997)



O item cereais apresentou um padrão não diferenciado entre as comunidades, indicando que a mudança de hábito alimentar ocorrida após o acidente não alterou os itens básicos da alimentação (gráfico 22). Já no gráfico 23, podemos observar que houve um incremento expressivo no consumo de massas no ano de 1997. Isto foi detectado nos níveis de glicose, que para este período chegaram a índices semelhantes aos registrados no Aventureiro, sugerindo substituição alimentar.

Gráfico 23 - Comparação do consumo de massas entre AV e IM (1996 e 1997)



## VIII.1.4 - Biomonitoramento Ambiental

A legislação brasileira regulamenta os limites máximos permissíveis de metais em alimentos para consumo humano. Os alimentos são a fonte de exposição ambiental a metais pesados mais importante para os indivíduos das populações não expostas ocupacionalmente (Galvão e Corey, 1987). Assim, os peixes, mariscos e crustáceos representam o *input* mais importante de proteína animal para os pescadores artesanais e as populações carentes que vivem no entorno da Baía de Sepetiba. Os resultados das análises realizadas em diferentes espécies de organismos marinhos, coletados em períodos distintos, encontram-se nas tabelas (28, 29, 30 e 31).

Tabela 28 - Concentração de metais pesados em tecidos das espécies analisadas em  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de peso úmido (*screening*)

Período após o acidente			Item	Metal (LMP)*		
08 dias (02/96)			Moluscos	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*
na = 5	al = 3	ni = 60	Ostra de pedra (TM)	1005±80	0,71±0,01	0,15±0,02
na = 9	al = 3	ni = 116	Mexilhão (TM)	12,0±3,0	0,21±0,09	0,24±0,04
na = 3	al = 3	ni = 128	Samanguiá (TM)	24,0±1,0	0,15±0,02	0,15±0,05
08 dias (02/96)			Peixes	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*
na = 4	al = 3	ni = 26	Bagre (M)	34±3,0	= LQ	0,04±0,01
na = 4	al = 3	ni = 38	Corvina (M)	7,2±0,9	= LQ	0,03±0,01
na = 5	al = 3	ni = 42	Parati (M)	11,0±0,5	= LQ	0,06±0,01
na = 3	al = 3	ni = 15	Tainha (M)	7,2±0,6	= LQ	0,08±0,01
08 dias (02/96)			Crustáceos	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*
na = 3	al = 3	ni = 39	Siri (CC)	29,0±2,0	0,02±0,006	0,19±0,04

LQ = 0,004 mg Cd/kg

LMP\* = limite máximo permitido (ppm)

na = número de amostras

ni = número de indivíduos

al = alíquotas

M = músculo

CC = carne catada

TM = tecido mole

Tabela 29 - Concentração de metais pesados em tecido mole de moluscos, em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de peso úmido

Período após o acidente			Item	Metal (LMP)*			
08 meses (10/96)			Moluscos	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 5	al = 5	ni = 78	Ostra de pedra (TM)	1458-1458	0,444-0,498	0,239-0,286	0,144-0,168
na = 6	al = 5	ni = 130	Mexilhão (TM)	11,6-12,2	0,232-0,247	0,390-0,395	0,813-0,826
17 meses (07/97)			Moluscos	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 5	al = 5	ni = 92	Ostra de pedra (TM)	1168-1239	0,302-0,357	0,515-0,716	0,077-0,086
na = 6	al = 5	ni = 172	Mexilhão (TM)	11,7-12,8	0,316-0,337	0,273-0,285	0,874-0,907

LMP\* = limite máximo permitido (ppm)

na = número de amostras

ni = número de indivíduos

al = alíquotas

TM = tecido mole

Tabela 30 - Concentração de metais pesados em tecidos muscular de peixes, em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de peso úmido

Período após o acidente			Item	Metal (LMP)*			
08 meses (10/96)			Peixes	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 5	al = 5	ni = 22	Bagre (M)	9,1-10,2	0,0057-0,0089	0,084-0,085	0,153-0,224
na = 5	al = 5	ni = 26	Corvina (M)	3,9-4,6	0,0046-0,0381	0,088-0,093	0,094-0,100
na = 5	al = 5	ni = 32	Parati (M)	3,9-4,9	0,0033-0,0104	0,231-0,232	0,0755-0,0763
na = 3	al = 5	ni = 19	Tainha (M)	3,6-4,1	0,0118-0,0161	0,0543-0,0775	0,0931-0,1042
17 meses (07/97)			Peixes	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 3	al = 5	ni = 14	Bagre (M)	5,53-9,26	0,011-0,079	0,0445-0,0448	0,124-0,137
na = 5	al = 5	ni = 31	Corvina (M)	3,84-4,43	0,0056-0,0069	0,0470-0,0658	0,079-0,117
na = 4	al = 5	ni = 38	Parati (M)	3,52-3,52	0,0076-0,0110	0,0482-0,0552	0,0830-0,0981
na = 3	al = 5	ni = 16	Tainha (M)	4,02-4,15	0,0027-0,0044	0,0404-0,0447	0,0383-0,0417

LMP\* = limite máximo permitido (ppm)

na = número de amostras

ni = número de indivíduos

al = alíquotas

M = músculo

Tabela 31 - Concentração de metais pesados em fígado de peixes, em  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de peso úmido

Período após o acidente			Item	Metal (LMP)*			
08 meses (10/96)			Peixes	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 5	al = 5	ni = 22	Bagre (F)	1750-1841	0,778-0,785	0,177-0,253	0,203-0,576
na = 5	al = 5	ni = 26	Corvina (F)	31,9-32,0	0,257-0,267	0,668-1,449	0,0877-0,0928
na = 5	al = 5	ni = 32	Parati (F)	82,9-84,6	0,266-0,282	0,509-0,695	0,0860-0,0991
na = 3	al = 5	ni = 19	Tainha (F)	69,2-69,7	0,285-0,293	0,124-0,127	0,108-0,150
17 meses (07/97)			Peixes	Zn (50)*	Cd (1,0)*	Pb (0,8)*	Cr (0,1)*
na = 3	al = 5	ni = 14	Bagre (F)	252-351	0,587-0,595	0,189-0,194	0,0450-0,0483
na = 5	al = 5	ni = 31	Corvina (F)	26,8-30,2	0,139-0,149	0,966-1,240	0,0892-0,0989
na = 4	al = 5	ni = 38	Parati (F)	23,0-23,9	0,249-0,251	0,197-0,597	0,0686-0,0728
na = 3	al = 5	ni = 16	Tainha (F)	39,9-43,1	0,285-0,296	0,184-0,190	0,0485-0,0519

LMP\* = limite máximo permitido (ppm)

na = número de amostras

ni = número de indivíduos

al = alíquotas

F = fígado

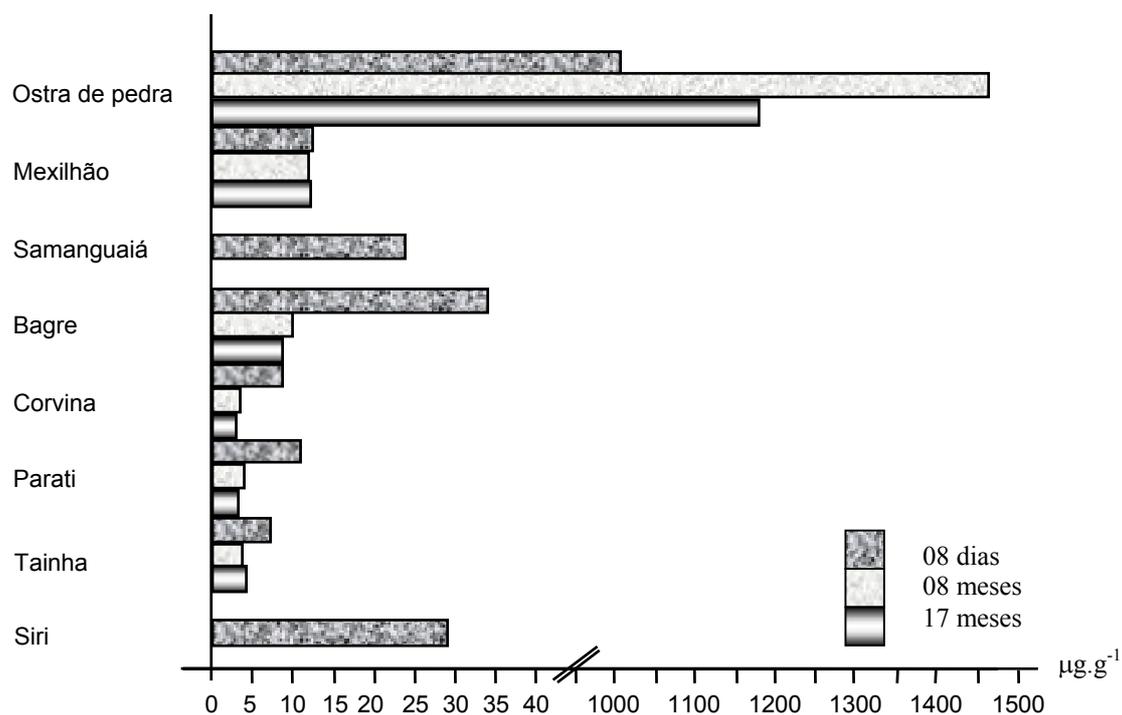
## O Zinco na Biota

O zinco apresenta em geral um baixo grau de toxicidade, sendo um metal essencial para a maioria dos organismos marinhos. Sua concentração é controlada homeostaticamente (Phillips *et al.*, 1982). Foi observado que, para os peixes analisados, as concentrações de zinco no tecido muscular em todas as amostras das três coletas permaneceram abaixo do LMP, com variações significativas encontradas somente no bagre. Isso nos leva a supor que os grandes deslocamentos que os peixes realizam no sistema aquático minimizam suas exposições constantes no ambiente poluído. No entanto, isto não inviabiliza o acúmulo deste metal em outros tecidos, como será visto a seguir.

Já para os moluscos, que são animais sésseis que ocorrem em diferentes compartimentos ecológicos, podemos observar uma alta discrepância nas concentrações de zinco entre as espécies analisadas. Para o samanguiá (*Anomalocardia brasiliiana*), que é uma espécie de grande importância econômica na região de Coroa Grande, os níveis de zinco encontravam-se dentro do LMP, assim como para o mexilhão, que tem os mesmos hábitos alimentares e está relacionado aos mesmos compartimentos abióticos (tabela 20).

Por outro lado, a ostra de pedra, que é um animal sésil e filtrador, relacionando-se com os compartimentos abióticos água e particulado em suspensão, apresentou concentrações de zinco entre 20 e 30 vezes superiores ao LMP. Estes resultados corroboram os encontrados por Penedo *et al.* (1997), trabalhando com a mesma espécie e no mesmo período da primeira coleta (após o acidente). Os autores obtiveram resultados 88 vezes superiores ao LMP. Esta variação de resultados provavelmente se deve ao fato de as coletas terem sido realizadas em locais diferentes quanto ao ponto de lançamento dos rejeitos. O siri, que é também um animal de grande importância econômica e de hábito alimentar carnívoro, apresentou resultados de concentrações de zinco na faixa do LMP, semelhantes aos encontrados por Penedo *et al.* (1997), para o mesmo período.

Gráfico 24 - Concentrações de zinco encontradas para as três coletas realizadas após o acidente.



## O Cádmiu na Biota

O cádmio é um elemento de elevada toxicidade para a biota em geral; no entanto, nas análises realizadas em peixes, este metal apresentou concentrações no tecido muscular abaixo do limite de detecção do aparelho ( $LQ \leq 0.004 \text{ mg Cd/kg}$ ), em todas as espécies analisadas, indicando ausência de contaminação. Isto pode se dever à grande mobilidade destes animais no sistema aquático, como já mencionado.

Em moluscos, as concentrações de cádmio no tecido mole estiveram abaixo do LMP, sendo que, para a ostra de pedra, as concentrações apresentaram uma relação de 3:1 e 5:1 quanto ao mexilhão e samanguiá, respectivamente, na primeira análise realizada, 2:1 quanto ao mexilhão na segunda, e 1:1 para o mesmo animal na terceira amostra. No entanto, os resultados obtidos por Penedo *et al.* (1997) foram superiores ao LMP para ostra de pedra. As concentrações de cádmio em siri estiveram muito próximas ao LQ ( $\leq 0.004 \text{ mg Cd/kg}$ ), indicando ausência de contaminação.

## O Chumbo na Biota

O chumbo é um metal de elevada neurotoxicidade em animais, mesmo a baixos níveis de exposição. No entanto, o percentual de absorção do chumbo contido em alimentos é muito pequeno.

As concentrações de chumbo encontradas nas análises de tecido muscular de peixes estiveram abaixo do LMP (1:10) para todas as espécies, nas três coletas. Já para tecido mole de moluscos, as concentrações de chumbo, apesar de estarem abaixo do LMP, estiveram num patamar bem mais elevado, nas três coletas realizadas. Observamos que houve um incremento crescente entre as proporções de chumbo em tecido mole durante as coletas para a ostra de pedra (0,15:1; 0,24:1; e 0,51:1); para o mexilhão, houve um ligeiro acréscimo na 2ª coleta, sendo que na terceira houve um retorno aos níveis da primeira coleta.

Para o siri, as concentrações de chumbo em tecido mole estiveram abaixo do LMP.

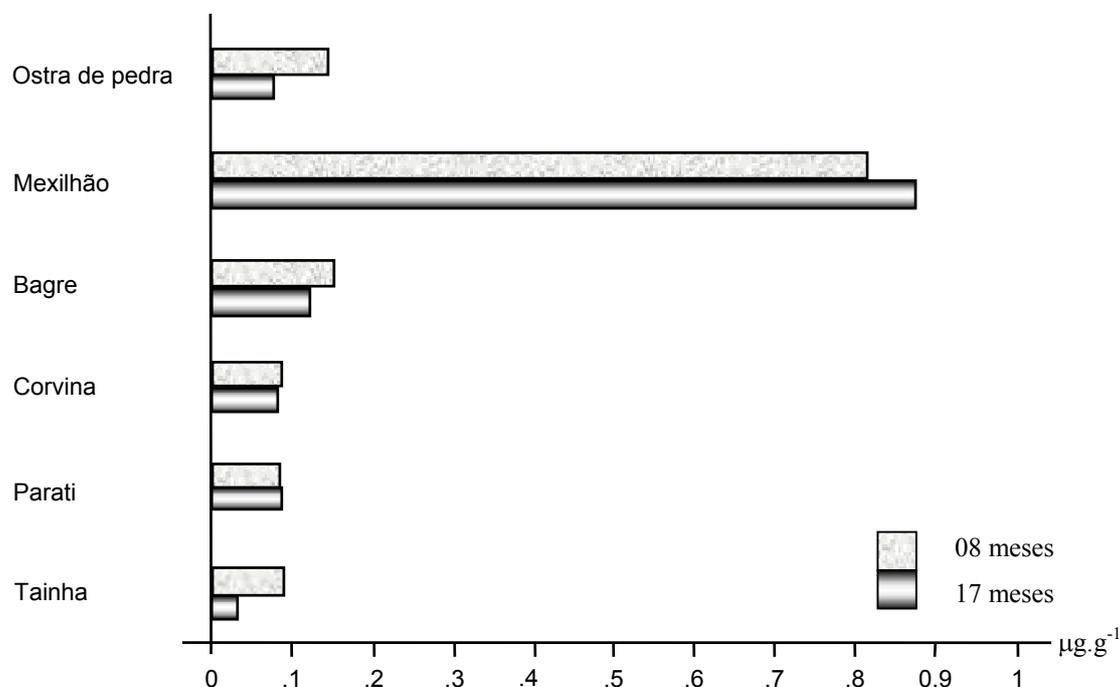
## O Cromo na Biota

O cromo hexavalente - Cr(VI) -, em geral, apresenta como uma das principais vias de intoxicação não-ocupacional os alimentos. A presença do Cr(VI) em ambientes aquáticos promove sua transferência e bioacumulação para as espécies aí presentes.

As concentrações de cromo no tecido muscular dos peixes analisados estiveram no limiar do LMP, sendo que para o bagre, as concentrações deste metal ultrapassaram o LMP para as 2 coletas.

Para os moluscos, observamos que a ostra de pedra, na 1<sup>a</sup>. coleta, apresentou concentrações que ultrapassaram o LMP, havendo na 2<sup>a</sup> coleta um pequeno decréscimo, que colocou as concentrações de cromo no limiar do LMP. Já para o mexilhão, os resultados das análises demonstraram que esta espécie possui uma grande capacidade de acúmulo de cromo, uma vez que estiveram 8x acima do LMP, nas 2 coletas (gráfico 25).

Gráfico 25 - Concentrações de cromo encontradas para as duas coletas realizadas após o acidente.



## O Fígado como Órgão Chave na Bioacumulação de Metais Pesados

Os órgãos parenquimatosos, fígado, rins e baço, têm sido descritos como capazes de acumular as maiores concentrações de metais circulantes nos organismos. Em moluscos, a glândula digestiva constitui-se no órgão-chave para os estudos de bioacumulação (Viarengo, 1989).

Em animais vertebrados, o chumbo, o cádmio, o zinco e o cromo são distribuídos a partir do plasma sanguíneo para órgãos tais como o fígado e rins (Margoshes e Vallee, 1957; Kägi e Vallee, 1960; Sherlock, 1984; Yost, 1984; Cárdenas *et al.*, 1992 e 1993; FDA, 1993a, 1993b e 1993c; Skerfving, 1993; Araújo, 1996; Fagliano *et al.*, 1997).

Com relação ao zinco, nas análises realizadas em fígados de peixes, na segunda coleta (8 meses) encontramos para o bagre uma concentração de 185:1 em relação ao tecido muscular. Para a corvina, parati e tainha, as concentrações de zinco em fígado foram respectivamente 7.4:1, 19:1 e 18:1.

Para a terceira coleta (17 meses), as concentrações de zinco em fígado foram superiores às encontradas em tecido muscular no mesmo período, em bagre (41.4:1), em corvina (7:1), em parati (6.7:1), e em tainha (10.1:1).

Nas análises realizadas para o cádmio em fígado, as concentrações encontradas em bagre para a segunda coleta (8 meses) foram 111.5:1 em relação às concentrações em tecido muscular no mesmo período; em corvina, 62.4:1; em parati, 39.7:1; e em tainha, 20.6:1.

Para a terceira coleta (17 meses), as concentrações de cádmio em fígado de bagre foram 13.1:1 em relação às do tecido muscular; em corvina, 22.9:1; em parati, 27:1; e em tainha, 20.7:1.

As análises realizadas para chumbo em fígado, na segunda coleta (8 meses), revelaram concentrações de 2.5:1 em relação ao tecido muscular para bagre, 11.8:1 para corvina, 2.6:1 para parati, e 1.9:1 para tainha.

Na terceira coleta, para o chumbo em fígado de bagre, foram encontradas concentrações de 4.3:1 em relação às de tecido muscular; para corvina, 19.7:1; para parati, 7.6:1; e para tainha, 4.3:1.

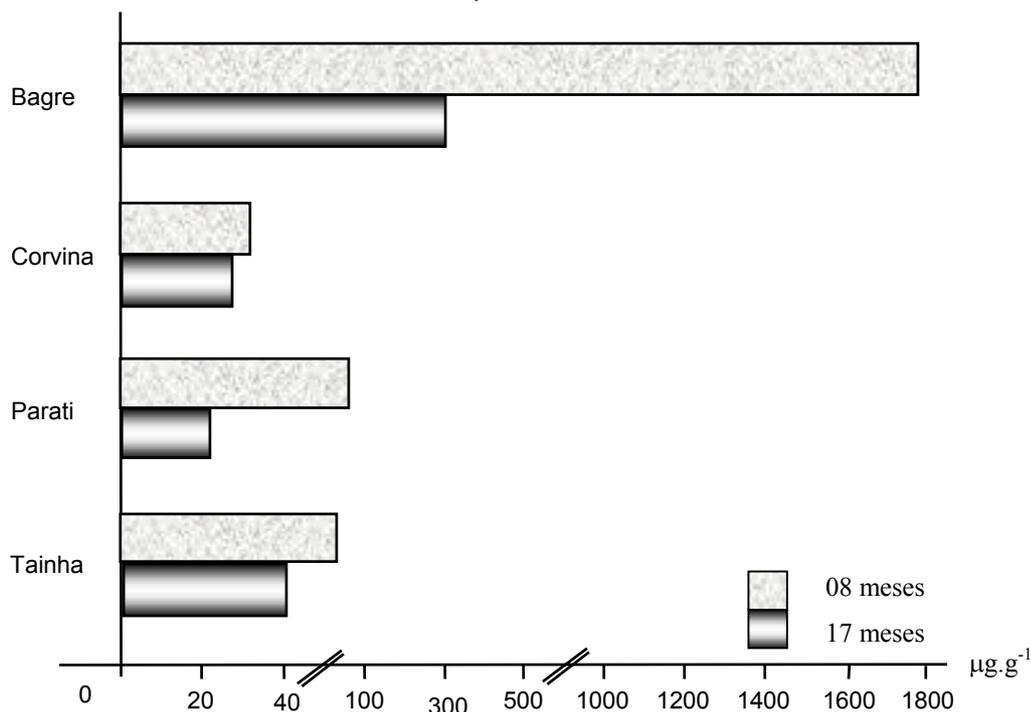
Nas análises realizadas para cromo em fígado de bagre, encontramos para a segunda coleta (8 meses) concentrações de 2.1:1 em relação às do tecido muscular; para corvina, 0.93:1; para parati, 1.2:1; e para tainha, 1.3:1.

Já na terceira coleta (17 meses), encontramos concentrações de cromo em fígado de bagre de 0.36:1 em relação às de tecido muscular; para corvina, 0.96:1; para parati, 0.79:1; e para tainha, 1.3:1.

Tabela 32 - Proporção das concentrações de metais entre fígado e tecido muscular de peixes nos períodos amostrados após o acidente.

Espécies	Metais analisados							
	08 meses				17 meses			
	Zn	Cd	Pb	Cr	Zn	Cd	Pb	Cr
bagre	185:1	111.5:1	2.5:1	2.1:1	41.5:1	13.1:1	4.3:1	0.36:1
corvina	7.4:1	62.4:1	11.8:1	.93:1	7:1	22.9:1	19.7:1	0.96:1
parati	19:1	39.7:1	2.6:1	1.2:1	6.7:1	27:1	7.6:1	0.79:1
tainha	18:1	20.6:1	1.9:1	1.3:1	10.1:1	80.7:1	4.3:1	1.3:1

Gráfico 26 - Concentrações de zinco encontradas para as duas coletas realizadas após o acidente.



Observamos que, quanto à proporção existente entre as concentrações de metais em fígado em relação ao tecido muscular, existe uma nítida evidência da capacidade do primeiro de concentrar os metais circulantes, em ordens de grandeza variáveis e específicas para cada metal analisado.

### VIII.1.5 - Avaliação da metalotioneína como biomonitor

Como podemos observar na figura 10, o perfil de eluição do resíduo cetônico obtido através do tecido mole de ostra de pedra (*Crassostrea brasiliana*) em cromatografia de gel filtração com SEPHADEX G-75 foi semelhante ao descrito por Viarengo *et al.* (1988), na fração citossólica de glândulas digestivas de *Mytilus galloprovincialis*.

A fração de PM entre 40 e 6kDa proveniente da coluna de SEPHADEX G-75 quando submetida a uma cromatografia de troca iônica com DEAE-SEPHACEL, utilizando um gradiente linear de 150 a 600mM de NaCl, nos mostrou um pico majoritário eluindo da coluna numa concentração de 360mM de NaCl, e um pico bem discreto em torno de 600mM de NaCl (figura 11). À fração de pico máximo, por apresentar o mesmo perfil da MT purificada de *Mytilus galloprovincialis*, denominamos fração rica em metalotioneína.

Por não termos conseguido sucesso na detecção de cádmio e zinco tanto nas frações provenientes da coluna de SEPHADEX-G75 como nas frações de MT provenientes da coluna de DEAE-SEPHACEL, por limitações do método de detecção de metais por absorção atômica e/ou em espectrofotômetro ligado às duas colunas, limitações essas que não nos permitiram acompanhar a absorção desses metais, optamos então pela utilização da técnica de SDS-PAGE, descrita no item VII.2.3. Importamos da Sigma dois padrões de metalotioneína: uma extraída de fígado de coelho, tendo como principal vantagem apresentar cerca de 7% de cádmio e zinco em sua molécula, e purificada segundo Nordberg *et al.* (1972) e outra extraída de rim de cavalo, contendo 4-7% de cádmio e zinco, purificada segundo Kojima *et al.* (1976).

As duas MTs provenientes da Sigma, quando submetidas a SDS-PAGE 18%, apresentaram um comportamento eletroforético idêntico, contendo duas bandas de PMs distintos de 25 e 12KDa, respectivamente. A fração de MT de ostra de pedra proveniente da coluna de DEAE-SEPHACEL, após diálise e tratamento para SDS-PAGE, quando submetida às mesmas condições de eletroforese, apresentou duas bandas que comigraram com as bandas de MT de fígado de coelho.

Hidalgo e Flos (1986b) observaram esse mesmo comportamento eletroforético em MT purificada de *dogfish* em SDS-PAGE 15%, ou seja, uma primeira banda migrando na mesma posição do marcador de 14,2kDa e uma segunda migrando entre 24 e 29kDa, comportamento este totalmente inesperado para a MT. Estes mesmos autores, após submeterem a MT de *dogfish* a um pré-tratamento com EDTA 50mM, observaram a perda da banda de 25kDa e um aumento significativo da banda de 14,2kDa, indicando que proteínas ligadas a metais mostram uma elevada massa molecular caso contenham metais, e uma massa molecular reduzida caso sejam analisadas como apoproteínas. As razões para esse comportamento anormal em SDS-PAGE não são conhecidas, mas estão associadas à proteína nativa, sendo este um processo dependente de metal. Esse mesmo comportamento é observado com glicoproteínas, histonas, peptídeos e cadeias polipeptídicas derivadas de colágeno. Influências de uma menor ligação ao SDS, fatores conformacionais e carga negativa líquida menor, devido a proteínas positivas, têm sido sugeridas como razões para esse comportamento anormal da MT em SDS.

As duas bandas de MT extraídas de ostra de pedra foram denominadas de MT-1 (apoproteína) e MT-2 (ligada a zinco e cádmio), com PMs de 12 e 25kDa, respectivamente, como mostra a figura 12.

Os resultados obtidos pela técnica de SDS-PAGE nos encorajaram a produzir os anticorpos policlonais das duas bandas de MT separadamente.

Após as 5 inoculações de cada uma das bandas do SDS-PAGE em coelhos distintos, com o auxílio da técnica de PGB, os soros imunes brutos foram submetidos a um *dot blotting* para avaliação da concentração ideal do anticorpo e reconhecimento imunológico da MT. Foi escolhida a diluição de 1:20, que corresponde a uma concentração de aproximadamente 50 $\mu$ g de proteína por ml de soro imune bruto.

Os resultados dos *immunoblottings* foram bastante promissores. Os dois anticorpos denominados de anti-MT-1 e anti-MT-2, correspondentes às bandas de 12 e 25kDa, respectivamente, foram capazes de reconhecer tanto as MTs de ostra de pedra e mexilhão quanto a MT de rim de cavalo, proveniente da Sigma.

O anticorpo anti-MT-1 foi capaz de reconhecer as duas bandas de MT (12 e 25kDa), enquanto o anticorpo anti-MT-2 somente reconheceu a banda de 25kDa de rim de cavalo, mexilhão e ostra de pedra, nos permitindo dizer que o anticorpo feito a partir da banda de 12kDa (MT-1, apoproteína isenta de metais) é capaz de reconhecer a apoproteína e a proteína ligada a metais, enquanto que o anticorpo produzido a partir da MT-2 ligada a metal só é capaz de reconhecer a proteína quando ela está ligada a metal, mostrando uma clara especificidade do segundo anticorpo, além de uma eficiência ótima na produção dos dois anticorpos pela técnica utilizada.

A MT proveniente de ostra de pedra apresenta características semelhantes às das MTs de mamíferos, podendo ser classificada como pertencendo à Classe I, segundo a classificação de Fowler *et al.* (1987).

Vários autores têm destacado a importância da MT como uma proteína marcadora na intoxicação por metais pesados no homem e em diversos organismos aquáticos. Inúmeras técnicas para detecção desta proteína têm sido desenvolvidas, tais como radioimunoensaio, imunohistoquímica, imunocitoquímica, etc.

No homem, a MT ligada a cádmio é responsável por danos nos túbulos proximais, ocasionando disfunção renal.

Segundo Shaikh *et al.* (1990), a detecção de cádmio no sangue reflete uma exposição recente e não pode ser usada como estimativa do conteúdo desse metal no organismo, enquanto que a MT urinária está relacionada ao conteúdo de cádmio tanto no fígado quanto nos rins, sendo um sensível indicador biológico preventivo de uma severa disfunção renal. Os mesmos autores sugerem uma concentração limite de 1mg MT/g creatinina urinária como sendo capaz de evidenciar lesão renal.

Os resultados obtidos com os dois anticorpos policlonais produzidos a partir da MT extraída de ostra de pedra nos permitiram mostrar o reconhecimento da MT de rim de cavalo (figuras 15 e 16), através da técnica de *Western Blotting*, propiciando um projeto futuro de detecção da MT urinária em indivíduos expostos ao cádmio e outros metais indutores de nefrotoxicidade. Os resultados sugerem também a possibilidade de biomonitorar a contaminação de vários metais pesados no ambiente aquático,

utilizando-se espécies da cadeia trófica a fim de qualificar os alimentos consumidos pelas populações em geral.

Os resultados das análises de metais pesados em tecidos de espécimes coletados na Baía de Sepetiba mostraram claramente que tanto a ostra de pedra quanto o fígado de bagre constituem os melhores modelos biológicos para a extração da MT, uma vez que estas espécies possuem maior capacidade acumulativa de metais pesados, principalmente de zinco, e uma depuração mais lenta em relação às outras espécies analisadas.

A abundância e a larga distribuição geográfica destas espécies na costa brasileira, além da grande facilidade de suas capturas, possibilita a utilização das mesmas em programas de biomonitoramento ambiental.

Para a possibilidade do desenvolvimento de um projeto futuro tendo como objetivo a utilização da metalotioneína como uma proteína biomarcadora em casos de intoxicação ocupacional e ambiental, alguns aprimoramentos na técnica devem ser feitos.

Será fundamental que se padronize o método de dosagem de metais pesados ligados à metalotioneína através da técnica de absorção atômica com forno de grafite. Durante o desenvolvimento dos trabalhos, várias tentativas foram feitas para dosar zinco e cádmio nas frações eluídas das colunas Sephadex G-75, DEAE Sephacel e nas bandas de MT retiradas da SDS-PAGE 18%, as quais foram frustradas. A maior dificuldade para o sucesso desses experimentos esteve relacionada à calibração do aparelho com as amostras branco, as quais eram compostas de todos os reagentes utilizados nos processos de isolamento e purificação da MT.

Uma outra técnica usualmente empregada constitui-se na utilização de um espectrofotômetro de varredura com um registrador acoplado às duas colunas (gel filtração e troca iônica), possibilitando uma visualização do nível de purificação mais eficiente, uma vez que a MT não apresenta aminoácidos aromáticos em sua cadeia polipeptídica, o que se traduz em absorbância nula a 280nm. Por outro lado, a ligação cis-metal apresenta uma absorbância que varia em função de cada metal (Zn:230, Cd:250, Cu:270: e Hg:310 nm), segundo Cosson (1992).

## Capítulo IX

### IX.1 - Conclusões

A pesca, uma das mais antigas fontes de subsistência humanas, e uma atividade que propiciou a comunicação entre os continentes por via marítima, e por extensão o desenvolvimento, vem sendo ameaçada por este mesmo desenvolvimento. Os grandes centros urbanos se desenvolveram principalmente no entorno de regiões estuarinas, o que favoreceu a degradação destes ambientes semi-confinados pela quantidade de resíduos urbanos (domésticos e industriais) aí lançados.

Os ambientes estuarinos são tradicionalmente habitados por pescadores artesanais e coletores de moluscos, herança dos tempos pré-históricos. O equilíbrio ecológico, para estes homens, é uma questão premente, que passa pela sua própria sobrevivência; no entanto, observa-se uma intensa e crescente apropriação dos recursos naturais e culturais pelo sistema econômico, sob a forma de adequação deste às forças produtivas vigentes, que funcionam como uma rede de troca entre pescador-empresa-capital (nacional e internacional). Esta apropriação corresponde à desvalorização do *know-how* empírico do pescador, característica da chamada Era Moderna, onde a produção em escala substituiu a arte, considerando cada trabalhador apenas como detentor de uma determinada quantidade de força de trabalho a ser vendida.

Entre estas forças produtivas, podemos incluir a adoção de novas tecnologias intensivas em capital e capazes de capturar grandes estoques, com métodos não seletivos; estes métodos têm potencial de esgotar a capacidade natural de renovação dos estoques de pescado, com reflexos diretos sobre os pescadores à margem do sistema. É evidente a insensibilidade dos formadores de políticas capazes de atender às reais necessidades ambientais e humanas, no sentido de conciliar o desenvolvimento econômico, o equilíbrio ambiental e a sobrevivência dos pescadores artesanais e industriais.

Esta falta de políticas pode ser observada através do histórico do desenvolvimento da região Sudeste do Brasil. Os dados referentes à produção pesqueira mostram um declínio dos desembarques para diversas espécies,

comprometendo inclusive o setor de industrialização do pescado. A redução dos estoques se deve a fatores múltiplos, tais como a ocupação urbana desordenada dos locais de reprodução (manguezais), a captura intensiva e predatória, a falta de investimento em saneamento básico (poluição doméstica), e a instalação de grandes complexos industriais em áreas de vocação tradicionalmente pesqueira, trazendo consigo o risco de acidentes com resíduos tóxicos. Além de afetar os estoques, os efeitos destes impactos são transferidos às populações humanas envolvidas direta ou indiretamente com o ambiente marinho (populações críticas).

A expansão das atividades industriais, principalmente aquelas ligadas ao beneficiamento e transformação de metais, tem desempenhado um papel decisivo na região da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, no que concerne ao desenvolvimento econômico do Estado, como também nas transformações ambientais. Os processos produtivos têm incorporado tecnologias modernas, capazes de maximizar a produtividade sem contudo adotar estratégias para minimizar os impactos gerados pelos resíduos oriundos destas indústrias.

Os riscos de acidentes ambientais a que a Baía de Sepetiba está exposta, e por transferência a biota e as comunidades de pescadores artesanais que dela sobrevivem, aumentam na mesma proporção da capacidade desta região produzir riquezas e oportunidades de negócios industriais. Como já mencionamos, haverá sempre um preço a ser pago pelas oportunidades de uso dos bens naturais, quando estas não forem acompanhadas de medidas mitigadoras das transformações negativas que possam causar às respectivas áreas de influência.

O último acidente industrial de grandes proporções observado e monitorado na Baía de Sepetiba provocou perturbações, não só nos ambientes físicos e bióticos, como também nas atividades econômicas das comunidades de pescadores e no comércio direto e indireto dos produtos marinhos para os centros urbanos. Este acidente provocou modificações nos sistemas tradicionais de trabalho e subsistência das comunidades de pescadores, inclusive promovendo uma mudança de hábitos alimentares.

Os produtos marinhos capturados e comercializados na região de Sepetiba foram depreciados em função do terror tóxico veiculado pela imprensa após o acidente, fato este que levou os pescadores a perder sua

principal fonte de renda, pela não cotação de seus produtos no mercado. Entretanto, observou-se que para as populações indigentes que habitam o entorno da Baía, a contaminação do pescado tornou-se secundária em relação à sobrevivência de cada dia. Estas populações sobrevivem basicamente da coleta de moluscos e crustáceos que ocorrem nas praias, costões rochosos e manguezais, os quais são capturados manualmente ou com instrumentos rudimentares. Uma parte da produção é consumida em família e o excedente comercializado no varejo. Ou seja, a exposição humana aos metais pesados já ultrapassa as barreiras da área de influência das fontes de emissão dos resíduos industriais.

Os instrumentos utilizados pelas populações de pescadores de menor poder aquisitivo constituem-se em mais uma via de exposição humana ao chumbo inorgânico, devido ao manuseio constante do metal presente nestes instrumentos. Na Praia do Aventureiro e na Ilha da Madeira, a tarrafa, sem dúvida, representa o petrecho de pesca de maior risco potencial, devido ao método utilizado para seu lançamento. Em segundo lugar, aparece a fabricação de chumbadas como uma atividade de risco, pela inalação de vapores e ingestão de partículas do metal.

Quanto ao potencial tóxico que representam os rejeitos industriais na Ilha da Madeira, a paralisação das atividades da Cia. Mercantil Ingá agravou ainda mais a possibilidade de novo acidente, uma vez que o depósito de resíduos contendo grandes quantidades de metais pesados ficou abandonado a céu aberto, sem a devida manutenção, expondo o meio ambiente e as populações em geral, que vivem nesta área, aos riscos que outro acidente de grandes proporções pode causar.

O monitoramento ambiental realizado demonstrou que entre os moluscos que ocorrem na região afetada pelos efluentes industriais, a ostra de pedra (*C. brasiliana*) foi a espécie que apresentou as maiores concentrações de zinco, com patamares entre 20 e 30 vezes o limite máximo permitido, e por conseguinte imprópria para o consumo. O mexilhão (*M. guayanensis*) e o samanguaiá (*A. brasiliensis*) apresentaram concentrações de zinco dentro dos padrões determinados pela legislação brasileira para o consumo humano, sendo que o mexilhão manteve níveis constantes, sugerindo que esta espécie possui um sistema regulador de zinco em níveis basais.

Para os peixes analisados e mais consumidos pelas populações de pescadores, as concentrações de zinco em tecido muscular estiveram dentro dos padrões para consumo humano, entretanto, o fígado destas espécies apresentou concentrações acima destes valores com exceção da corvina. Portanto, o hábito do consumo de fígado de peixes poderá a médio prazo comprometer a saúde destas populações. As concentrações de cádmio para as espécies analisadas, em todas as coletas, estiveram abaixo do limite máximo permissível, indicando que este metal não apresenta riscos tóxicos para a população pelas vias observadas.

Além de revelar o risco para a saúde das populações de pescadores artesanais, as análises realizadas proporcionaram a determinação de organismos capazes de fornecer indicações acerca das condições ambientais, no que se refere a metais específicos como o cromo e o zinco. Destes organismos, foi selecionada a ostra de pedra (*C. brasiliiana*) para isolamento da metalotioneína. Este animal sésil apresenta grande capacidade de acumulação de metais presentes no meio ambiente aquático, principalmente o zinco, podendo ser considerado como uma espécie adequada para o biomonitoramento deste metal em estuários contaminados.

Apesar das dificuldades encontradas no decorrer do trabalho, os resultados foram bastante satisfatórios. A MT extraída de ostra de pedra apresentou em SDS-PAGE duas bandas distintas de 12kDa (apoproteína) e 25kDa (MT ligada a metal) que comigraram com as MTs de fígado de coelho e rim de cavalo provenientes da Sigma. Através da técnica de *Western Blotting*, o anticorpo anti-MT1 foi capaz de reconhecer as bandas de MT1 e MT2, tanto da ostra de pedra como de mexilhão e mamíferos, enquanto que o anticorpo anti-MT2 (correspondente à proteína ligada a metal) somente reconheceu as MT2 das mesmas fontes biológicas, mostrando alta especificidade. A produção dos anticorpos e a técnica de *Western Blotting* possibilitaram classificar a MT de ostra de pedra como pertencendo à classe I, semelhante à MT de mamíferos.

A produção dos 2 anticorpos (anti-MT1 e anti-MT2) pela técnica de PGB foi de fundamental importância para o trabalho. A técnica permitiu a produção de 2 anticorpos limpos, não apresentando hemácias, que puderam ser utilizados nos experimentos de reconhecimento imunológico da MT sem necessidade de purificação.

Nas últimas décadas, a MT tem se destacado como uma proteína marcadora de intoxicação por metais pesados, não só para organismos aquáticos como também para o homem. Logo, a detecção da metalotioneína urinária em indivíduos expostos a metais pesados poderá se constituir num método rápido e preciso para o diagnóstico de disfunção renal, sendo muito mais específico que a dosagem de metais em fluidos corporais.

Os anticorpos policlonais anti-MT1 e anti-MT2, provenientes de ostra de pedra ou de outros organismos aquáticos, poderão ser usados para detecção e quantificação da MT urinária, bastando para tal uma padronização da técnica de reconhecimento imunológico. Poderá ser utilizada a própria técnica de *Western Blotting* ou um método colorimétrico, aplicando-se o anticorpo diretamente em amostras de urina; será necessária uma avaliação das técnicas, levando-se em consideração a maior eficiência com o menor custo.

Além da ostra de pedra, outro organismo de grande potencial para o biomonitoramento é o bagre; a dosagem de metais pesados por absorção atômica em fígado de bagre mostrou um grande acúmulo de zinco, cádmio e cromo. Uma possibilidade de avaliar o nível de exportação de metais pesados da Baía de Sepetiba para a biota seria a montagem de um experimento *in situ* com confinamento de exemplares de bagre em curral instalado em locais cujo sedimento sabidamente apresenta maiores concentrações de metais pesados, possibilitando uma avaliação temporal da bioacumulação. Os locais contaminados, constantes da literatura, poderão ser mapeados através de GPS, gerando uma maior precisão na determinação dos pontos para o confinamento dos animais.

A utilização destes biomonitores não deve necessariamente limitar-se à pesquisa acadêmica, mas sim estender-se aos programas de atenção à saúde do trabalhador. É importante levar sempre em consideração o fato de que a exposição ao risco de contaminação por metais pesados está presente mesmo em grupos que não apresentam nenhuma fonte evidente de exposição ambiental, alimentar ou ocupacional. A Saúde Pública, portanto, não se deve restringir ao monitoramento de áreas e populações consideradas críticas, mas ampliar seu espectro de ação, inclusive por meio de ações simples e rotineiras, realizadas com os recursos de atenção à saúde disponíveis nas comunidades enfocadas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABREU, M. de A., 1992. A cidade, a montanha e a floresta. In: **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, cap. 4, pp. 54-55.
- ADAIME, R. R., 1985. **Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega (Canaanéia, 25° Lat. S - Brazil)**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - USP. (tese de doutoramento).
- AKINTOLA, D. A.; SAMPSON, B. E.; FLECK, A., 1995. Development of an enzyme-linked immunosorbent assay for human metallothionein-1 in plasma and urine. **J. Lab. Clin. Med.**, 2 (126): 119-129.
- AKSORNKOAE, S., 1997. Reflorestación de bosques de manglar en Tailandia: estudio de caso de la provincia de Pattani. 55-67. In: FIELD, C., 1997. **La restauracion de ecosistemas de manglar**. Manágua: Ed. de Artes.
- ALBAHARY, C., 1972. Lead and hemopoiesis - the mechanism and consequences of the erythropathy of occupational lead poisoning. **The American Journal of Medicine**, 52: 367-377.
- ALESSIO, L.; ODONE, P.; BERTENELLI, G.; FOA, U., 1983. **Human biological monitoring of industrial chemical series**. Luxemburg: Comission of European Communities, pp. 23-44.
- ALMEIDA, J. R. de (org.), 1993. **Planejamento Ambiental: Caminho para a Participação Popular e Gestão Ambiental para o Nosso Futuro Comum - Uma Necessidade, Um Desafio**. Rio de Janeiro: Thex Ed.
- AL-MODHEFER, A. J. A.; BRADBURY, M. W. B.; SIMONS, T. J. B., 1991. Observations on the chemical nature of lead in human blood serum. **Clin. Sci**, 81: 823-829.
- AMIARD, J. C.; AMIARD-TRIQUET, C.; BERTHET, B.; METAYER, C., 1987. Comparative study of the patterns of bioaccumulation of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) trace metals in various estuarines and coastal organisms. **J. Exp. Mar. Ecol.** 106: 73-89.
- ANDERSON, R. A., 1997. Chromium as an essencial nutrient for humans. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, 26: S35-S41.
- AOAC, 1990. Lead in Fish: atomic absorption spectrophotometric method - Official Method 972.23. In: HELRICH, K. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 15<sup>a</sup> ed., Arlington: AOAC. v. I, Cap. 9.

- ARAÚJO, U. C. de., 1996. **Avaliação da exposição ao Pb de ambientes de trabalho: aplicação de parâmetros ambientais e biológicos**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública - ENSP/FIOCRUZ (dissertação de mestrado).
- ARENDT, H., 1995. **A condição humana**. 7<sup>a</sup> ed. (revista). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- ATSDR, 1992. **Analysis paper: impact of lead-contaminated soil on public health**. Atlanta: USA Department of Health and Human Services.
- AVELINE, L. C., 1980. Fauna dos manguezais brasileiros. **Rev. Bras. Geogr.**, 42: 786-821.
- AW, TC., 1997. Clinical and epidemiological data on lung cancer at a chromate plant. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 26: S8-S12.
- BARCELLOS, C., 1991. **Distribuição e comportamento de metais pesados em uma área costeira próxima a uma usina de beneficiamento de Zn e Cd, Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. (dissertação de mestrado).
- BARCELLOS, C., 1995. **Geodinâmica de Cd e Zn na Baía de Sepetiba**. Niterói: Universidade Federal Fluminense - UFF. (tese de doutoramento).
- BARCELLOS, C.; LACERDA, L. D., 1994. Cadmium and zinc source assessment in the Sepetiba Bay and basin region. **Environmental Monitoring and Assessment**, 29(2): 183-199.
- BARCELLOS, C.; REZENDE, C. E.; PFEIFFER, W. C., 1991. Zinc and cadmium production and pollution in a Brazilian coastal region. **Marine Pollution Bulletin**, 22(11): 558-561.
- BARIETY, J.; DRUET, P.; LALIBERTE, F., 1971. Glomerulonephritis with  $\alpha$  and  $\beta$  1C-globulin deposits induced in rats by mercuric chloride. **Am. J. Pathol.**, 65: 293-302.
- BARNHART, J., 1997. Occurrences, uses and properties of chromium. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, 26: 53-57.
- BARRY, P. S. I., 1975. A comparison of concentrations of lead in human tissues. **Br. J. Med.**, 32: 119-139.
- BARTON, J. C.; CONRAD, M. E.; HARRISON, L.; NUBY. S., 1978a. Effects of calcium on the absorption and retention of lead. **J. Lab. Clin. Med.**, 91(3): 366-375.
- BARTON, J. C.; CONRAD, M. E.; HARRISON, L.; NUBY. S., 1978b. Effects of iron on the absorption and retention of lead. **J. Lab. Clin. Med.**, 92(4): 536-545.

- BASKIN, S. **The uptake of metals across the intestine: emphasizing the absorptive mechanisms for iron, lead e mercury.** Disponível em <http://www.science.mcmaster.ca/Biology/4S03/SB1.HTM>, em 20/01/1999.
- BERNARD, A.; LAUWERYS, R., 1984. Cadmium in the human population. **Experientia**, 40: 143-151.
- BESCH-WILLIFORD, R.; BRUSH, C. L. E. O., 1989. Polyclonal serum production in a subcutaneous chamber. **Lab. Anim. Sci.**, 35: 491.
- BEWERS, J. M.; YEATS, P. A., 1989. Transport of river-derived trace metals through the coastal zone. **The Netherlands Journal of Sea Research**, 23(4): 3559-3568.
- BHATTACHARYA, S. K., LESLIE, R, E.; MADURA, R, L., 1995. Effects of Bioavailable Cadmium on Anaerobic Systems. **Water Environment Research**, 67(7):1092-1094.
- BLAKE, D. A.; CHAKRABARTI, P.; KHOSRAVIANI, M.; HATCHER, F. M.; WESTHOFF, C. M.; GOEBEL, P.; WYLIE, D. E.; BLAKE II, R. C., 1996. Metal binding properties of a monoclonal antibody directed toward metal-chelate complexes. **The Journal of Biological Chemistry**, 271(44): 27677-27685.
- BNDES, 1996. O sistema portuário brasileiro. **Informe infra-estrutura**, 2, setembro de 1996.
- BNDES, 1997. Agroindústria - piscicultura. **BNDES Setorial**, 5.
- BÖRJESSON, J.; BELLANDER, T.; JÄRUP, L.; ELINDER, C. G.; MATTSSON, S., 1997. In vivo analysis of cadmium in battery workers versus measurements of blood, urine, and workplace air. **Occupational and Environmental Medicine**, 54(6): 424-431.
- BORMANN, F.; LIKENS, G. E., 1974. The ecosystem concept and rational management of natural resources. In: COX, G. W., 1974. **Readings in Conservation Ecology**. San Diego: San Diego State University.
- BOYER, A., 1967. Les pêches maritimes. Paris: PFU. (collection que sais-je).
- BRADFORD, M. M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**, 72: 248-254.
- BREMNER, I.; BEATTIE, J.H., 1990. Metallothionein and the trace minerals. **Annual Reviews of Nutrition**, 10: 63-83.
- CABRERA, C., LORENZO, M. L.; LOPEZ, C., 1995. Lead and cadmium contamination in dairy products and its repercussion on total dietary intake. **J. Agric. Food Chem.**, 43: 1605-1609.

- CABRIDENC, R.; LUNDAHL, P., 1980. Intérêt et limites d'un "Test Daphnie" pour l'estude des nuisances des polluants vis-à-vis des environnements. **T. S. M. L'eau**, 69 (6): 340-345.
- CÁRDENAS, A.; RAMIS, I.; HOTTER, G.; ROSELLÓ, J.; GELPÍ, E.; ROELS, H.; BERNARD, A.; LAUWERYS, R., 1992. Human and experimental studies on renal eicosanoid response to long-term cadmium exposure. **Toxicology and Applied Pharmacology**, 116: 155-160.
- CÁRDENAS, A.; ROELS, H.; BERNARD, A. M.; BARBON, R.; BUCHET, J. P.; LAUWERYS, R. R.; ROSELLÓ, J.; RAMIS, I.; MUTTI, A.; FRANCHINI, I.; FELS, L. M.; STOLTE, H.; DE BROE, M. E.; NUYTS, G. D.; TAYLOR, S. A.; PRICE, R. G., 1993. Markers of early renal changes induced by industrial pollutants. II. Application to workers exposed to lead. **British Journal of Industrial Medicine**, 50: 28-36.
- CARPENÈ, E.; GEORGE, S. G., 1981. Absorption of cadmium by gills of *Mytilus edulis* (L.). **Mol. Physiol.**, 1: 23.
- CENEDELLA, R. J.; FLESCNER, C. R., 1990. Kinetics of corneal epithelium turnover *in vivo*. **Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.**, 31: 1957-1962.
- CETESB., 1986. **Avaliação da toxicidade das águas, sedimentos dos rios e efluentes industriais da região de Cubatão - São Paulo**. São Paulo: CETESB.
- CHAN, H. M.; SATOH, M.; ZALUPS, R. K.; CHERIAN, M. G., 1992. Exogenous metallothionein and renal toxicity of cadmium and mercury in rats. **Toxicol.** 76:15-26.
- CHAN, H. T., 1997. Reforestación de manglares en Malaysia Peninsular: estudio de caso de Matang. In: FIELD, C., 1997. **La restauración de ecosistemas de manglar**. Manágua: Ed. de Artes. Pp. 68-81.
- CHERIAN, M. G., 1982. Studies on toxicity of metallothionein in rat kidney epithelial cell culture. In: E.C. Foulks (ed.), **Biological roles of metallothionein**. Elsevier, Amsterdam, p. 193.
- CHERIAN, M. G.; GOYER, R. A.; DELAQUERRIERE-RICHARDSON, L., 1976. Cadmium metallothionein induced nephropathy. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, 38: 399.
- CIDE, 1994. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro - 1993/1994**. Rio de Janeiro: CIDE.
- CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y., 1983. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo: Ed. Oficina Regional de la UNESCO para América Latina y el Caribe (ROSTLAC).

- COELHO-NETTO, A. L., 1994. Hidrologia de encostas na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. D., 1994. **Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand. Pp. 93-148
- COHEN, S. C., 1993. **Reabilitação de favelas - até que ponto a tecnologia empregada é apropriada?** Rio de Janeiro: ENSP-FIOCRUZ. (dissertação de mestrado).
- COREY, F., 1987. **Cádmio**. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud. Série Vigilância, v.4.
- CORRÊA GALVÃO, M. C., 1992. Foco sobre a questão ambiental no Rio de Janeiro. In: ABREU, M. A. (org.), 1992. **Natureza e sociedade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, cap. 1, pp. 13-26.
- COSSON, R., 1992. Les Métallothionéines. **Analisis Magazine**, 20 (6): 50-53.
- CRONIN, R. E.; HENRICH, W. H., 1996. Toxic Nephropathy, pp. 1680-1710. In: BRENNER, B. M.; RECTOR, F. C. Jr., (eds.), 1996. **The Kidney**. Philadelphia: Saunders.
- DALLINGER, R.; BERGER, B; HUNZIKER, P. E.; BIRCHLER, N.; HAUER, C.R.; KÄGI, J. H. R., 1993. Purification and primary structure of snail metallothionein similarity of the N-terminal sequence with histones H4 and H2a. **Eur. J. Biochem.**, 216: 739-746.
- DE OLIVEIRA, N. M., 1993. Rainha das águas, dona do mangue: um estudo do trabalho feminino no meio ambiente marinho. **Revista Brasileira de Estudos de População**, 10 (1-2): 71-88.
- DELLA ROSA, H.; GOMES, J. R., 1988. Monitorização biológica de trabalhadores expostos ao cádmio. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 16(61): 49-52.
- DEPAULA, F. C. F.; OLIVEIRA, R. R.; REZENDE, C. E., 1993. Background level for heavy metals in sediments from Brazilian Southeastern Coast. In: **International Conference Heavy Metals In The Environment**, 1993, Toronto. Proceedings. Edinburgh: CEP Consultants, 1993. 1: 161-164.
- DÍAZ-BARRIGA, F.; BATRES, L.; CALDERÓN, J.; LUGO, A.; GALVÃO, L.; LARA, I.; RIZO, P; ARROYAVE, M. E.; MCCONNELL, R., 1997. The El Paso smelter 20 years later: residual impact on Mexican children. **Environmental Research**, 74(1): 11-16.
- DIB, K. A.; ARGENTO, M. S., 1989. A concentração de metais pesados - uma análise na perspectiva geográfica. In: **Anais do III Simpósio de Geografia Física Aplicada**, v. I, pp. 417-427. Nova Friburgo, RJ.

- DIEGUES, A. C. S., 1977. Alternativas de desenvolvimento em ecossistemas estuarinos. In: **Seminário alternativas de desenvolvimento: pesca-coleta e cultivo**. São Paulo: SEP, 1977. Pp. 229-238.
- DIEGUES, A. C. S., 1983. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática. (Ensaio 94).
- DIEGUES, A. C. S., 1988. A pesca artesanal no litoral brasileiro: cenários e estratégias para sua sobrevivência. **PROPOSTA: Experiências em Educação Popular**, 12(38): 2-24.
- DUKE, N., 1997. Reforestación de manglares en Panamá: una evaluación de la plantación de manglares en áreas deforestadas por un gran derramamiento de petróleo. In: FIELD, C., 1997. **La restauración de ecosistemas de manglar**. Managua: Ed. de Artes. Pp. 231-249.
- EGLER, C. A. G., 1996. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. **Território**, 1(1): 31-41. Egler, 1996
- EIDE, I.; MYKLESTAD, S.; MELSON, S., 1980. Long-term uptake and release of heavy metals by *Aschorphyllum nodosum* (L.) Le Jol. (Phagophyceae) *in situ*. **Environ. Pollut.** (ser. A), 23: 19-28.
- EKERN, L. J.; SCHIPPER, I. A.; MC-MAHON, K. J., 1981. Neonatal bovine enteritis: detection of rotavirus by counterimmunoelectrophoresis and enzyme-linked immunosorbent assay. **Can. J. Comp. Med.**, 45: 135-139.
- EMERENCIANO, I. A. A., 1981. **O camarão na área de Tutóia - Maranhão, MA**. Belém: Ministério da Educação e Cultura, Universidade Federal do Maranhão.
- EVANS, F. C., 1974. Ecosystem as the basic unit in ecology. In: COX, G. W., 1974. **Readings in conservation ecology**. San Diego: San Diego State University.
- FAGLIANO, J. A.; SAVRIN, J.; UDASIN, I.; GOCHFELD, M., 1997. Community exposure and medical screening near chromium waste sites in New Jersey. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 26(1): S13-S22.
- FAO, 1996. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA)**. Roma: FAO Fisheries Department.
- FAVERET-FILHO, P.; de SIQUEIRA, S. H. G., 1997. Panorama da pesca marítima no mundo e no Brasil. **BNDES SETORIAL**, 5.
- FAWCETT, J. P.; WILLIAMS, S. M.; HEYDON, J. L.; WALMSLEY, T. A.; MENKES, D. B., 1996. Distribution of Blood Lead Levels in a Birth Cohort of New Zealanders at Age 21. **Environ. Health Perspect.** 104:1332-1335.
- FDA, 1993a. **Guidance document for lead in shellfish**. Washington, D.C.: Center for Food Safety and Applied Nutrition.

- FDA, 1993b. **Guidance document for cadmium in shellfish**. Washington, D.C.: Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- FDA, 1993c. **Guidance document for chromium in shellfish**. Washington, D.C.: Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- FEEMA, 1980. **Levantamento de metais pesados no Estado do Rio de Janeiro, relatório preliminar**. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- FEEMA, 1991. **Cadastro das indústrias do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (Mimeo).
- FEEMA, 1993. Sepetiba: a outra Baía de problemas que o Rio não conhece. **Revista FEEMA**, 9: 26-34.
- FEEMA, 1995. Baía de Sepetiba. **Revista FEEMA**, 26: 27-34.
- FELS, L. M.; BUNDSCHUH, I.; GWINNER, H. J.; PRICE, R. G.; TAYLOR, S. A.; De BROE, M. E.; NUYTS, G. D.; MUTTI, A.; FRANCHINI, I.; LAUWERYS, R.; ROELS, H.; BERNARD, A.; GELPÍ, E.; ROSELLÓ, J.; HOTTER, G.; STOLTE, H., 1994. Early urinary markers of target nephron segments as studied in cadmium toxicity. **Kidney International**, 46(suppl. 47): S81-S88.
- FIELD, D. C. (ed.), 1997. **La restauracion de ecosistemas de manglar**. Managua: Ed. de Arte.
- FIELD, D. C., 1997. Pautas generales para la restauración de ecosistemas de manglar. In: **La restauración de ecosistemas de manglar**. Managua: Ed. de Arte, p. 259-278.
- FIRJAN, 1986. **Cadastro das indústrias do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. 2v.
- FIZSMAN, M.; PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D., 1984. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, RJ. *Environmental Technology Letters*, 5: 567-575.
- FLORA, S. J. S.; TANDON, S. K., 1987. Effect of combined exposure to lead and ethanol on some biochemical indices in the rat. **Biochemical Pharmacology**, 36(4): 537-541.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M., 1987. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons.
- FORSTNER, U.; SCHOER, J., 1984. Some typical examples of the importance of the role of sediments in the propagation and accumulation of pollutants. In: **Sediments and Pollution in Waterways: General Considerations**. IAEA-TECDOC-302. Vienna: IAEA, 137-158.

- FOWLER, B. A.; HILDEBRAND, C. E.; KOJIMA, Y.; WEBB, M., 1987. Nomenclature of metallothionein. **Experientia**, 41: 30-34.
- FRANKENNE, F.; NÖEL-LAMBOT, F.; DISTECHE, A., 1979. Isolation and characterization of metallothioneins from cadmium-loaded mussel *Mytilus edulis*. **Comp. Biochem. Physiol.**, 66c: 179-182.
- FREGONEZE, J. B.; MARINHO, C. A.; SOARES, T.; CASTRO, L.; SARMENTO, C.; CUNHA, M.; GONZALEZ, V.; OLIVEIRA, P.; NASCIMENTO, T.; LUZ, C. P.; SANTANA JR., P.; DE-OLIVEIRA, I. R.; DE-CASTRO-E-SILVA, E., 1997. Lead (Pb<sup>2+</sup>) and cadmium (Cd<sup>2+</sup>) inhibit the dipsogenic action of central beta-adrenergic stimulation by isoproterenol. **Braz. J. Med. Biol. Res.** 30(3): 420-423.
- GALVÃO, L. A. C.; COREY, F., 1987. **Cromo**. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud. Série Vigilância, v. 5.
- GNASIA-BARELLI, M.; ROMEO, M., 1987. Uptake of zinc by cultured phytoplankters (*Hymenomonas elongata*). **Dist. Aquat. Org.**, 3: 45-49.
- GUIMARÃES, G., 1997. **Uma cidade para todos: o plano diretor do município de Angra dos Reis**. Rio de Janeiro: Ed. Forense.
- GUIMARÃES, J. R. D.; LACERDA, L. D.; TEIXEIRA, V. L., 1982. Concentrações de metais pesados em algas bentônicas da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, com sugestão de espécies monitoras. **Rev. Bras. Biol.**, 42 (3): 553-557.
- GÜRSON, C. T.; SANER, G., 1978. Urinary chromium excretion, diurnal changes, and relationship to creatinine excretion in healthy and sick individuals of different ages. **Am. J. Clin. Nutr.**, 7 (31): 1162-1166.
- GUTKNECKT, J., 1983. Uptake by benthic marine algae. **Limnol. Oceanogr.**, 8: 31-38.
- HERBER, R. R. M.; CHRISTENSEN, J.M.; SABBIONI, E., 1997. Critical evaluation and review of cadmium concentrations in blood for use in occupational health according to the TRACY protocol. **Int. Arch. Occup. Environ. Health**, 69(6): 372-378.
- HERUBEL, M., 1928. L'évolution de la pêche. Paris: Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales. Citado por DIEGUES, A. C. S., 1983. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática (Ensaio 94).
- HERZ, R. 1991. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

- HIDALGO, J.; FLOS, R., 1986a. Dogfish metallothionein-I: purification and characterization and comparison with rat metallothionein. **Comp. Biochem. Physiol.**, 83c (1): 99-103.
- HIDALGO, J.; FLOS, R., 1986b. Dogfish metallothionein-II: electrophoretic studies and comparison with rat metallothionein. **Comp. Biochem. Physiol.**, 83c (1): 105-109.
- HILLAM, R. P; TENGERDY, R. P.; BROWN, G. L., 1974. Local antibody production against the murine toxin of *Yersinia pestis* in a golf ball induced granuloma. **Infect. Immun.** 10: 458 – 463.
- HONDA, R.; TSURITANI, I.; ISHIZAKI, M.; YAMADA, Y., 1997. Zinc and copper levels in ribs of cadmium-exposed persons with special reference to osteomalacia. **Environmental Research**, 75: 41-48.
- HOTTER, G.; FELS, L. M.; CLOSA, D.; ROSELLÓ, J.; STOLTE, H.; GELPÍ, E., 1995. Altered levels of urinary prostanoids in lead-exposed workers. **Toxicology Letters**, 77: 309-312.
- HOVINGA, M. E.; SOWERS, M.; HUMPHREY, H. E., 1993. Environmental exposure and lifestyle predictors of lead, cadmium, PCB, and DDT levels in Great Lakes fish eaters. **Arch. Environ. Health**, 48(2): 98-104.
- HU, H., 1991. A 50-year follow-up of childhood plumbism. **Am. J. Dis. Child.**, 145: 681-687.
- IEF, 1996. **Programa de zoneamento econômico-ecológico do Estado do Rio de Janeiro - ZEE/RJ**. Projeto I: diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro: SEMA.
- IKEDA, M.; WATANABE, T.; ZHANG, Z. N.; MOON, C. S.; SHIMBO, S., 1997. The integrity of the liver among people environmentally exposed to cadmium at various levels. **Int. Arch. Occup. Environ. Health**, 69(6): 379-385.
- INPH, 1977. **Relatório dos Estudos Hidrológicos na Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Pesquisas Hidrológicas. v. 1.
- JOHNSON, G. F.; MORELL, A. G.; STOCKERT, R. J.; STERNLIEB, I., 1981. Hepatic lysosomal copper protein in dogs with inherited copper toxicosis. **Hepatology**, 1 (3): 243-248.
- KÄGI, J. H. R.; KOJIMA, Y., 1987. Metallothionein-II. **Experientia**, suppl. 52.
- KÄGI, J. H. R.; SCHÄFFER, A., 1988. Biochemistry of metallothionein. **Biochemistry**, 27 (23): 8509-8515.
- KÄGI, J. H. R.; VALLEE, B. L., 1960. Metallothionein: a cadmium and zinc containing protein from equine renal cortex I. **J. Biol. Chem.**, 235: 3460-3465.

- KÄGI, J. H. R.; VALLEE, B. L., 1961. Metallothionein: a cadmium and zinc containing protein from equine renal cortex II. **J. Biol. Chem.**, 236: 2435-2442.
- KANG, Y. J.; CHEN, Y., YU, A.; VOSS-MCCOWAN, M.; EPSTEIN, P. N., 1997. Overexpression of metallothionein in the heart of transgenic mice suppresses. **J. Clin. Invest.**, 100 (6): 1501-1506.
- KHOSRAVIANI, M.; PAVLOV, A. B.; FLOWERS, G. C.; BLAKE, D.A., 1998. Detection of heavy metal by immunoassay optimization and validation of a rapid, portable assay for ionic cadmium. **Environ. Sci. Technol.** 32: 137-142.
- KIDO, R.; NOGAWA, K.; HOCHI, Y., 1993. The renal handling of calcium and phosphorus in environmental cadmium-exposed subjects with renal dysfunction. **J. Appl. Toxicol.**, 13: 43-47.
- KLAPPENBACH, M., 1965. Lista preliminar de los Mutilidae brasileños. **Anais Acad. Bras. Cienc.**, 37 (Supl.): 327-352.
- KOJIMA, Y.; BERGER, C.; VALLEE, B. L.; KÄGI, J. H. L., 1976. Amino-acid sequence of equine renal metallothionein-1b. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 73: 3413-3417.
- KRISTIANSEN, J.; CHRISTENSEN, J. M.; IVERSEN, B.; SABBIONI, E., 1997. Toxic trace element reference levels in blood and urine: influence of gender and lifestyle factors. **The Science Of The Total Environment**, 204: 147-160.
- KURITA, M. H.; PFEIFFER, W. C., 1991. Heavy metal in sediment and biota of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. In: **Heavy metals in the environment. Proceedings**. Edinburgh: CEP Consultants. Pp. 519-522.
- KURITA, M. H.; SOUZA, C. M. M. MAGALHÃES, V. F.; KAREZ, C. S.; PFEIFFER, W. C., 1990. Estudo da distribuição de metais pesados disponíveis no sedimento de fundo da enseada de Coroa Grande, Baía de Sepetiba, RJ. In: **Anais do III Congresso Brasileiro de Limnologia**, Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Limnologia, p. 230.
- LACERDA, L. D. (coord.), 1993. Conservación y aprovechamiento sostenible de bosques de manglar en las regiones America Latina y Africa. Parte I - America Latina. Proyecto ITTO/ISME PD114/90 (F). **Ecosistemas de Manglares - Informes Técnicos**, 2: 231-248.
- LACERDA, L. D., 1983. **Aplicação da metodologia de abordagem pelos parâmetros críticos no estudo da poluição por metais pesados na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro-Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. (tese de doutoramento).
- LACERDA, L. D.; CARVALHO, C. D.; GOMES, M. P., 1989. Nota sobre a distribuição de Mn, Zn, Cu em siris da Baía de Sepetiba. **Rev. Bras. Biol.**, 49(3): 847-849.

- LACERDA, L. D.; LIMA, N. R. W., PFEIFFER, W. C.; FISZMAN, M., 1983. Size and metal concentration in the mangrove mussel *Mytella guayanensis* (Mollusca: Bivalva) from Baía de Sepetiba, Brasil. **Rev. Biol. Trop.**, 31 (2): 333-335.
- LACERDA, L. D.; MAGALHÃES E SOUZA, C. M.; PESTANA, M. H. D., 1989. Trace metals geochemical associations in sediments of a non-contaminated estuary. **Ciência e Cultura**, 41(3): 301-304.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; FISZMAN, M., 1987. Heavy metal distribution, availability and fate in Sepetiba Bay, S. E., Brazil. **The Science of the Total Environment**, 65: 163-173.
- LAEMMLI, U. K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of the bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680-685.
- LAUG, E. P.; KUNZE, F. M., 1948. The penetration of lead through the skin. **Journal of Industrial Hygiene and Toxicology**, 30(4): 256-259.
- LEITÃO-FILHO, C. M., 1995. **Distribuição de metais pesados nos sedimentos superficiais da Baía de Sepetiba**. Niterói: Universidade Federal Fluminense - Instituto de Química. (dissertação de mestrado).
- LEROY, J. P., 1988. Pescadores artesanais: entre o passado e o futuro. (editorial). *PROPOSTA: Experiências em Educação Popular*, 38: 1.
- LIMA, N. R. W.; PFEIFFER, W. C.; FISZMAN, M., 1986. Ciclagem de metais pesados em bancos de *Spartina alterniflora* na Baía de Sepetiba, RJ. **Acta Limnológica Brasileira**, 1: 317-340.
- LIMA, R. K. de., 1978. **Pescadores de Itaipu: a pescaria da tainha e a produção ritual da identidade social**. Niterói: Universidade Federal Fluminense/PPGAS. Dissertação de Mestrado. 284 p.
- LUKANOVA, A.; TONIOLO, P.; ZHITKOVICH, A.; NIKOLOVA, V.; PANEV, T.; POPOV, T.; TAIOLI, E.; COSTA, M., 1996. Occupational exposure to Cr(VI): comparison between chromium levels in lymphocytes, erythrocytes, and urine. **Int. Arch. Occup. Environ. Health**, 69(1): 39-44.
- LYONS, W. M. B.; FITZGERALD, W. M., 1980. Trace metal fluxes to nearshore Long Island sound sediments. **Marine Pollution Bulletin**, 11: 157-161.
- MAGALHÃES, V. F., 1991. **Estudos da incorporação de metais pesados em uma espécie de alga marinha (*Padina gymnospora*) da Baía de Sepetiba através da utilização de traçadores radiotivos**. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. (dissertação de mestrado).

- MAJOR, R. H., 1939. Classic descriptions of disease with biographical sketches of the authors. Citado por CRONIN, R. E.; HENRICH, W. H., 1996. Toxic Nephropathy, In: BRENNER, B. M.; RECTOR, F. C. Jr. (eds.). **The Kidney**. Philadelphia: Saunders. pp. 1680-1710.
- MANALIS, R. S.; COOPER, G. P., 1973. Presynaptic and postsynaptic effects of lead at the frog neuromuscular junction. **Nature**, 243(8): 354-356.
- MARGOSHES, M.; VALLEE, B. L., 1957. A cadmium protein from equine kidney cortex. **J. Am. Chem. Soc.**, 79: 4813-4818.
- MELLO, C. F.; KRAEMER, C. K.; FILIPPIN, A.; MORSCH, V. M.; RODRIGUES, A. L. S.; MARTINS, A. F.; RUBIN, M. A., 1998. Effect of lead acetate on neurobehavioral development of rats. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, 31: 943-950.
- MESMAR, M., 1987. Distribution of lead and cadmium in trophic levels of some marine organisms. **Acta Biol. Hung.**, 38 (1): 155-160.
- MOSCATELLI, M., 1994. **Causas e conseqüências da degradação da região costeira do litoral sul fluminense e perspectivas para ações de restauração/recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Biologia (dissertação de mestrado).
- MOSCATELLI, M.; ALMEIDA, J. R., 1994. Avaliação do crescimento e sobrevivência de *Rhizophora mangle* em restauração de manguezais no município de Angra dos Reis - RJ. In: **I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, Paraná, 1994.
- MOSCATELLI, M.; DE´CARLI, C.; ALMEIDA, J. R., 1993. Avaliação preliminar do reflorestamento de manguezais - Lagoa Rodrigo de Freitas. In: **III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: Subsídios ao Gerenciamento Ambiental - SP**.
- MOURA, M., 1996. **A plumbemia na gravidez em um grupo de gestantes residentes na cidade do Rio de Janeiro, Brasil**. Rio de Janeiro: ENSP/FIOCRUZ. (dissertação de mestrado).
- MULDOON, S. B.; CAULEY, J. A.; KULLER, L. H.; SCOTT, J.; ROHAY, J., 1994. Lifestyle and sociodemographic factors as determinants of blood lead levels in elderly women. **Am. J. Epidemiol.**, 139: 599-608.
- NAGAYA, T.; ISHIKAWA, N.; HATA, H.; TAKAHASHI, A.; YOSHIDA, I.; OKAMOTO, Y., 1994. Early renal effects of occupational exposure to low level hexavalent chromium. **Arch. Toxicol.**, 68(5): 322-324.
- NARTEY, N. O.; BANERJEE, D.; CHERIAN, M. G., 1987. Immunohistochemical localization in cell nucleus and cytoplasm of foetal human liver and kidney and its changes during development. **Pathology**, 19: 233-238.

- NEGRET, R., 1982. **Ecosistema: unidade básica para o planejamento da ocupação territorial; ecologia e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas.
- NEVES-FERREIRA, A. G. C. ; VALENE, R. H.; SÁ, P. G.; DUMONT, G. B.; PERALES, J., 1998. New methodology for the obtainment of antibothropic factors from the south american opossum (*Didelphis marsupialis*) and jararaca snake (*Bothrops jararaca*). **Toxicon**, (in press).
- NIOSH, 1978a. **Criteria for a recommended standard for occupational exposure to inorganic lead. Revised Criteria, 1978**. Atlanta: USA Department of Health, Education and Welfare.
- NIOSH, 1978b. **Occupational Health Guideline for chromium metal and insoluble chromium salts**. Atlanta: USA Department of Health and Human Services.
- NOGAWA, K.; KIDO, T.; SHAIKH, Z. A., 1992. Dose response relationship for renal dysfunction in a population environmentally exposed to cadmium. I. **Arch. Sci. Publ.**, 118: 311-318.
- NORDBERG, G. F.; NORDBERG, M.; PISCATOR, M.; VESTERBERG, O. 1972. Separation of two forms of rabbit metallothionein by isoelectric focusing. **Biochem. J.**, 126: 491-498.
- ODUM, E. P., 1971. **Ecologia**. México:Interamericana.
- OKADA, I. A.; SAKUMA, A. M.; MAIO, F. D.; DOVIDAUSKAS, S.; ZENEBO, O., 1997. Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência de contaminação ambiental na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, 31(2):140-143.
- OLIVEIRA, R. R.; COELHO NETTO, A. L., 1996. O rastro do homem na floresta: a construção da paisagem da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Rio de Janeiro) a partir das intervenções antrópicas. **ALBERTO**, 4 (10).
- OLIVEIRA, R. R.; LIMA, D. F.; SAMPAIO, P. D.; DA SILVA, R. F.; TOFFOLI, D. G., 1994. Roça caiçara: um sistema "primitivo" auto-sustentável. **Ciência Hoje**, 18(104): 44-51.
- OSFOR, M. M.; EL DESSOUKY, S. A.; EL SAYED, A.; HIGAZY, R. A., 1998. Relationship between environmental pollution in Manzala Lake and health profile of fishermen. **Nahrung**, 42 (1): 42-45.
- OUTRIDGE, P. M.; SCHEUHAMMER, A. M., 1993. Bioaccumulation and toxicology of chromium: implication for wildlife. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, 130: 31-77.

- PALMA, J. C. C., 1979. Geomorfologia da plataforma continental norte brasileira. In: Chaves, H. A. S. (ed.), 1979. **Projeto Remac. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes**. Rio de Janeiro: Série Projeto Remac, nº 7.
- PANITZ, C. M. N., 1997. Ecological description of the Itacorubi mangroves, Ilha Santa Catarina, Brazil. In: KJERFVE, B.; LACERDA, L. D.; DIOP, E. H. S., 1997. **Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa**. France: Unesco, p. 204-223.
- PAOLIELO, M. M. B.; GUTIERREZ, P. R.; TURINI, C. A.; MATSUO, T.; MEZZAROBÀ, L.; BARBOSA, D. S.; ALVARENGA, A. L.; CARVALHO, S. R. Q.; FIGUEIROA, G. A.; LEITE, V. G. M.; GUTIERREZ, A. C.; NOGUEIRA, K. B.; INAMINE, W. A. S.; ZAVATTI, A. M., 1997. Valores de referência para plumbemia em população urbana. **Rev. Saúde Pública**, 31(2):144-148.
- PATCHINEELAM, S. R.; LEITÃO-FILHO, C. M.; AZEVEDO, F. V.; MONTEIRO, E. A., 1989. Variation in the distribution of heavy metals in surface sediments of Sepetiba Bay; Rio de Janeiro, Brazil. In: **Heavy metals in the environment**, 1989. Geneva. Proceedings: Edinburgh: CEP Consultants, 2: 424-427.
- PAUSTENBACH, D. J.; PANKO, J. M.; FREDRICK, M. M.; FINLEY, B. L.; PROCTOR, D. M., 1997. Urinary chromium as a biological marker of environmental exposure: what are the limitations? **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 26: S23-S34.
- PEDERSEN, N. S.; PEDERSEN, K. L.; HOJRUP, P.; DEPLEDGE, M. H.; KNUDSEN, J., 1996. Primary structures of decapod crustacean metallothioneins with special emphasis on freshwater and semi-terrestrial species. **Biochemistry**, 319: 999-1003.
- PEDLOWSKI, M. A., 1990. **Entradas atmosféricas de nutrientes, metais pesados e acidez livre na Baía de Sepetiba, RJ**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Geociências. (dissertação de mestrado).
- PENEDO, A.; PINTO, F. N.; PFEIFFER, W. C., 1997. Determinação de metais pesados na biota aquática da Baía de Sepetiba, RJ. In: **XII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental**. Caxambu-MG, p. 308.
- PENNA-FRANCA, E.; PFEIFFER, W. C.; FISZMAN, M.; LACERDA, L. D., 1984. Aplicabilidade da análise pelos parâmetros críticos, usualmente empregada para instalações nucleares no controle da poluição do ambiente marinho por metais pesados. **Ciência e Cultura**, 36(2): 215-219.
- PESTANA, M. H. D., 1989. **Partição geoquímica de metais pesados em sedimentos estuarinos nas Baías de Sepetiba e da Ribeira, RJ**. Niterói: Universidade Federal Fluminense - Instituto de Química. (dissertação de mestrado).

- PFEIFFER, W. C.; FISZMAN, M.; MALM, O.; LIMA, N. R. W.; AZCUE, J. M., 1984. Estudo da poluição ambiental por metais pesados na Baía de Sepetiba, Rio Paraíba do Sul e Rio Guandu através da análise de parâmetros críticos. In: **II Simpósio Brasileiro de Recursos do Mar**. Rio de Janeiro - RJ.
- PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D.; FISZMAN, M. LIMA, N. R. W., 1984. Metais pesados no pescado da Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro - RJ. **Ciência e Cultura**, 37(2): 297-302.
- PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D.; FISZMAN, M.; LIMA, N. R., 1985. Metais pesados no pescado da Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro. **Ciência e Cultura**, 37(2): 297-302.
- POCOCK, S. J.; SHAPER, A. G.; WALKER, M.; WALE, C. J.; CLAYTON, B.; DELVES, T.; LACEY, R. F.; PACKHAM, R. F.; POWELL, P., 1983. Effects of tap water lead, water hardness, alcohol, and cigarettes on blood lead concentrations. **Journal of Epidemiology and Community Health**, 37:1-7.
- PONÇANO, W. L.; GIMENES, A. F.; FULGARO, V. J., 1976. Sedimentação atual da Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: contribuições à avaliação de viabilidade geotécnica da implantação de um porto. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia**, RJ. p 111-139.
- PRESTON, A.; PORTMAN, J. E., 1981. Critical pathway analysis applied to the control of mercury inputs to United Kingdom coastal waters. **Environ. Pollut.** (ser. B2): 451-464.
- PRITCHARD, D. W., 1967. What is an estuary physical viewpoint. In: LAUFF, G. H. (ed.), 1967. **Stuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science. Publication nº 83.
- PULIDO, P. KÄGI, J. H. R.; VALLEE, B. L., 1966. Isolation and some properties of human metallothionein. **Biochemistry**, 5: 1768-1777.
- RABINOWITZ, M. B.; WETHERILL, G. W.; KOPPLE, J. D., 1977. Magnitude of lead intake from respiration by normal man. **J. Lab. Clin. Med.**, 90(2): 238-247.
- RAMOS, E. B., 1977. Algumas considerações sobre a legislação que rege a atividade profissional do pescador brasileiro (definições e conceitos). In: **Seminário alternativas de desenvolvimento: pesca-coleta e cultivo**. São Paulo: SEP, 1977. Pp. 327-332.
- RAUSER, W. E., 1990. Phytochelatins. **Annu. Rev. Biochem.**, 59: 81-86.
- REZENDE, C. E. de., 1993. **Origem, transporte e destino da matéria orgânica na interface fluvio-marinha, sob diferentes condições de uso do solo e sua relação com o transito de poluentes metálicos na Baía de Sepetiba, RJ**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. (tese de doutoramento).

- RIGET, R.; DIETZ, R.; JOHANSEN, P., 1998. Zinc, cadmium, mercury and selenium in Greenland fish. **Bioscience**, 48: 1-29.
- ROELS, H.; BERNARD, A. M.; CÁRDENAS, A.; BUCHET, J. P.; LAUWERYS, R. R.; HOTTER, G.; RAMIS, I.; MUTTI, A.; FRANCHINI, I.; BUNDSCHUH, I.; STOLTE, H.; DE BROE, M. E.; NUYTS, G. D.; TAYLOR, S. A.; PRICE, R. G., 1993. Markers of early renal changes induced by industrial pollutants. III. Application to workers exposed to cadmium. **British Journal of Industrial Medicine**, 50: 37-48.
- SÁ, P. G. S., 1988. **Reserva Biológica do Trombetas x UHE Cachoeira Porteira**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ/SEMA. (monografia de especialização).
- SALOMONS, W., 1980. Adsorption processes and hydrodynamic conditions in estuaries. **Environmental Technology Letters**, 1: 356-365.
- SCHÜTZ, A.; BARREGARD, L.; SÄLLSTEN, G.; WILSKE, J.; MANAY, N.; PEREIRA, L.; COUSILLAS, Z. A., 1997. Blood lead in Uruguayan children and possible sources of exposure. **Environ. Res.**, 74: 17-23.
- SHAIKH, Z. A.; ELLIS, K. J.; SUBRAMANIAN, K. S.; GREENBERG, A., 1990. Biological monitoring for occupational cadmium exposure: the urinary metallothionein. **Toxicol.**, 63: 53.
- SHAPER, A. G.; POCOCK, S. J.; WALKER, M.; WALE, C. J.; CLAYTON, B.; DELVES, H. T.; HINKS, L., 1982. Effects of alcohol and somoking on blood lead in middle-aged British men. **British Medical Journal**, 284(30):299-302.
- SHERLOCK, J. C., 1984. Cadmium in foods and the diet. **Experientia**, 40: 152-156.
- SIEGEL, Sidney., 1979. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: Mcgraw-Hill.
- SILVA FILHO, Emmanoel V.; WASSERMAN, Julio Cesar; LACERDA, Luiz D., 1993. History of metal inputs recorded on sediment cores from a remote environment. In: **International Conference on Pollution Processes in Coastal Environments**, 1993, Mar del Plata, Argentina. pp. 182-186.
- SKERFVING, S., 1993. Inorganic Lead. In: **Criteria Documents from the Nordic Expert Group**. Sweden: Ed. Brita Beijer och Per Lundberg. pp. 125-238.
- SMITH, C. M.; DeLUCA, H. F.; TANAKA, Y.; MAHAFFEY, K. R., 1977. Stimulation of lead absorption by vitamin D administration. **J. Nutr.**, 108: 843-847.
- SMITH, H., 1971. The development of Shetland fisheries and fishing communities. In: ANDERSEN, R.; STILES, G., 1971. **Man and the sea; human factors in marine environments**. New York: Selected Academic Readings.

- SO, C. L., 1978. Environmental pollution of estuaries - a problem of hazard. **Environ. Conserv.**, 5 (3): 205-211.
- SOMERO, G. N.; CHOW, T. J.; YANCEY, P. H.; SNYDER, C. B., 1977. Lead accumulation rates in tissues of the estuarine teleost fish, *Gillichthys mirabilis*: salinity and temperature effects. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 6 (2-3): 337-348.
- SQUIBB, K. S., PRITCHARD, J. B.; FOWLER, B. A., 1984. Cadmium-metallothionein nephropathy: relationships between ultrastructural/biochemical alterations and intracellular cadmium binding. **J. Pharmacol. Exp. Ther.**, 229: 311-321.
- STEINHOFF, D., et al., 1986. Carcinogenicity study with sodium dichromate in rats. **Exp. Pathol.**, 30:129-141.
- STERN, A. H.; BAGDON, R. E.; HAZEN, R. E.; MARZULI, F. N., 1993. Risk assessment of the allergic dermatitis potential of environmental exposure to hexavalent chromium. **J. Toxicol. Environ. Health**, 40(4): 613-641.
- STRIDE, R. K., 1992. **Diagnóstico da pesca artesanal marinha do Estado do Maranhão**. ODA/FINEP/UFMA. São Luiz. v. II.
- STRIDE, R. K.; ALVES, M. I. M.; RAPOSO, L. A. B., 1993. **Pesca experimental de camarão com redes tresmalhos no litoral maranhense**. São Luiz: CORSUP/EDUFMA.
- TEMPLETON, D. M.; CHERIAN, M. G., 1991. Toxicological significance of metallothionein. **Methods In Enzimology**, 205: 11-24.T
- TOWBIN, H.; STAHELIN, T.; GORDON, J., 1979. Electrophoretic transfer of protein from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some application. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 76: 4350-4354.
- TOYNBEE, A., 1982. *A humanidade e a Mãe Terra*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- VALLEE, B. L., 1986. **Zinc enzymes**. In: BERTINI, I.; LUCHINATI, C.; MARET, W.; ZEPPEZAUER, M., (eds.), 1986. Boston: Birkhäuser. p. 1
- VALLEE, B. L., 1991. Introduction to metallothionein. **Methods In Enzimology**, 205: 3-7.
- VALLEE, B. L.; AULD, D. S., 1990. Active-site zinc ligands and activated H<sub>2</sub>O of zinc enzymes. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 87(1): 220-224.
- VALLEE, B. L.; AULD, D. S., 1991. Matrix metalloproteinases and inhibitors. In: BIRKEDAL HANSEN, H.; WERB, Z.; WELGUS, H. AND VAN WART, H. E., (eds.), 1991. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. (Eds),.

- VIARENGO, A., 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. **Rev. Aquat. Sci.**, 1(2): 295-317.
- VIARENGO, A.; CAMES, L., 1991. Mussels as biological indicators of pollution. **Elsevier Sciences Publisher B. V.**, pp. 225-243.
- VIARENGO, A.; PALMERO, S.; ZANICCHI, G.; CAPELLI, R.; VAISSIERE, R.; ORUNESU, M., 1985. Role of metallothioneins in Cu and Cd accumulation and elimination in the gill and digestive gland cells of *Mytilus galloprovincialis* Lam.,. **Marine Environ. Research**, 16: 23-36.
- VIARENGO, A.; ZANICCHI, G.; MOORE, M. N.; ORUNESU, M., 1981. Accumulation and detoxification of copper by the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam.: a study of the subcellular distribution in the digestive gland cells. **Aquatic Toxicology**, 1: 147-157.
- WATSON, W. S.; HUME, R.; MOORE, M. R., 1980. Oral absorption of lead and iron. **The Lancet**, 2: 236-237.
- WATTS, P. P. G., 1991. **Aporte de metais pesados para a Baía de Sepetiba e o seu comportamento na região estuarina**. Niterói: Universidade Federal Fluminense - Instituto de Geoquímica. (dissertação de mestrado).
- WEEB, M., 1987. Toxicological significance of metallothionein. In: Kägi, J. H. R.; Kojima, Y. (eds.), 1987. **Metallothionein II**. Birkhauser Verlag: Basel.
- WHITE, S. L.; RAINBOW, P. S., 1985. On the metabolic requirements for copper and zinc in mollusks and crustaceans. **Mar. Environ. Res.**, 16: 215-216.
- WHO, 1988. **Chromium**. IPCS International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 61, Geneva, Switzerland, pp. 197.
- WILSON, A. K.; BHATTACHARYYA, M. H., 1997. Effects of cadmium on bone: an in vivo model for the early response. **Toxicology and Applied Pharmacology**, 145(1): 68-73.
- WOLFF, K. L.; HUDSON, B. W.; ORMSBE, R. A.; PEACOCK, M. G., 1976. Production of antibody in induced granulomas. **J. Clin. Microbiol.**, 4: 384-387.
- YOST, K. J., 1984. Cadmium, the environment and human health: an overview. **Experientia**, 40: 157-164.

## **ANEXO 1 - Questionário sócio-ambiental**



**I) DADOS FAMILIARES:**

- a) Morador \_\_\_\_\_
- b) Bairro \_\_\_\_\_ Período:   anos
- c) Número de moradores \_\_\_\_\_
- d) Número de pessoas economicamente ativas \_\_\_\_\_
- e) Profissão do dono da casa \_\_\_\_\_   anos
- f) Profissão da dona da casa \_\_\_\_\_   anos
- g) Escolaridade dos adultos \_\_\_\_\_
- h) Faixa etária:
- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> de 0 a 5   | <input type="checkbox"/> de 5 a 11       |
| <input type="checkbox"/> de 11 a 17 | <input type="checkbox"/> de 17 a 23      |
| <input type="checkbox"/> de 23 a 29 | <input type="checkbox"/> de 29 a 35      |
| <input type="checkbox"/> de 35 a 41 | <input type="checkbox"/> de 41 a 47      |
| <input type="checkbox"/> de 47 a 53 | <input type="checkbox"/> de 53 a 59      |
| <input type="checkbox"/> de 59 a 65 | <input type="checkbox"/> de 65 em diante |
- i) Número de filhos \_\_\_\_\_
- j) Renda familiar \_\_\_\_\_

**II) TIPO DE HABITAÇÃO:**

- a) Piso:
- |                                  |                                 |                                  |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> taco    | <input type="checkbox"/> areia  | <input type="checkbox"/> mosaico |
| <input type="checkbox"/> cimento | <input type="checkbox"/> tijolo | <input type="checkbox"/> barro   |
- b) Paredes:
- |                                   |                                  |                                 |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> palha    | <input type="checkbox"/> taipa   | <input type="checkbox"/> tijolo |
| <input type="checkbox"/> rebocada | <input type="checkbox"/> pintada |                                 |
- c) Cobertura:
- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> palha   | <input type="checkbox"/> telha |
| <input type="checkbox"/> madeira | <input type="checkbox"/> zinco |
- d) Com quintal cercado  Com quintal murado  Sem quintal
- e) Com banheiro  Sem banheiro
- f) Luz: sim  não
- g) Número de cômodos \_\_\_\_\_
- h) Número de janelas \_\_\_\_\_
- i) Casa:  própria  alugada

Ministério da Saúde

**Fundação Oswaldo Cruz**

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA



**FIOCRUZ**

**III) CONDIÇÕES SANITÁRIAS:**

a) Aparelho sanitário:

- |                                    |  |                                  |
|------------------------------------|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> enterrado | <input type="checkbox"/> na superfície | <input type="checkbox"/> ausente |
| <input type="checkbox"/> sumidouro | <input type="checkbox"/> fossa         | <input type="checkbox"/> não     |

d) Destino da água sevida: \_\_\_\_\_

e) Disponibilidade da água:

- |  |                                    |                               |                              |
|--|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> água encanada | <input type="checkbox"/> cisterna  | <input type="checkbox"/> poço | <input type="checkbox"/> rio |
| <input type="checkbox"/> açude         | <input type="checkbox"/> aguadeiro | <input type="checkbox"/> lago |                              |

e) Água para beber:

- |                                |                                  |                                   |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> coada | <input type="checkbox"/> fervida | <input type="checkbox"/> filtrada |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|

f) Aparelhagem de uso:

- |                                    |                                     |                                       |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> lavatório | <input type="checkbox"/> tanque     | <input type="checkbox"/> chuveiro     |
| <input type="checkbox"/> pia       | <input type="checkbox"/> lava roupa | <input type="checkbox"/> caixa d'água |

**IV) LIXO:**

a) Caracterização do lixo:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> latas     | <input type="checkbox"/> vidros           |
| <input type="checkbox"/> plásticos | <input type="checkbox"/> matéria orgânica |

b) Destino do lixo:

- recolhido por lixeiro
- depositado em recipientes apropriados
- enterrado
- queimado
- jogado em terreno baldio

c) Principais problemas decorrentes do lixo?

- |                                     |                                  |                                  |                                |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> mau cheiro | <input type="checkbox"/> insetos | <input type="checkbox"/> doenças | <input type="checkbox"/> ratos |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|

d) Sugestões: \_\_\_\_\_

**V) ANIMAIS: (CRIAÇÃO)**

Espécies: \_\_\_\_\_

Quantidade: \_\_\_\_\_

Criação para:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> consumo | <input type="checkbox"/> comercialização |
| <input type="checkbox"/> guarda  | <input type="checkbox"/> companhia       |

**PLANTAÇÃO**

Espécies: \_\_\_\_\_

Quantidade: (área) \_\_\_\_\_

Plantação para:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> consumo | <input type="checkbox"/> comercialização |
|----------------------------------|--|

Ministério da Saúde

**Fundação Oswaldo Cruz**

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA



**FIOCRUZ**

**VI) UTILIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SAÚDE:**

- a) Posto de saúde pública ?  sim  não
- b) O posto supre as necessidades da população ?  
 sim  não
- c) Em caso de emergência:
- |  |                                 |                                      |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vai ao continente | <input type="checkbox"/> Angra  | <input type="checkbox"/> Mangaratiba |
| <input type="checkbox"/> Rio               | <input type="checkbox"/> Outros |                                      |
- d) Médico particular ?  sim  não

Sugestões: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**VII) HÁBITOS ALIMENTARES:**

- a) Consumo de proteínas animal:
- |                                |                                |                               |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peixe | <input type="checkbox"/> carne | <input type="checkbox"/> aves |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
- Quantas vezes por semana ? \_\_\_\_\_
- b) Consumo de cereais:
- |                                 |                                |                                |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Feijão | <input type="checkbox"/> arroz | <input type="checkbox"/> milho | <input type="checkbox"/> grãos |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
- Quantas vezes por semana ? \_\_\_\_\_
- c) Consumo de hotalias: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- d) Quantas vezes por semana ? \_\_\_\_\_

**VIII) CONDIÇÕES DE ATIVIDADE PESQUEIRA**

- Registrado em colônia:   não
- Autônomo
- Empregado carteira assinada
- Participação na produção
- Pesca para consumo familiar

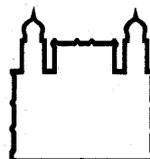
**IX) QUAIS OS MOTIVOS QUE O LEVARAM A SER PESCADOR ?**

- Gosta da arte
- Tradição familiar
- Despreparo para outras profissões
- Melhor meio de ganhar dinheiro

Ministério da Saúde

**Fundação Oswaldo Cruz**

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA



**FIOCRUZ**

**X) COMO APRENDEU A PESCAR ?**

- Orientado pelo pai
- Orientado por amigos
- Orientado pelo patrão
- Pescando na adolescência
- Curso de treinamento

**XI) PERÍODO SEM ATIVIDADE PESQUEIRA**

Fases

- I-
- II-
- III-
- IV-

Motivo

- I- \_\_\_\_\_
- II- \_\_\_\_\_
- III- \_\_\_\_\_
- IV- \_\_\_\_\_

**XII) MÉTODO DE CAPTURA**

	Tempo/hora	Fase	Local
- Rede de espera			
- Cerco			
- Arrastão (balhão)			
- Linha			
- Catação de mariscos			
- Espécies: _____			

**XIII) TIPO DE EMBARCAÇÃO**

Tamanho:   M

Barco a motor  Canoa a motor  Canoa a remo

**XIV) PERÍODO DE PESCA**

Manhã  Tarde  Noite

**XV) ESPÉCIES MAIS CAPTURADAS**

Espécie	Fases	Consumidas
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Ministério da Saúde

**Fundação Oswaldo Cruz**

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA



**FIOCRUZ**

XVI) DESTINO DO PESCADO NÃO RENTÁVEL

- Jogado no mar
- Cedido
- Venda como refugo

XVII) ESPÉCIES MAIS REJEITADAS

Espécie	Motivo

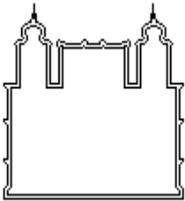
XVIII) MÉTODO DE CONSERVAÇÃO

Gelo <input type="checkbox"/>	Salga <input type="checkbox"/>	Secagem <input type="checkbox"/>
Vantagem <input type="checkbox"/>	Vantagem <input type="checkbox"/>	Vantagem <input type="checkbox"/>
Desvantagem <input type="checkbox"/>	Desvantagem <input type="checkbox"/>	Desvantagem <input type="checkbox"/>

XIX) LOCAL DE COMERCIALIZAÇÃO

Cooperativa <input type="checkbox"/>	Mercado <input type="checkbox"/>	Peixaria <input type="checkbox"/>
Comprador fixo <input type="checkbox"/>	Consumido <input type="checkbox"/>	

## **ANEXO 2 - Termo de consentimento**



**FUNDAÇÃO INSTITUTO OSWALDO CRUZ**  
**ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA**  
**Centro de Estudos em Saúde do Trabalhador**  
**e Ecologia Humana (CESTEH)**

**TERMO DE CONSENTIMENTO:**

Consinto, de livre e espontânea vontade, na coleta de material biológico (sangue e urina) para realização de exames de patologia clínica pela equipe de pesquisa da Fundação Instituto Oswaldo Cruz. Esta Fundação, na pessoa do responsável técnico pela pesquisa, doutorando Paulo Guilherme da Silva Sá, se compromete a fornecer-me os resultados destes exames para apresentação junto aos médicos do Sistema Único de Saúde deste município, para as devidas avaliações. Consinto igualmente que parte deste material seja utilizado para pesquisa de toxicologia ambiental (dosagem dos níveis de metais pesados).

Este consentimento se fundamenta no compromisso assumido pela equipe de garantir meu anonimato, minha integridade física e psíquica e na ausência de qualquer ônus de minha parte para a realização destes exames. Igualmente, os resultados da dosagem de metais ser-me-ão informados, e caso se constate alguma alteração da normalidade, receberei da equipe as devidas orientações.

Data \_\_\_\_\_

---

assinatura

**ANEXO 3 - Parecer do comitê de ética da ENSP**



Protocolo nº002/98

**PARECER CEP/ENSP**

Projeto: **Método de Abordagem para Biomonitoramento de Metais Pesados em Sistemas Aquáticos.**

Proponente Dr. Paulo Guilherme da Silva Sá:

O Projeto submetido a este comitê trata de análises de sangue e urina para fins de dosagem de metais.

Estão anexados à solicitação:

- Termo de consentimento para coleta de análise;
- Declaração do laboratório do CESTEH/FIOCRUZ;
- Aceitando a realização das análises;
- Documento de esclarecimento à comunidade sobre o objetivos do Projeto.

Como o referido projeto foi iniciado antes da existência deste comitê, entendemos que o mesmo não está sujeito a apreciação pelo comitê. Entretanto baseado nos documentos apresentados e citados acima entendemos que o projeto respeita às recomendações da resolução 196/CNS de 10/10/96 e somos favorável à aprovação do mesmo.

Aprovado em 13/05/98.

Rio de Janeiro, 13 de maio de 1998.

Profª. Dra. Elizabeth Moreira dos Santos  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa  
ENSP/FIOCRUZ

## **ANEXO 4 - Anamnese dos grupos amostrados**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

FACULDADE DE MEDICINA

SERVIÇO E DISCIPLINA DE NEFROLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA  
LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DE PESQUISA  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO FRAGA FILHO  
FUNDAÇÃO INSTITUTO OSWALDO CRUZ

*INVESTIGAÇÃO DE TOXICIDADE RENAL POR  
METAIS PESADOS NOS PESCADORES DA  
BAÍA DE SEPETIBA*

IDENTIFICAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Raça: \_\_\_\_\_  
Naturalidade: \_\_\_\_\_ Nacionalidade: \_\_\_\_\_  
Profissão: \_\_\_\_\_

HISTÓRIA CLÍNICA

Parto: \_\_\_\_\_ DCI: \_\_\_\_\_  
Doenças, Internações e Cirurgias Prévias: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

HÁBITOS ALIMENTARES (sempre: S; às vezes:V; nunca: N)

Peixes \_\_\_\_\_ Mariscos \_\_\_\_\_ Carnes \_\_\_\_\_ Aves \_\_\_\_\_  
Ovos \_\_\_\_\_ Frutas \_\_\_\_\_ Verduras \_\_\_\_\_ Legumes \_\_\_\_\_  
Massas \_\_\_\_\_ Líquidos \_\_\_\_\_ ( $\pm 1$ /dia)

História Familiar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tabagismo: \_\_\_\_\_ Alcoolismo: \_\_\_\_\_

Outros hábitos: \_\_\_\_\_

Estado atual, queixas: \_\_\_\_\_

Medicações em uso: \_\_\_\_\_

Trabalho em outros locais: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Tempo: \_\_\_\_\_ Havia mecanismos de proteção? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### EXAMES LABORATORIAIS

##### SANGUE:

Hemograma: Leucometria: \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_ Mt \_\_\_\_\_ Mi \_\_\_\_\_

Bs \_\_\_\_\_ Sg \_\_\_\_\_ L \_\_\_\_\_ Mo \_\_\_\_\_ Hematócrito \_\_\_\_\_ Hb \_\_\_\_\_ Hm \_\_\_\_\_

Plaquetas \_\_\_\_\_ Ativ. Prot. \_\_\_\_\_ PTT \_\_\_\_\_

Glicose \_\_\_\_\_ Uréia \_\_\_\_\_ Creatinina \_\_\_\_\_ Na \_\_\_\_\_ Cl \_\_\_\_\_

K \_\_\_\_\_ HCO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ Ca \_\_\_\_\_ P \_\_\_\_\_ Mg \_\_\_\_\_ Ác. úrico \_\_\_\_\_

Proteínas: Alb. \_\_\_\_\_ Glob. \_\_\_\_\_ Colesterol \_\_\_\_\_ Triglicerídeos \_\_\_\_\_

Gasometria: \_\_\_\_\_

##### URINA:

EAS (Células, cristais, densidade, pH)

Osmolaridade (pré e pós restrição hídrica): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Urina de 24 horas: Creatinina \_\_\_\_\_ Na \_\_\_\_\_ Ca \_\_\_\_\_

Ác. úrico \_\_\_\_\_ P \_\_\_\_\_ Mg \_\_\_\_\_ Citrato \_\_\_\_\_ Proteínas \_\_\_\_\_

## **ANEXO 5 - Requisição de exames**



Ministério da Saúde  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
 ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
 CENTRO DE ESTUDOS DA SAÚDE DO TRABALHADOR  
 SERVIÇO DE ATENÇÃO À SAÚDE DO TRABALHADOR - FIOST

**EXAME DE LABORATÓRIO**

Nome \_\_\_\_\_  
 Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Nº do Registro \_\_\_\_\_  
 Ind. Clínica \_\_\_\_\_ Pedido em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Requisitante \_\_\_\_\_ Colhida em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BIOQUÍMICA/SOROLOGIA**

**ATENÇÃO: COMPAREÇA AO LABORATÓRIO ÀS 08:00 HORAS DA MANHÃ EM JEJUM DE 12 HORAS**

- Transaminase Ovalocítica (Reitman e Frankel - VN = 4 a 36 u/ml) \_\_\_\_\_ u/ml
- Transaminase Pirúvica (Reitman e Frankel - VN = 4 a 32 u/ml) \_\_\_\_\_ u/ml
- Bilirrubinas (Sims-Hom VN = D = até 0,4 T = até 1,2 mg/dl) Total \_\_\_\_\_ Direta \_\_\_\_\_ Indireta \_\_\_\_\_ g/dl
- Proteínas Totais (Biureto VN = 6,0 a 8,0 g/dl) \_\_\_\_\_ g/dl
- Albumina (Verde de Bromocresol VN = 3,5 g/dl) \_\_\_\_\_ g/dl
- Globulina \_\_\_\_\_ u/l
- Fosfatase Alcalina (Ifoj Modificado VN = Adultos = 13 a 43 \_\_\_\_\_ u/l  
 Crianças até 12 anos = 56 a 156
- Glutamil Transferase (Método Colorimétrico VN = Homens = 6 a 28 \_\_\_\_\_ mg/dl  
 Mulheres = 4 a 18
- Ácido Úrico (Enzimático (VOD/POD) seg. Trinder VN = Homens = 2,5 a 6,0 \_\_\_\_\_ mg/dl  
 Mulheres = 2,0 a 5,0)
- Uréia (Enzimático - Berthelot VN = 10 a 45 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl
- Creatinina (Lustosa Basques VN = 0,4 a 1,3 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl
- Lípidos Totais (Método Colorimétrico VN = 400 a 800 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl
- Colesterol (Enzimático GOD/POD) VN = Homens Mulheres = até 240 mg/dl \_\_\_\_\_ mg/dl
- Triglicérides (Método Enzimático) < 30 anos = 10 a 140 \_\_\_\_\_ mg/dl  
 30-40 anos = 10 a 150  
 40 - 50 anos = 10 a 160
- Glicose de jejum (Enzimática GOD-ANA VN = 70 a 110 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl
- Glicose Pós-Prandial (Enzimática GOD-ANA VN = 70 a 1100 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl
- Curva Glicêmica (Enzimática GOD-ANA VN = 70 a 110 mg/dl) \_\_\_\_\_ mg/dl

**SANGUE**

Jejum \_\_\_\_\_ mg/dl  
 1ª Hora \_\_\_\_\_ mg/dl  
 2ª Hora \_\_\_\_\_ mg/dl  
 3ª Hora \_\_\_\_\_ mg/dl

**URINA**

Jejum \_\_\_\_\_  
 1ª Hora \_\_\_\_\_  
 2ª Hora \_\_\_\_\_  
 3ª Hora \_\_\_\_\_

Sorologia para Leuc: \_\_\_\_\_  
 Outros \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Responsável \_\_\_\_\_



Ministério da Saúde  
**Fundação Oswaldo Cruz**

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
CENTRO DE ESTUDOS DA SAÚDE DO TRABALHADOR E ECOLOGIA HUMANA - CESTEH  
SERVIÇO DE ATENÇÃO À SAÚDE DO TRABALHADOR - FIOSAST

EXAME  
DE  
LABORATÓRIO

NOME \_\_\_\_\_

IDADE \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ Nº DO REGISTRO \_\_\_\_\_

INDICAÇÃO CLÍNICA \_\_\_\_\_ PEDIDO EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ COLHIDO EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

REQUISITANTE \_\_\_\_\_

HEMATOLOGIA

Atenção: • Compareça ao laboratório às 8:00h da manhã, em jejum de 12 horas.

EXAME HEMATOLÓGICO

- ( ) Hemograma Completo
- ( ) Série vermelha
- ( ) Série branca
- ( ) VHS (westergren)

- ( ) Grupo sanguíneo
- ( ) Fator RH
- ( ) Coagulograma
- ( ) Pesquisa de hemácias falciformes

HEMOGRAMA COMPLETO

RESULTADOS

SÉRIE VERMELHA

Hemácias: \_\_\_\_\_ mm<sup>3</sup>  
Hemoglobina: \_\_\_\_\_ g%  
Hematócrito: \_\_\_\_\_ %  
V.C.M. \_\_\_\_\_ %  
H.C.M. \_\_\_\_\_ %  
C.H.C.M. \_\_\_\_\_ %

SÉRIE BRANCA

Leucometria: \_\_\_\_\_ mm<sup>3</sup>  
Basófilos: \_\_\_\_\_ %  
Eosinófilos: \_\_\_\_\_ %  
Mielócitos: \_\_\_\_\_ %  
Metamielócitos: \_\_\_\_\_ %  
Bastões: \_\_\_\_\_ %  
Segmentados: \_\_\_\_\_ %  
Linfócitos: \_\_\_\_\_ %  
Monócitos: \_\_\_\_\_ %

COAGULOGRAMA

Tempo de Coagulação: \_\_\_\_\_  
Tempo Sangramento: \_\_\_\_\_  
Retração coágulo: \_\_\_\_\_  
Prova do laço: \_\_\_\_\_  
Avaliação Plaquetária: \_\_\_\_\_

VHS: 1ª hora: \_\_\_\_\_  
(westergren) 2ª hora: \_\_\_\_\_

GRUPO SANGÜÍNEO  
(LANDSTEINER)

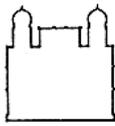
FATOR RH  
(C/SORO A. 85%)

PESQUISA DE HEMÁCIAS  
FALCIFORMES

OBSERVAÇÕES \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_



Ministério da Saúde  
**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ**  
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
Centro de Saúde Escola Germano Sinval Faria

**EXAME  
DE  
LABORATÓRIO**

NOME \_\_\_\_\_

IDADE \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ N DO REGISTRO \_\_\_\_\_

INDICAÇÃO CLÍNICA \_\_\_\_\_ PEDIDO EM \_\_\_\_\_

REQUISITANTE \_\_\_\_\_ COLHIDO EM \_\_\_\_\_

#### EXAME DE URINA

- ATENÇÃO**
- Colha a primeira urina da manhã após uma higiene local com água e sabão.
  - Enxugar bem e urinar o primeiro jato fora do frasco.
  - Colher o restante da urina diretamente no frasco.
  - Tampar bem o frasco e entregar no laboratório até 08 horas.

#### EXAME DE URINA

- E.A.S.  
 Teste Imunológico para gravidez  
 Cultura, contagem de colônias e antibiograma

#### RESULTADO

##### EXAME FÍSICO QUÍMICO

Cor \_\_\_\_\_  
Aspecto \_\_\_\_\_  
Volume \_\_\_\_\_  
Reação \_\_\_\_\_  
Densidade \_\_\_\_\_  
Urobilinogênio \_\_\_\_\_  
Nitrito \_\_\_\_\_  
Sangue \_\_\_\_\_  
Bilirrubina \_\_\_\_\_  
Cetona \_\_\_\_\_

##### SEDIMENTOSCOPIA

Células epiteliais \_\_\_\_\_  
Hemácias \_\_\_\_\_  
Leucócitos \_\_\_\_\_  
Plócitos \_\_\_\_\_  
Filamentos de Muco \_\_\_\_\_  
Cilindros \_\_\_\_\_  
Cristais \_\_\_\_\_  
Outros \_\_\_\_\_

Proteína \_\_\_\_\_

T.I. G. \_\_\_\_\_

**CULTURA** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Data / /

Responsável

## **ANEXO 6 - Protocolo analítico para chumbo em sangue**

## METODOLOGIA ANALÍTICA PARA CHUMBO EM SANGUE

### **Limpeza do material:**

Toda a vidraria e utensílios plásticos utilizados devem ficar imersos em uma solução de extran 5% v/v, por um período mínimo de 24 horas. Após este tempo, o material deve ser enxaguado com água corrente em abundância e, em seguida, imerso em uma solução de ácido nítrico 10% v/v para a descontaminação por, pelo menos, 48 horas. Após serem enxaguados várias vezes com água deionizada, esse material pode ser seco em estufa a 30°C, devidamente protegidos de contato com superfícies metálicas e de poeira. Até o uso o material deve ser guardado protegido da poeira.

### Reagentes e soluções

#### Reagentes:

- ⇒ padrão de Pb (Merck-Titrisol)
- ⇒ solução de nitrato de paládio 10g/l (Merck)
- ⇒ nitrato de magnésio hexahidratado p.a. (Grupo Química)
- ⇒ Triton X-100 p.a. (Merck)
- ⇒ ácido nítrico p.a. (Merck)

Todos os reagentes utilizados devem ser da mais alta pureza possível.

#### Soluções:

- ⇒ solução estoque de Pb - 1000µg/ml preparada a partir do concentrado Tritisol-Merck
- ⇒ solução de trabalho de Pb - 1.0µg/ml preparado a partir da solução acima, por diluição adequada com HNO<sub>3</sub> 0.2% v/v
- ⇒ solução de ácido nítrico - 0.2% v/v
- ⇒ solução de Triton X-100 - 0.1% v/v
- ⇒ solução de nitrato de magnésio - 0.3% m/v em ácido nítrico 0.2% v/v
- ⇒ modificador químico - 300µl da solução de nitrato de paládio e 700µl da solução de nitrato de magnésio (uma alíquota de 10µl do modificador contém 30µg de paládio elementar e 20µg de nitrato de magnésio).

### Condições operacionais

Instrumental (Perkin-Elmer):

- ⇒ espectrofotômetro de absorção atômica Zeeman 5100
- ⇒ forno de grafite HGA-600
- ⇒ amostrador automático AS-60
- ⇒ tubo de grafite recoberto piroliticamente e plataforma de grafite totalmente pirolítica.

Parâmetros instrumentais:

- ⇒ comprimento de onda - 283.3nm
- ⇒ fenda - 0.7nm
- ⇒ programa de temperatura (segundo a tabela abaixo):

Etapa	Temperatura (°C)	Rampa (s)	“Hold” (s)	Fluxo de argônio (ml/min)	
1	90	1	10	300	*
2	120	20	10	300	**
3	1100	10	20	300	
4	20	1	10	300	
5	1900	0	5	0	***
6	2600	1	3	300	
7	20	1	5	300	

\* Modificador

\*\* Amostra

\*\*\* Leitura

**Preparação da amostra:** o sangue total é diluído em Triton X-100 0.1% v/v, nas proporções de 1+9 ou 1+19, de acordo com a concentração da amostra. Os padrões de controle interno são preparados na proporção de 1+9 com Triton X-100 0.1% v/v.

**Curvas analíticas:** as amostras e os diluentes, nas quantidades especificadas a seguir, são misturados em tubos de ensaio e homogeneizados em agitador vórtex.

- ⇒ Branco: 200µl H<sub>2</sub>O deionizada + 1800µl Triton X-100 0.1%
- ⇒ Sangue: 200µl de sangue + 1800µl Triton 0.1%
- ⇒ S + 10µg/l: 200µl sangue + 1700µl Triton 0.1% + 100µl 200µg/l
- ⇒ S + 25µg/l: 200µl sangue + 1700µl Triton 0.1% + 100µl 500µg/l
- ⇒ S + 50µg/l: 200µl sangue + 1700µl Triton 0.1% + 100µl 1000µg/l

Padrões intermediários:

- ⇒ 200µg/l: 200µl 1.0µg/ml + 800µl HNO<sub>3</sub> 0.2%
- ⇒ 500µg/l: 500µl 1.0µg/ml + 500µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

O cálculo da concentração de chumbo na amostra é feito pelo método de regressão linear.

Avaliação do método:

- limite de detecção (3 s): 1.9µg/dl (diluição de 10 vezes) na amostra original
- precisão (CV): 9.3% até 11µgPb/dl; 5.9% de 11 a 17µgPb/dl; 5.0% acima de 17µgPb/dl.

### Controle da qualidade analítica

**Controle externo:** é realizado controle interlaboratorial com: Instituto Nacional de la Seguridad y Higiene en el Trabajo - Zaragoza, Espanha; e Instituto Adolfo Lutz - São Paulo, Brasil.

**Controle interno:** a verificação das condições operacionais é acompanhada através da análise, em cada série de amostras, dos materiais de referência listados abaixo:

- Control Blood for Metals 1, lot. nº 620303 (Behring Institute, Alemanha): 41.2 ± 4.1µg/dl
- Contox Blood Lead Control, High Level lot. HB016 e Low Level lot. LB (Kaulson Laboratories): 95.0 ± 18.0 e 28.0 ± 6.0µg/dl, respectivamente.

**ANEXO 7 - Protocolo analítico para cádmio em sangue e urina**

## METODOLOGIA ANALÍTICA PARA CÁDMIO EM SANGUE E URINA

### **Limpeza do material:**

Toda a vidraria e utensílios plásticos utilizados devem ficar imersos em uma solução de extran 5% v/v, por um período mínimo de 24 horas. Após este tempo, o material deve ser enxaguado com água corrente em abundância e, em seguida, imerso em uma solução de ácido nítrico 10% v/v para a descontaminação por, pelo menos, 48 horas. Após serem enxaguados várias vezes com água deionizada, esse material pode ser seco em estufa a 30°C, devidamente protegidos de contato com superfícies metálicas e de poeira. Até o uso o material deve ser guardado protegido da poeira.

### Reagentes e soluções

#### Reagentes:

- ⇒ padrão de Cd (Merck-Titrisol)
- ⇒ solução de nitrato de paládio 10g/l (Merck)
- ⇒ nitrato de magnésio hexahidratado p.a. (Grupo Química)
- ⇒ Triton X-100 p.a. (Merck)
- ⇒ ácido nítrico p.a. (Merck)

Todos os reagentes utilizados devem ser da mais alta pureza possível.

#### Soluções:

- ⇒ solução estoque de Cd - 1000µg/ml preparada a partir do concentrado Tritisol-Merck
- ⇒ solução de trabalho de Cd - 1.0µg/ml preparado a partir da solução acima, por diluição adequada com HNO<sub>3</sub> 0.2% v/v
- ⇒ solução de Triton X-100 - 0.1% v/v
- ⇒ solução de nitrato de magnésio - 0.12% m/v em ácido nítrico 0.2% v/v
- ⇒ solução de nitrato de paládio 1% v/v
- ⇒ modificador químico - 150µl da solução de nitrato de paládio e 850µl da solução de nitrato de magnésio (uma alíquota de 10µl do modificador contém 15µg de paládio elementar e 10µg de nitrato de magnésio).

### Condições operacionais

Instrumental (Perkin-Elmer):

- ⇒ espectrofotômetro de absorção atômica Zeeman 5100
- ⇒ forno de grafite HGA-600
- ⇒ amostrador automático AS-60
- ⇒ tubo de grafite recoberto piroliticamente e plataforma de grafite totalmente pirolítica.

Parâmetros instrumentais:

- ⇒ comprimento de onda - 228.8nm
- ⇒ fenda - 0.7nm
- ⇒ programa de temperatura (segundo a tabela abaixo):

Etapa	Temperatura (°C)	Rampa (s)	“Hold” (s)	Fluxo de argônio (ml/min)	
1	120	1	20	300	*
2	1200	10	20	300	
3	90	1	10	300	**
4	120	1	20	300	
5	550	20	20	300	
6	700	10	20	300	
7	20	1	10	300	
8	1700	0	4	0	***
9	2600	1	3	300	
10	20	1	5	300	

\* Modificador

\*\* Amostra

\*\*\* Leitura

Obs: Etapa 5 não existe para a urina.

**Preparação da amostra:** o sangue total é diluído em Triton X-100 0.1% v/v, na proporção de 1+4. Já a urina é diluída (1+4) em ácido nítrico 0.2% v/v. as urinas Lanonorm e NIST são diluídas 50 e 20 vezes, respectivamente, por apresentarem concentrações elevadas de cádmio. Já os padrões de programa de comparação interlaboratorial precisam, em alguns casos, ser diluídos 10 ou 15 vezes.

**Curvas analíticas:** as amostras e os diluentes, nas quantidades especificadas a seguir, são misturados em tubos de ensaio e homogeneizados em agitador vórtex.

SANGUE:

- ⇒ Branco: 500µl H<sub>2</sub>O deionizada + 2000µl Triton X-100 0.1%
- ⇒ Sangue: 500µl de sangue + 2000µl Triton 0.1%
- ⇒ S + 0.5µg/l: 500µl sangue + 1950µl Triton 0.1% + 50µl 25µg/l
- ⇒ S + 1.0µg/l: 500µl sangue + 1950µl Triton 0.1% + 50µl 50µg/l

⇒ S + 2.0µg/l: 500µl sangue + 1950µl Triton 0.1% + 50µl 100µg/l

#### URINA:

⇒ Branco: 500µl H<sub>2</sub>O deionizada + 2000µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ Urina: 500µl de urina + 2000µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ U + 0.5µg/l: 500µl urina + 1950µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 50µl 25µg/l

⇒ U + 1.0µg/l: 500µl urina + 1950µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 50µl 50µg/l

⇒ U + 2.0µg/l: 500µl urina + 1950µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 50µl 100µg/l

#### Padrões intermediários:

⇒ 25µg/l: 25µl 1.0µg/ml + 975µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ 50µg/l: 50µl 1.0µg/ml + 950µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ 100µg/l: 100µl 1.0µg/ml + 900µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

O cálculo da concentração de cádmio na amostra é feito pelo método de regressão linear.

#### Avaliação do método:

⇒ limite de detecção (3 s): 0.22µg/l para sangue ou urina não diluídos.

⇒ precisão (CV): 9.7% até 11µgCd/l de sangue; 12.33% para 0.3µgCd/l de urina; 4.09% para 1.3µgCd/l de urina.

#### Controle da qualidade analítica

**Controle externo:** é realizado controle interlaboratorial com Robens Institute of Health and Safety, Inglaterra.

**Controle interno:** a verificação das condições operacionais é acompanhada através da análise, em cada série de amostras, dos materiais de referência listados abaixo:

⇒ Control Blood for Metals 1, lot. nº 620303 (Behring Institute, Alemanha): 5.2 ± 0.6µg/l

⇒ Urina Lanonorm Metals 1, lot. no 625203 (Behring Institute, Alemanha): 117.0 ± 17.0µg/l.

⇒ Urina NIST 2670 (National Institute of Standards and Technology, Washington, D.C.): 88.0 ± 3.0µg/l (elevated level) e 0.4µg/l (normal level).

## **ANEXO 8 - Protocolo analítico para cromo em urina**

## METODOLOGIA ANALÍTICA PARA CROMO EM URINA

### **Limpeza do material:**

Toda a vidraria e utensílios plásticos utilizados devem ficar imersos em uma solução de extran 5% v/v, por um período mínimo de 24 horas. Após este tempo, o material deve ser enxaguado com água corrente em abundância e, em seguida, imerso em uma solução de ácido nítrico 10% v/v para a descontaminação por, pelo menos, 48 horas. Após serem enxaguados várias vezes com água deionizada, esse material pode ser seco em estufa a 30°C, devidamente protegidos de contato com superfícies metálicas e de poeira. Até o uso o material deve ser guardado protegido da poeira.

### Reagentes e soluções

#### Reagentes:

- ⇒ padrão de Cr (Merck-Titrisol)
- ⇒ nitrato de magnésio hexahidratado p.a. (Grupo Química)
- ⇒ ácido nítrico p.a. (Merck)

Todos os reagentes utilizados devem ser da mais alta pureza possível.

#### Soluções:

- ⇒ solução estoque de Cr - 1000µg/ml preparada a partir do concentrado Tritisol-Merck
- ⇒ solução de trabalho de Cr - 1.0µg/ml preparado a partir da solução acima, por diluição adequada com HNO<sub>3</sub> 0.2% v/v
- modificador químico - solução de nitrato de magnésio 0.5% m/v em HNO<sub>3</sub> 0.2% v/v.

### Condições operacionais

#### Instrumental (Perkin-Elmer):

- ⇒ espectrofotômetro de absorção atômica Zeeman 5100
- ⇒ forno de grafite HGA-600
- ⇒ amostrador automático AS-60
- ⇒ tubo de grafite recoberto piroliticamente e plataforma de grafite totalmente pirolítica.

#### Parâmetros instrumentais:

- ⇒ comprimento de onda - 357.9nm

⇒ fenda - 0.7nm

⇒ programa de temperatura (segundo a tabela abaixo):

Etapa	Temperatura (°C)	Rampa (s)	“Hold” (s)	Fluxo de argônio (ml/min)	
1	90	1	10	300	*
2	120	10	20	300	
3	1400	10	20	300	
4	20	1	10	300	
5	2400	0	5	0	**
6	2650	1	5	300	
7	20	1	5	300	

\* Modificador

\*\* Amostra

\*\*\* Leitura

**Preparação da amostra:** a urina é diluída (1+1) em ácido nítrico 0.2% v/v. A amostra certificada Lanonorm também é diluída 1+1, enquanto que as NIST Normal e Elevated Level são diluídas 10 e 50 vezes, respectivamente, por apresentarem concentrações elevadas. Já os padrões de programa de comparação interlaboratorial precisam, em alguns casos, ser diluídos 10 ou 15 vezes.

**Curvas analíticas:** as amostras e os diluentes, nas quantidades especificadas a

seguir, são misturados em tubos de ensaio e homogeneizados em agitador vórtex.

URINA:

⇒ Branco: 1000µl H<sub>2</sub>O deionizada + 1000µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ Urina: 1000µl de urina + 1000µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ U + 0.5µg/l: 1000µl urina + 960µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 40µl 25µg/l

⇒ U + 1.0µg/l: 1000µl urina + 960µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 40µl 50µg/l

⇒ U + 2.0µg/l: 1000µl urina + 960µl HNO<sub>3</sub> 0.2+ 40µl 100µg/l

Padrões intermediários:

⇒ 25µg/l: 25µl 1.0µg/ml + 975µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ 50µg/l: 50µl 1.0µg/ml + 950µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

⇒ 100µg/l: 100µl 1.0µg/ml + 900µl HNO<sub>3</sub> 0.2%

O cálculo da concentração de cromo na amostra é feito pelo método de regressão linear.

Avaliação do método:

⇒ limite de detecção (3 s):  $0.44\mu\text{g/l}$  para urina não diluída.

⇒ precisão (CV): 13.0% para  $1.4\mu\text{gCr/l}$  de urina; 10.3% de  $1.4\mu\text{gCr/l}$  de urina; 7.8% acima de  $2.3\mu\text{gCr/l}$  de urina.

### Controle da qualidade analítica

**Controle externo:** é realizado controle interlaboratorial com Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo - Zaragoza, Espanha.

**Controle interno:** a verificação das condições operacionais é acompanhada através da análise, em cada série de amostras, dos materiais de referência listados abaixo:

⇒ Urina Lanonorm Metals 1, lot. nº 625203 (Behring Institute, Alemanha):  $2.8 \pm 0.7\mu\text{g/l}$ .

⇒ Urina NIST 2670 (National Institute of Standards and Technology, Washington, D.C.):  $85.0 \pm 6.0\mu\text{g/l}$  (elevated level) e  $13\mu\text{g/l}$  (normal level).

**ANEXO 9 - Quadro dos resultados do teste de Mann-Whitney**

Resultados para o teste de Mann-Whitney apresentados sob forma gráfica na discussão.

<b>glicose</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	0,7589	0,0024	0,1145	0,0635	0,3307
AV-fem		<0.0001	0,0471	0,1139	0,5301
IM96-masc			0,0516	<0.0001	<0.0001
IM96-fem				<0.0001	0,0131
IM97-masc				0,4601	0,4601
<b>uréia</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	0,6425	0,0036	0,0667	0,0013	0,1947
AV-fem		0,0167	0,1190	0,0106	0,106
IM96-masc			0,4531	0,9798	0,205
IM96-fem				0,3849	0,6106
IM97-masc					0,147
<b>creatinina</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	<b>0,0158</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0,0121</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0,0089</b>
AV-fem		<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-masc			<b>0,0158</b>	<b>0,0046</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-fem				0,4038	0,5947
IM97-masc					<b>0,0285</b>
<b>ácido úrico</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	0,0513	<b>&lt;0.0001</b>	0,7034	<b>0,0030</b>	0,2018
AV-fem		<b>&lt;0.0001</b>	<b>0,0083</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0,5579
IM96-masc			<b>&lt;0.0001</b>	<b>0,0317</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-fem				<b>0,0011</b>	0,1212
IM97-masc					<b>&lt;0.0001</b>
<b>proteínas</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	<b>0,0201</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
AV-fem		<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-masc			0,7000	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0,0026</b>
IM96-fem				<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM97-masc					0,2033
<b>PbS</b>	AV-fem	IM96-masc	IM96-fem	IM97-masc	IM97-fem
AV-masc	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
AV-fem		<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-masc			<b>&lt;0.0001</b>	0,8201	<b>&lt;0.0001</b>
IM96-fem				<b>&lt;0.0001</b>	0,5349
IM97-masc					<b>&lt;0.0001</b>

**ANEXO 10 - Quadro dos resultados da correlação de Spearman**

Valores de r encontrados para a correlação de Spearman.

Correlação	hematócrito	glicose	uréia	creatinina	ácido úrico	proteínas	albumina	globulina	CrU	CdS	PbS
<b>CdU AV-masc</b>	0,4861	-0,0127	-0,0435	0,1770	-0,0418	0,0694	0,0763	0,0314	0,6411	-0,0015	-0,1790
<b>CdU AV-fem</b>	-0,4180	0,2790	0,1380	0,5169	0,1750	0,2870	0,4310	0,1440	-0,2290	0,1310	0,1270
<b>CdU IM96-masc</b>	0,1730	0,1220	-0,0270	0,1570	-0,0308	-0,1530	0,0236	-0,0722	0,3710	0,0340	0,1810
<b>CdU IM97-masc</b>	-0,1280	-0,0758	0,2530	0,1510	-0,0536	0,0172	-0,1710	0,0455	0,3020	0,3556	-0,0788
<b>CdU IM96-fem</b>	0,0018	-0,0262	0,1400	-0,0984	0,0169	-0,1740	0,0095	-0,0303	0,2210	-0,2330	-0,2540
<b>CdU IM97-fem</b>	0,0211	0,1030	0,0185	0,3530	-0,2460	-0,5529	0,1910	-0,3900	0,6401	0,0053	-0,0653
<b>CrU AV-masc</b>	0,1570	-0,1690	-0,4100	0,0447	-0,4767	-0,2420	-0,2260	-0,2650		0,0409	-0,2690
<b>CrU AV-fem</b>	0,2660	0,6590	-0,2150	-0,3080	0,0599	0,2980	0,3950	0,0683		0,1140	-0,3660
<b>CrU IM96-masc</b>	-0,4013	0,3590	0,1310	0,2750	-0,1650	0,0198	0,0487	0,0914		-0,0345	-0,0346
<b>CrU IM97-masc</b>	-0,0262	0,2450	-0,0224	0,0503	-0,2420	0,1200	0,0260	0,0261		-0,1330	0,2090
<b>CrU IM96-fem</b>	0,1830	0,3610	-0,1480	-0,0654	0,0675	-0,0655	0,1330	-0,1150		-0,1550	0,1680
<b>CrU IM97-fem</b>	0,3390	-0,2110	-0,2430	0,1230	0,0715	-0,5495	-0,0276	-0,5917		-0,2250	-0,1170
<b>CdS AV-masc</b>	-0,0665	-0,1560	0,1960	0,4170	-0,0297	0,3260	0,3190	0,3340			0,4982
<b>CdS AV-fem</b>	0,0762	-0,1300	-0,0268	-0,2460	0,5143	0,1020	0,1220	-0,2190			-0,1010
<b>CdS IM96-masc</b>	0,0537	-0,0691	-0,0634	-0,2170	0,1090	-0,2140	-0,3876	-0,1300			-0,2800
<b>CdS IM97-masc</b>	0,0239	-0,7200	0,1090	0,2990	0,4592	-0,2310	-0,2210	0,0103			-0,1480
<b>CdS IM96-fem</b>	0,3410	-0,0495	-0,1630	0,5993	0,3810	-0,5735	-0,0870	-0,4893			-0,1690
<b>CdS IM97-fem</b>	0,1630	0,0494	0,1340	0,2550	-0,2100	0,4422	0,4831	0,3420			0,6612
<b>PbS AV-masc</b>	0,3150	0,0155	-0,1450	0,1320	0,2110	0,2890	0,2550	0,2950			
<b>PbS AV-fem</b>	0,2600	0,6205	0,0579	0,0600	-0,6916	-0,2850	-0,3480	0,0111			
<b>PbS IM96-masc</b>	0,0630	-0,2670	-0,4614	-0,2480	-0,1340	-0,1100	0,4075	-0,2370			
<b>PbS IM97-masc</b>	0,2960	-0,2530	-0,1660	-0,1120	-0,1120	-0,3470	0,2100	-0,4049			
<b>PbS IM96-fem</b>	-0,6367	-0,1890	0,0703	0,2850	0,4310	-0,0475	-0,0721	-0,2420			
<b>PbS IM97-fem</b>	0,4515	0,1300	0,0631	0,2210	-0,1430	0,4606	0,4452	0,2740			

Valores de P encontrados para a correlação de Spearman.

Correlação	hematócrito	glicose	uréia	creatinina	ácido úrico	proteínas	albumina	globulina	CrU	CdS	PbS
CdU AV-masc	P>0.05	<b>0,0072</b>	P>0.05	P>0.05							
CdU AV-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05								
CdU IM96-masc	P>0.05	P>0.05	P>0.05								
CdU IM96-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05								
CdU IM97-masc	P>0.05	P>0.05	P>0.05								
CdU IM97-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	<b>0,0207</b>	P>0.05	P>0.05	<b>0,0055</b>	P>0.05	P>0.05
CrU AV-masc	P>0.05		P>0.05	P>0.05							
CrU AV-fem	P>0.05	<b>0,0132</b>	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05		P>0.05	P>0.05
CrU IM96-masc	P>0.05		P>0.05	P>0.05							
CrU IM96-fem	P>0.05		P>0.05	P>0.05							
CrU IM97-masc	P>0.05		P>0.05	P>0.05							
CrU IM97-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	<b>0,0221</b>	P>0.05	<b>0,0124</b>		P>0.05	P>0.05
CdS AV-masc	P>0.05			<b>0,0486</b>							
CdS AV-fem	P>0.05			P>0.05							
CdS IM96-masc	P>0.05			P>0.05							
CdS IM96-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05	<b>0,0359</b>	P>0.05	<b>0,0478</b>	P>0.05	P>0.05			P>0.05
CdS IM97-masc	P>0.05	<b>0,0000</b>	P>0.05	P>0.05	<b>0,0274</b>	P>0.05	P>0.05	P>0.05			P>0.05
CdS IM97-fem	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	<b>0,0484</b>	P>0.05			<b>0,0036</b>
PbS AV-masc	P>0.05										
PbS AV-fem	P>0.05	<b>0,0222</b>	P>0.05	P>0.05	<b>0,0079</b>	P>0.05	P>0.05	P>0.05			
PbS IM96-masc	P>0.05	P>0.05	<b>0,0459</b>	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05			
PbS IM96-fem	<b>0,0242</b>	P>0.05									
PbS IM97-masc	P>0.05										
PbS IM97-fem	P>0.05										