



Estaleiro e Base Naval para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear

Plano Básico Ambiental

SEÇÃO VI - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO RADIOLÓGICO Projeto 1 – Monitoramento Ambiental Radiológico Pré-Operacional

0	Emissão inicial	14/06/2010	Iukio Ogawa	Janderson Brito/ Milena Paiva
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

Doc. Nº 1.1.2.1.1.2.7.1.1



ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	4
2	OBJETIVOS	5
3	DEFINIÇÕES	5
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE	7
5	METODOLOGIA	10
5.1	VIAS DE LIBERAÇÃO DE ELEMENTOS RADIOATIVOS	10
5.1.1	Liberação por Via Aquática	10
5.1.2	Liberação por Via Atmosférica	11
5.2	MATRIZES DE MONITORAMENTO	11
5.3	MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE RADIAÇÃO	18
5.3.1	Meio Aéreo	18
5.3.1.1	Determinação da Taxa de Exposição (Kerma no Ar)	18
5.3.1.1.1	Detectors Portáteis, Levantamento Radiométrico	18
5.3.1.1.2	Dosímetros Termoluminescentes (TLD)	18
5.3.1.2	Aerossol	19
5.3.2	Meio Aquático (Precipitação, Água de Superfície, e Água do Mar)	20
5.3.2.1	Espectrometria Gama	20
5.3.2.2	Determinação de Trítio	20
5.3.3	Meio Terrestre (sedimentos de fundo e de manguezal, solo e areia de praia)	20
5.3.4	meio biótico	20
5.3.4.1	Vegetal	20
5.3.4.2	Animal	21
5.3.4.2.1	Peixes, Crustáceos e Moluscos	21
5.3.4.2.2	Leite	21
5.3.5	MONITORAMENTO CONVENCIONAL	21
6	RESULTADOS	22
7	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	22



INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de satélite mostrando a baía de Sepetiba e a localização da ilha da Madeira e da futura instalação do EBN.	9
Figura 2 – Localização das áreas de monitoramento do PMRA com as respectivas matrizes de monitoramento	17

INDÍCE DE TABELA

Tabela 1- Localidades, matrizes de monitoramento, métodos de amostragem direta de radiação e frequência de amostragem do Programa de Monitoramento Radiológico Ambiental Pré-operacional do Estaleiro e Base Naval.	13
--	----



1 INTRODUÇÃO

O complexo do Estaleiro e Base Naval que será construído pela Marinha do Brasil no local denominado Ilha da Madeira no município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro, será composto por dois conjuntos de edificações independentes, um formando o Estaleiro e o outro a Base Naval. Neste Estaleiro serão construídos submarinos convencionais e submarinos movidos a propulsão nuclear. Para tanto, além das instalações comuns de um estaleiro, serão ainda construídas instalações nucleares tais como o prédio de armazenamento de combustível, o prédio de armazenamento temporário de resíduos sólidos e o prédio para o carregamento e troca dos elementos combustíveis dos submarinos movidos a propulsão nuclear. Todas as edificações nucleares e radioativas serão construídas na área do complexo do Estaleiro Naval, não sendo prevista nenhuma construção deste tipo na área da Base Naval.

Como as atividades que serão exercidas neste local excederão os níveis de dose de exclusão ou isenção que determinam a necessidade da implantação de um sistema de proteção radiológica, atendendo à Posição Regulatória 3.01/001, “Critérios de Exclusão, Isenção e Dispensa de Requisitos de Proteção Radiológica, 2005 da CNEN”, será necessária a implantação de um Programa de Monitoramento Radiológico Ambiental (PMRA) específico para o referido Estaleiro, ainda durante a fase de construção do mesmo. Para a fase de operação do Estaleiro também deverá ser implantado um programa de monitoramento radiológico específico, ambos atendendo a Posição Regulatória 3.01/008, “Programa de Monitoração Radiológica Ambiental, 2005 da CNEN”, relativa ao requisito da Norma CNEN NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”.

De maneira geral, um programa de monitoramento ambiental consiste em avaliar a qualidade do ambiente (ar, água, terra e seres vivos) através de um conjunto de observações e medições de parâmetros ambientais, de modo contínuo e/ou frequente, usados para identificar possíveis alterações no meio ambiente. Durante o processo de monitoramento são observadas as mudanças ou alterações biológicas causadas por uma ou mais substâncias exóticas àquele ambiente (por substâncias exóticas entende-se: qualquer substância não original do meio, tais como, substâncias e compostos químicos poluentes, metais pesados, poluentes orgânicos, material radioativo, etc). Através de um programa de monitoramento é possível detectar o aumento ou a diminuição dos agentes contaminantes no meio, o que é de extrema

importância para a tomada de decisões quanto à proteção do homem e do meio ambiente.

Assim, o presente programa foi desenvolvido para possibilitar a determinação do nível de radiação de fundo (background) na região do empreendimento, na fase pré-operacional do mesmo. Além disso, eventuais anomalias radioativas e concentrações de materiais radioativos em matrizes ambientais aqui definidas deverão ser medidas e monitoradas.

2 OBJETIVOS

Para atender as Posições Regulatórias da CNEN, aplicáveis ao empreendimento, o PMRA contempla o atendimento aos seguintes objetivos:

- Caracterização dos níveis de radioatividade e os campos de radiação naturais existentes no local do empreendimento e arredores e avaliar se estes níveis mudam ao longo do tempo;
- Identificação do caminho crítico que poderá levar a contaminação até o homem, definindo os parâmetros que deverão ser monitorados bem como as frequências e as análises que devem ser executadas para a determinação da dose radiológica e avaliação do impacto ambiental;
- Além dos objetivos acima a experiência adquirida no acompanhamento da execução deste programa deve possibilitar a definição dos recursos humanos, equipamentos e processos necessários para elaborar e implantar o programa de monitoramento na fase de operação do empreendimento, caso se decida pela execução do mesmo utilizando pessoal próprio.

3 DEFINIÇÕES

Acidente – qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica ou segurança nuclear.

Amostragem de ar – coleta de amostra de ar para medir a radioatividade de gases, aerossóis ou materiais particulados presentes no ar.

Armazenamento de rejeitos radioativos – confinamento de rejeitos radioativos por um determinado período de tempo.

Combustível nuclear – dispositivo capaz de produzir energia mediante processo auto sustentado de fissão nuclear.

Combustível nuclear usado – combustível nuclear usado no reator nuclear e removido do seu núcleo, ficando armazenado em local apropriado para sua futura reutilização ou reprocessamento.

Contaminação radioativa – deposição indesejável de materiais radioativos em qualquer meio ou local.

Depósito de rejeitos radioativos – edificação ou local adequado para armazenamento ou deposição de rejeitos radioativos.

Depósito inicial – depósito destinado ao armazenamento de rejeitos radioativos até o seu descarte ou a sua transferência. O depósito inicial pode ser parte de uma instalação nuclear ou radioativa.

Dosímetro TLD – TLD corresponde à sigla em inglês para Dosímetro Termoluminescente, equipamento usado pra medir a emissão de luz de um átomo instável, a fim de obter a quantidade do mesmo no ambiente.

Elemento combustível – conjunto de barras, varetas ou placas contendo o combustível nuclear e cuja integridade é mantida por meio de componentes apropriados.

Fonte – equipamento ou material que emite ou é capaz de emitir radiação ionizante ou de liberar substâncias ou materiais radioativos.

Fonte natural – fontes de radiação que ocorrem naturalmente incluindo radiação cósmica e terrestre.

Material radioativo – material contendo substâncias que emitem espontaneamente radiação ionizante.

Monitoração ambiental – medição contínua, periódica ou especial do impacto radiológico no meio ambiente devido a uma determinada prática. Pode incluir a medida direta da radiação por meio de medidores, a monitoração dos efluentes liberados por uma instalação ou o recolhimento e a monitoração de amostras ambientais.

Nível de isenção – valor estabelecido pela CNEN tal que fontes de radiação com concentração de atividade, atividade total, taxa de dose ou energia de radiação igual ou inferior a este valor podem ser consideradas isentas de controle regulatório.

Proteção radiológica – conjunto de medidas que visam proteger o ser humano contra possíveis efeitos indesejáveis causados pela radiação ionizante.

Radiação ionizante ou radiação – qualquer partícula ou radiação eletromagnética que ao interagir com a matéria desloca elétrons dos átomos ou moléculas produzindo íons.

Rejeito radioativo – qualquer material resultante de atividades humanas que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção estabelecidos pela CNEN, para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista.

Radionuclídeo – átomo que apresenta um núcleo atômico instável, capaz de emitir energia quando se transforma num isótopo mais estável.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE

O Estaleiro e Base Naval (EBN) será construído na Ilha da Madeira (22° 55' 36.02"S, 43° 50' 40.01"W), no município de Itaguaí, RJ, parte em terra e parte em aterro na Baía de Sepetiba, distando cerca de 70 Km do centro da cidade do Rio de Janeiro (Figura 1). Esta região vem sendo explorada pelo homem desde a época do Império, onde sua primeira ocupação foi baseada na agricultura e na pesca e desde a primeira metade do século passado esta passou a ter um caráter mais industrial, especialmente com as implantações da Companhia Mercantil Industrial Ingá e do Porto de Itaguaí.

Esta área foi escolhida por estar próxima aos dois maiores centros urbanos e industriais do país (as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro), por suas características ambientais (geológicas, físicas, bióticas e meteorológicas) serem favoráveis e por representar pouco impacto ao meio ambiente (especialmente a Mata Atlântica do sul do Rio de Janeiro), já que o local se encontra degradado por ter sido usado como canteiro de obras durante a ampliação do Porto de Itaguaí.

A bacia da baía de Sepetiba é formada tanto por baixadas como por morros e serras cortados por uma rede de rios e córregos que deságuam diretamente na baía. Esta é relativamente fechada apresentando áreas abrigadas, de deposição de sedimentos e áreas expostas às correntes oceânicas.

A porção terrestre da bacia da baía de Sepetiba está dentro do bioma Mata Atlântica e apresenta dois de seus principais ecossistemas: a Floresta Ombrófila Densa e o mangue. As áreas de floresta encontram-se fragmentadas, restritas às áreas montanhosas e com alto grau de degradação provocada pelo homem. Já o mangue encontra-se nas áreas de transição entre o ambiente florestal e o marinho e apresenta-se impactado, especialmente devido à exploração das áreas costeiras para construção de imóveis.

O clima da região é quente e úmido no verão e seco e frio no inverno. A precipitação anual varia entre 1250 e 1750 mm por ano, sendo o período de outubro a março caracterizado por tempestades frequentes e intensas. A temperatura no verão varia em uma faixa média de 25 a 28° C e de 20 a 21° C no inverno. Outro fator climático importante para a caracterização da área é o regime de ventos, sendo os ventos dominantes o sudoeste e o nordeste.

A Ilha da Madeira, com aproximadamente 1200 habitantes, está dividida em dois bairros: a Vila do Engenho e o bairro da Ilha da Madeira, onde a principal atividade produtiva é a pesca. Esta é a principal atividade na baía de Sepetiba como um todo, sendo a tainha e o camarão os principais pescados, além do caranguejo nas áreas de mangue.

Na região próxima da Ilha da Madeira as atividades ligadas à agricultura e à pecuária somam apenas 3% do PIB dos municípios de Itaguaí e Mangaratiba juntos. Nestes municípios, as zonas agrícolas produtivas estão restritas às encostas da Serra de Itaguçú (ao norte da rodovia Rio - Santos). Nesta área há dois tipos de cultivo: um de mandioca para subsistência e outro comercial de banana, ambos com produção pequena. Já aos pés da vertente oposta da mesma serra, às margens da Estrada do Mazomba, há uma pequena produção de leite.

As características da região permitem que o PMRA seja feito em ambientes distintos, o que possibilita um amplo monitoramento ambiental capaz de avaliar um maior número de mudanças ambientais. Além disso, as atividades produtivas mais importantes da área, especialmente de alguns itens de consumo como a banana, a mandioca, o leite, o camarão, o caranguejo, o siri e a tainha se mostram como itens indispensáveis ao biomonitoramento radiológico da baía de Sepetiba.

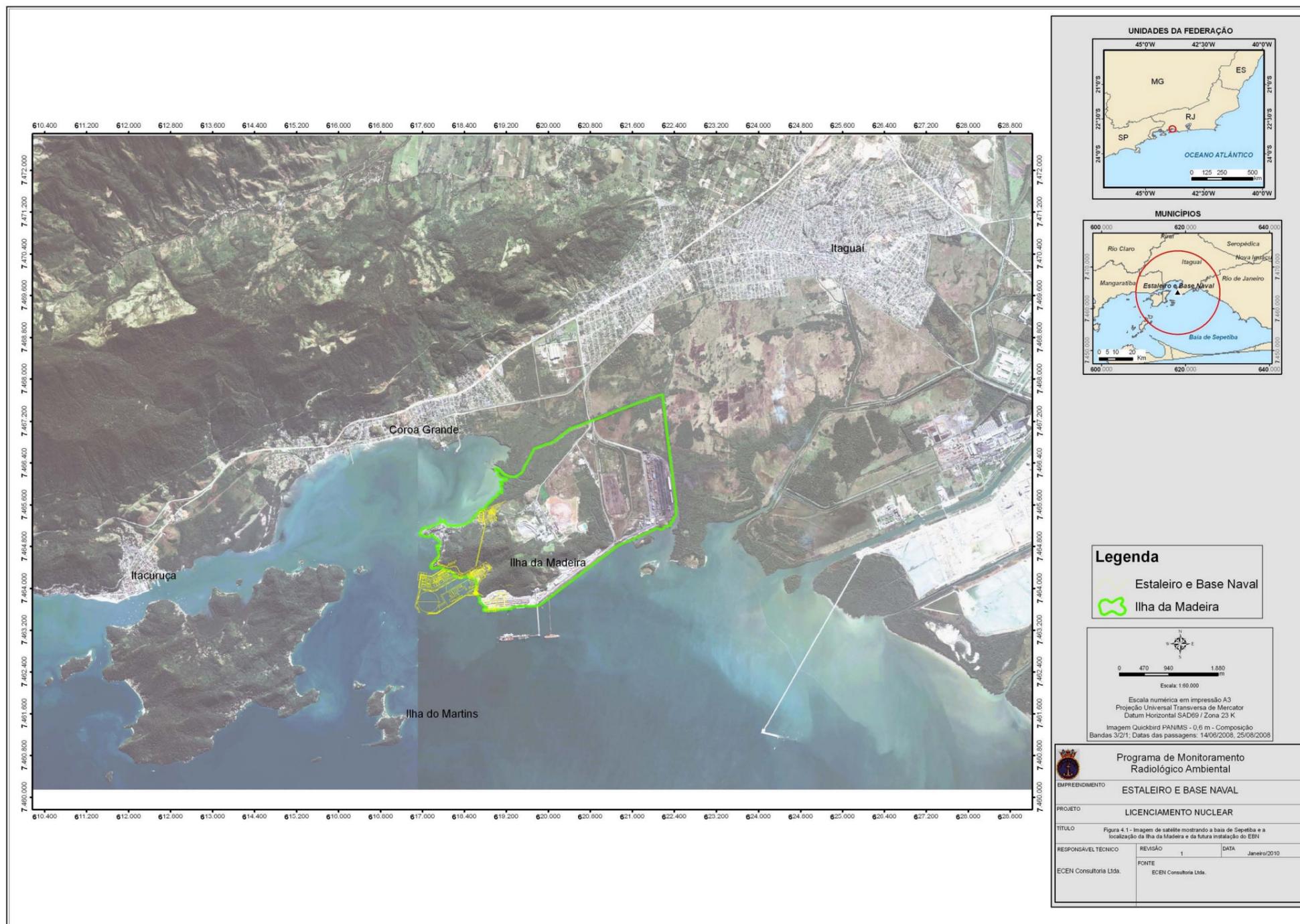


Figura 1 – Imagem de satélite mostrando a baía de Sepetiba e a localização da ilha da Madeira e da futura instalação do EBN.

5 METODOLOGIA

A formulação do presente programa levou em conta os principais radionuclídeos a serem potencialmente liberados por via atmosférica e aquática durante a fase de operação do EBN.

Assim, para este Programa as matrizes ambientais, os locais de amostragem, as medidas e as respectivas frequências de monitoramento foram definidos em função das vias de liberação (aérea e aquática) e das características ambientais da localidade (características físicas e biológicas, direções predominantes dos ventos e de correntes marinhas, hábitos locais de produção e consumo e a distribuição da população), atendendo à Posição Regulatória 3.01/008, relativa ao requisito da Norma CNEN NN-3.01.

5.1 VIAS DE LIBERAÇÃO DE ELEMENTOS RADIOATIVOS

As liberações de material radioativo para o meio ambiente poderão ocorrer devido à operação normal do Sistema de Tratamento de Rejeitos Líquidos e do Sistema de Tratamento de Rejeitos Gasosos e, potencialmente, em caso de acidente nas etapas de operação do estaleiro.

5.1.1 LIBERAÇÃO POR VIA AQUÁTICA

No caso dos efluentes líquidos, a principal via de exposição humana por irradiação interna é a água do mar, sendo a principal fonte de contaminação a ingestão de frutos do mar (via: água do mar → frutos do mar → homem).

Outra forma de exposição direta é através da deposição de radionuclídeos em areia e sedimentos de praia. Neste caso a exposição se dá tanto através da exposição direta a esses substratos, como através da sua manipulação (p. ex. coleta de moluscos e caranguejos em fundos de lama; via: água do mar → solo → homem) ou da manipulação de utensílios e apetrechos de pesca eventualmente contaminados (p. ex. redes, puçáres; via: água do mar → apetrechos de pesca → homem).

5.1.2 LIBERAÇÃO POR VIA ATMOSFÉRICA

Quanto aos efluentes gasosos, as principais vias de exposição são: a exposição direta pelos radionuclídeos presentes no ar (respiração ou contato direto do corpo; via: ar → homem) e a exposição indireta, que pode ocorrer através de duas vias de contaminação distintas (1ª via: ar → solo → produtos agrícolas → homem, 2ª via: ar → solo → água de superfície → homem).

5.2 MATRIZES DE MONITORAMENTO

Para permitir o levantamento da distribuição da radioatividade natural na região, assim como a distribuição de radionuclídeos artificiais na atmosfera, derivados de ações humanas, de acordo com as características do empreendimento e para atender os requisitos normativos da CNEN e as recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica, o programa pré-operacional estabelece as seguintes medidas:

- Medida direta de radiação de fundo, com dosímetros de estado sólido (tipo TLD) em estações fixas e levantamentos radiométricos de taxa de dose com monitores de campo (Atas Scanner AT6101c e SPARC);
- Medidas de radioatividade nas matrizes pertencentes aos meios: Aéreo, Aquático, Terrestre e Biótico;

A Tabela 1 resume as informações sobre as matrizes de monitoramento, os meios e as frequências em que serão feitas as amostragens. A Figura 2 apresenta os locais selecionados para a instalação de estações de monitoramentos e/ou coleta de amostras.

A radiação de fundo será medida tanto através de estações fixas como de detectores portáteis. As estações fixas, contendo um TLD, serão instaladas nos seguintes locais: na própria área do EBN, nos principais grupos populacionais situados nos dois setores de dispersão aérea e/ou num raio de até 5 km do empreendimento, Ilha da Madeira, Ilha dos Martins, Coroa Grande, Itacuruça, Porto de Itaguaí e bairro Brisa Mar.

Os detectores portáteis Atas Scanner AT6101c e SPARC, que serão utilizados na determinação da radiação de fundo da região são monitores de radiação ambiental acoplados a sistemas de posicionamento geográfico, os quais geram mapas georreferenciados das taxas de exposição à radiação.

Para a medida de aerossol serão instaladas três estações fixas: no Bairro Brisa Mar, na Ilha da Madeira e na ilha dos Martins.

As matrizes de monitoramento foram definidas de acordo com as características específicas de cada matriz levando-se em consideração:

- **Aerossol:** o setor de dispersão;
- **Produtos agrícolas (mandioca, banana e leite):** presença e localização das áreas de produção, situadas a pelo menos 5 km do EBN;
- **Água e sedimento:** pontos de amostragem onde é possível quantificar a dispersão e a deposição de metais oriundos do morro de rejeitos da Ingá (rio da Guarda) e da NUCLEP (rio do manguezal, a leste da enseada de Coroa Grande);
- **Água do mar e sedimento marinho:** padrão de circulação dominante na baía de Sepetiba (sentido horário);
- **Areia de praia:** padrão de dispersão aquática como a taxa de ocupação e a intensidade de uso do litoral;
- **Material biológico (peixe, ostras, camarão e siri):** dispersão, intensidade de pesca e ou coleta e consumo.

Tabela 1- Localidades, matrizes de monitoramento, métodos de amostragem direta de radiação e frequência de amostragem do Programa de Monitoramento Radiológico Ambiental Pré-operacional do Estaleiro e Base Naval.

LOCALIDADE	COORDENADAS	MATRIZ DE MONITORAMENTO	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Ilha da Madeira	22°56'9.34"S 43°50'55.2"W	- Ar	- Taxa de dose, com dosímetros termo luminescentes (TLD) e estações fixas; - Mapeamento de taxa de exposição com monitores de campos (Atas Scanner AT6101c e Sparc) em logradouros públicos e praias	- Troca semestral de TLDs - Uma vez, no período pré operacional
		- Aerossol	- Espectrometria gama, Bq/m ³	- Coleta contínua ⁽¹⁾ , troca quinzenal de filtros, análise tri ou semestral
		- Solo	- Espectrometria gama, Bq/kg	- Amostragem semestral
		- Água de superfície	- Espectrometria gama, Bq/L	- Amostragem semestral
		- Água de rio	- Trítio, Bq/L	- Amostragem semestral
		- Água do mar	- Trítio, Bq/L - Espectrometria gama, Bq/L	- Amostragem semestral
		- Areia de praia, total e fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
		- Sedimento de fundo, fração <63 µm, 0 a 15 cm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s - Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn, µg/g p.s	- Amostragem semestral - Amostragem semestral
		- Sedimento de rio, fração <63 µm, 0 a 15 cm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
		- Sedimento de manguezal, na zona de maré, fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral



LOCALIDADE	COORDENADAS	MATRIZ DE MONITORAMENTO	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
			- Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn, µg/g p.s	- Amostragem semestral
Vila de Coroa Grande	22°54'8.05"S 43°52'26.0"W	- Ar	- Taxa de dose, com dosímetros termo luminescentes (TLD) em estações fixas; - Mapeamento de taxa de exposição com monitores de campo (Atas Scanner AT6101c e Sparc) em logradouros públicos e praias	- Troca semestral de TLDs - Uma vez, no período pré operacional
		- Água do mar	- Trítio, Bq/L; - Espectrometria gama, Bq/L	- Amostragem semestral
		- Areia de praia, total e fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
		- Sedimento de manguezal, na zona de maré, fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s - Espectrometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn, µg/g p.s	- Amostragem semestral - Amostragem semestral
		- Peixe ⁽²⁾ , Camarão, Siri	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u - Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn) em partes comestíveis, µg/g p.u.	- Amostragem semestral - Amostragem semestral
		- Ostra	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u - Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn) em partes	- Amostragem semestral - Amostragem semestral



LOCALIDADE	COORDENADAS	MATRIZ DE MONITORAMENTO	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
			comestíveis, µg/g p.u.	
Vila de Itacuruça		- Ar	- Taxa de dose, com dosímetros termo luminescentes (TLD) em estações fixas;	- Troca semestral de TLDs
	22°55'49.9"S 43°54'35,7"W		- Mapeamento de taxa de exposição com monitores de campo (Atas Scanner AT6101c e Sparc) em logradouros públicos e praias)	- Uma vez, no período pré operacional
		- Areia de praia, total e fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
Ilha do Martins	22°57'0.73"S 43°51'32.14"W	- Ar	- Taxa de dose, com dosímetros termo luminescentes (TLD) em estações fixas	- Troca semestral de TLDs
		- Aerossol	- Mapeamento de taxa de exposição com monitores de campo (Atas Scanner AT6101c e Sparc) em logradouros públicos e praias	- Uma vez, no período pré-operacional
		- Solo	- Espectrometria gama, Bq/m ³	- Amostragem semestral
		- Água de superfície	- Espectrometria gama, Bq/kg	- Amostragem semestral
		- Areia de praia, total e fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/L	- Amostragem semestral
			- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
		- Ostra	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u	- Amostragem semestral
			- Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn) em partes comestíveis, µg/g p.u.	- Amostragem semestral
Brisa Mar	22°51'53.6"S 43°48'58.60"W	- Aerossol	- Espectrometria gama, Bq/m ³	- Coleta contínua ⁽¹⁾ , troca quinzenal de filtros, analisa tri

LOCALIDADE	COORDENADAS	MATRIZ DE MONITORAMENTO	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
				ou semestral
		- Banana	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u	- Amostragem semestral
		- Mandioca	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u	- Amostragem semestral
		- Leite e/ou queijo	- Espectrometria gama, Bq/L	- Amostragem semestral
Sepetiba	-		- Taxa de dose, com dosímetros termo luminescentes (TLD) em estações fixas;	- Troca semestral de TLDs
		-Ar	- Mapeamento de taxa de exposição com monitores de campo (Atas Scanner AT6101c e Sparc) em lagradouros públicos e praias	- Uma vez, no período pré operacional
		- Areia de praia, total e fração <63 µm	- Espectrometria gama, Bq/kg p.s	- Amostragem semestral
		- Peixe ⁽²⁾ , Camarão, Siri	- Espectrometria gama, Bq/kg p.u	- Amostragem semestral
			- Espectrofotometria de absorção atômica ou análise multi-elementar por ICP-MS (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn em partes comestíveis, ug/g p.u	- Amostragem semestral

- (1) Em períodos alternados a definir (dia sim/dia não, semanas ou quinzenas alternadas, ou outro sistema de alternância, incluindo períodos noturnos).
 (2) de preferência tainha.
 (3) p.s = peso seco
 (4) p.u = peso úmido

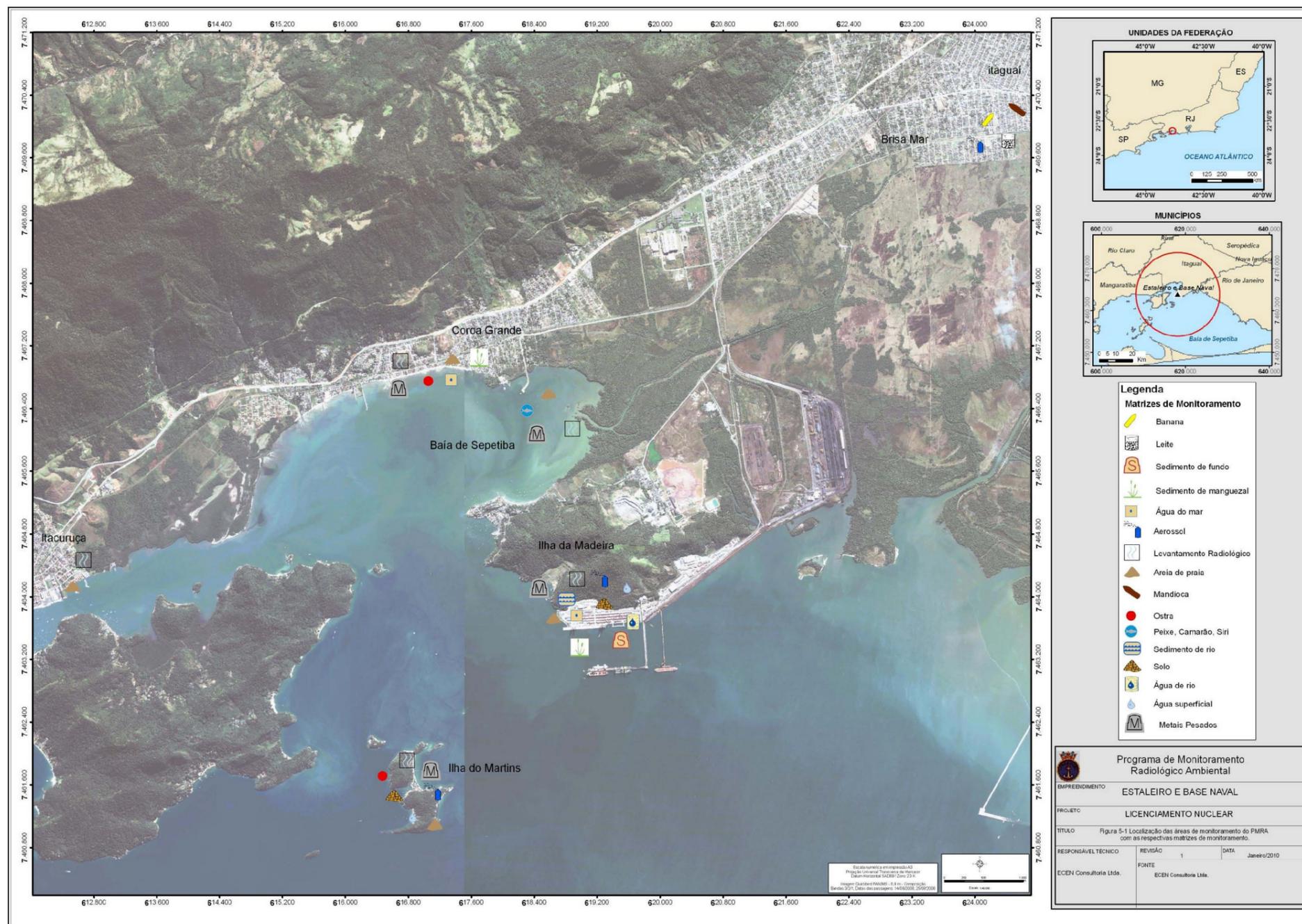


Figura 2 – Localização das áreas de monitoramento do PMRA com as respectivas matrizes de monitoramento

5.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE RADIAÇÃO

5.3.1 MEIO AÉREO

5.3.1.1 Determinação da Taxa de Exposição (Kerma no Ar)

5.3.1.1.1 Detectores Portáteis, Levantamento Radiométrico

Para a análise do background da região em torno do EBN serão utilizados dois detectores de Iodeto de Sódio para levantamento radiométrico gama: um de pequeno volume (**Atas Scanner AT6101c**), e outro de grande volume (SPARC - **Spectral Airborne Radiological Computer System**).

Por serem portáteis estes detectores podem medir a radiação de fundo de uma área maior do que os detectores fixos. O detector SPARC, de maior sensibilidade, tem maior porte só podendo ser transportado de carro ou barco. Nas áreas onde a circulação de carros ou barcos não é possível, será utilizado o detector de menor volume (**Atas Scanner AT6101c**) transportado dentro de uma mochila.

Os dois detectores fornecem medidas de radioatividade gama georreferenciadas, com valores de kerma no ar, latitude e longitude e o resultado final é exportado num arquivo com extensão.KML, que pode ser visualizado no programa **Google Earth**. Os valores de kerma no ar são medidos em nanosievert (nSv), que equivale a 10^{-9} Sv.

5.3.1.1.2 Dosímetros Termoluminescentes (TLD)

Os Dosímetros Termoluminescentes (TLD) são aparelhos capazes de armazenar a quantidade de radiação presente no ambiente permitindo a determinação da dose no local. Este tipo de detector possui uma vasta gama de aplicações, sendo utilizado também para monitoramento da dose na medicina e na indústria.

Para a execução deste programa serão utilizados sete monitores do tipo TLD, fixos em estações ambientais distintas distribuídas ao redor do EBN. Todas as estações ambientais serão alocadas em sítios protegidos de intempéries (chuva, vento, etc), e de intervenção externa (homem, animais e plantas). A instalação de um TLD deve obedecer os seguintes critérios: i) posicionar o TLD a um metro do solo; ii) estar a uma distância mínima de três metros de matérias que possam interferir na leitura da dose, como rochas e construções; iii) seguir o protocolo de instalação do Laboratório de Dosimetria Termoluminescente (LDT/IRD) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da CNEN. O TLD deve ser solicitado com antecedência mínima de 15 dias ao

LDT/IRD para ser preparado. Na véspera da instalação, os monitores são retirados do LDT/IRD em um cofre de transporte, juntamente com uma planilha de dados e um monitor de viagem. Ao chegar ao local de instalação o TLD é retirado do cofre e instalado, sendo que o monitor de viagem deve ser devolvido ao LDT/IRD, ainda dentro do cofre de transporte. Este monitor será guardado no cofre do LDT/IRD. Os monitores ficam nas estações por seis meses e quando da sua retirada, o LDT/IRD deve ser avisado para preparar o procedimento de retorno, fornecendo novo monitor de viagem e cofre de transporte. Os monitores são devolvidos junto com a planilha de dados, devidamente preenchida.

5.3.1.2 Aerossol

Para determinar a qualidade do ar será preciso quantificar a concentração de substâncias (partículas) presentes no mesmo, através de medidores de material particulado (PTS). Para tal serão utilizados três amostradores de grandes volumes do tipo Hi-Vol – PTS, em conformidade com o padrão estabelecido pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

Serão instaladas três estações de monitoramento em três sítios distintos, distantes o suficiente para que a dispersão de partículas por diferentes massas de ar possa ser mensurada. Além disso, deverão ser cumpridas as exigências das normas internacionais de localização e posicionamento de amostradores de grandes volumes e obedecida uma distância mínima de outras fontes de emissão de poluentes, como veículos e indústrias que devem ser identificadas e analisadas antes da instalação física dos amostradores.

O amostrador de grande volume Hi-Vol, succiona o ar para o seu interior onde este passa através de filtro (8"x10" – modelo E55 de fibra de vidro), a uma vazão de 1,13 a 1,70 m³/minuto. O filtro retém as partículas em suspensão com diâmetro menor que 100 micra (diâmetro equivalente de Stokes). Todo o ar succionado é registrado por um medidor de vazão. A concentração de partículas em suspensão no ar ambiente (em µg/m³) é então, gravimetricamente determinada, relacionando-se a massa retida no filtro e o volume de ar succionado.

Os filtros são analisados fisicamente, previa e posteriormente à passagem do ar (pesagem inicial e final) em laboratório credenciado pelo INEA. Após a amostragem e pesagem final, os filtros são etiquetados, dobrados e acondicionados, na geometria adequada, em embalagens apropriadas para a realização da análise por espectrometria gama. O volume correspondente ao particulado total em suspensão

(PTS) amostrado deve ser de, no mínimo, 1000 m³. Os filtros serão trocados a cada 15 dias.

5.3.2 MEIO AQUÁTICO (PRECIPITAÇÃO, ÁGUA DE SUPERFÍCIE, E ÁGUA DO MAR)

5.3.2.1 Espectrometria Gama

Será coletada uma amostra de água de cada sítio (Tabela 1). De cada amostra serão utilizados 3,7 litros em geometria do tipo Marinelli para análise por espectrometria gama.

5.3.2.2 Determinação de Trítio

Para determinação da quantidade de Trítio dissolvida na água será coletada uma amostra de água de cada sítio. Estas amostras serão destiladas lentamente até obter-se 10 ml do destilado (as amostras de água do mar serão bi-destiladas). Os 10 ml de destilado serão misturados a 12 ml do coquetel de cintilação (Ultima Gold, Perkin-Elmer). As medições serão realizadas em um contador de cintilação em meio líquido Perkin-Elmer, Quantalus, por 1000 minutos.

5.3.3 MEIO TERRESTRE (SEDIMENTOS DE FUNDO E DE MANGUEZAL, SOLO E AREIA DE PRAIA)

Serão coletadas amostras de solo em cada um dos sítios. Após as coletas as amostras serão secadas ao ar, desterradas e peneiradas com malha de 2 mm. Em seguida as amostras serão secas em estufa com recirculação de ar (60 °C) até a obtenção de uma massa consistente. O material obtido será moído (0,063 mm) e acondicionado na geometria adequada para a realização da análise por espectrometria gama, após um período de três semanas.

5.3.4 MEIO BIÓTICO

5.3.4.1 Vegetal

Serão coletadas amostras de produtos agrícolas (banana e mandioca), de produtores pré- selecionados, localizados a até 5 km de distância do EBN (Figura 2).

Após a coleta a parte comestível das amostras será separada, procurando-se obter um mínimo de dois quilogramas de amostra. Em seguida, a amostra será submetida a secagem em estufa com recirculação de ar (60 °C) até a obtenção de uma massa consistente. Posteriormente, a amostra será calcinada a 400 °C até a obtenção de cinzas claras, sem a presença visível de carvão. O material obtido será acondicionado na geometria adequada para a realização da análise por espectrometria gama, após um período de três semanas.

5.3.4.2 Animal

5.3.4.2.1 Peixes, Crustáceos e Moluscos

Serão coletadas amostras de produtos pesqueiros (peixes – preferencialmente tainha; crustáceos – camarão e moluscos - ostra e mexilhão), de áreas de pesca pré-selecionadas.

Após a coleta, a parte comestível das amostras será separada, procurando-se obter um mínimo de dois quilogramas de amostra. Em seguida, a amostra será submetida a secagem em estufa com recirculação de ar (60 °C) até a obtenção de uma massa consistente. Posteriormente, a amostra será calcinada a 400 °C até a obtenção de cinzas claras, sem a presença visível de carvão. O material obtido será acondicionado na geometria adequada para a realização da análise por espectrometria gama, após um período de três semanas.

5.3.4.2.2 Leite

Serão retiradas amostras de leite de produtores pré-selecionados localizados a até 5 km de distância do EBN. De cada amostra será utilizada 3,7 litros em geometria do tipo Marinelli para análise por espectrometria gama.

5.3.5 MONITORAMENTO CONVENCIONAL

Considerando que a baía de Sepetiba sofreu expressiva contaminação por metais pesados, em especial zinco e cádmio, oriundos de rejeitos da extinta Companhia Mercantil Industrial Ingá, instalada na Ilha da Madeira na década de 60 e desativada em 1988. O presente programa contempla também o monitoramento de metais pesados e metalóides (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Hg e Zn) em todas as matrizes de origem marinha, tanto físicas (sedimento, areia) como biológicas (peixes, crustáceos,



moluscos), a fim de caracterizar os níveis de contaminação existentes na região do empreendimento (Tabela 1).

Além disto, as amostras de ar obtidas nas estações de monitoramento serão analisadas também para determinar o padrão de qualidade do ar, através da correlação entre a massa de partículas retidas no filtro e o volume de ar succionado.

6 RESULTADOS

Os resultados deste programa serão consolidados em um relatório que deverá ser enviado para a Comissão Nacional de Energia Nuclear. Estes resultados servirão também para subsidiar a elaboração do PMRA a ser implantado na fase operacional do Estaleiro.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Posição Regulatória 3.01/001, Critérios de exclusão, isenção e dispensa de requisitos de proteção radiológica, 2005.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Posição Regulatória 3.01/008, Programa de Monitoração Radiológica Ambiental, 2005.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Norma CNEN-NN-3.01. Janeiro, 2005.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Glossário de Segurança Nuclear. Novembro, 2009.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Nuclear Security Measurements at the XV Pan-American Games, Rio de Janeiro 2007. Vienna, 2009.