

ASSUNTO/MOTIVO

**RELATÓRIO ANUAL DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO
AMBIENTAL RADIOLÓGICO OPERACIONAL - 2014**

PÁGINA

1 / 34

LOCAL/DATA

Paraty, 27/04/2015

REDATOR

Sergio Ney M. Cardoso

U.O./TEL.

DLMA.G/ 9823

REFERENCIA

Norma CNEN-NN-3.01

CÓDIGO ARQUIVO

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

(NOS RELATÓRIOS DE REUNIÃO INDICAR, INICIALMENTE, NO SUMÁRIO:
LOCAL, DATA, COORDENADOR, PARTICIPANTES E DURAÇÃO)

Para ser providenciado
Para conhecimento
Prazos

34

Relatório Anual do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional - 2014

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

2.1 Amostras de Origem Marinha

- 2.1.1 Peixes
- 2.1.2 Algas
- 2.1.3 Areia de Praia
- 2.1.4 Sedimento Marinho
- 2.1.5 Água de Mar

2.2 Amostras de Origem Terrestre

- 2.2.1 Leite
- 2.2.2 Pasto
- 2.2.3 Água de Superfície
- 2.2.4 Água de Rio
- 2.2.5 Água Subterrânea
- 2.2.6 Sedimento de Rio
- 2.2.7 Banana


Aderval Ferrari Vaz de Almeida
Chefe de Divisão - Matr. 5002314-1
Divisão Laboratório de Monitoração Ambiental
DLMA.G

Sergio Ney Machado Cardoso
Supervisor de Radioquímica - Matr. 2812-7
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
CRQ 0321072

ASSINATURAS



AUTOR



VERIFICADO/APROVADO

REV.

DATA

PÁG.

VERIFICADO/
APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

SM.G/ SC.O/ SU.O/ SD.O/ ST.O/ GMO.O/ GLI.G/ GGA.G

2.2.8 Solo

2.3 Amostras de Origem Aérea

2.3.1 Ar – Particulado

2.3.2 Ar – Iodo

2.3.3 Precipitação Pluviométrica

2.4 Medidas Diretas por Dosímetros Termoluminescentes

2.5 Programas de Intercomparação

3. CONCLUSÃO

4. AUTORIZAÇÃO DE COLETA

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2

ÍNDICE DE TABELAS

- 1.1 PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS – AMOSTRAS DE ORIGEM MARINHA – 2014
- 1.2 PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS – AMOSTRAS DE ORIGEM TERRESTRE – 2014
- 1.3 PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS – AMOSTRAS DE ORIGEM AÉREA – 2014
- 1.4 PROGRAMA DE MEDIDAS DIRETAS COM TLD – 2014
- 2.1 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – PEIXES – 2014
 - a) PEIXE SEDENTÁRIO
 - b) PEIXE DE CURSO
- 2.2 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – ALGA – 2014
- 2.3 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – AREIA DE PRAIA – 2014
- 2.4 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – SEDIMENTO MARINHO – 2014
- 2.5 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – ÁGUA DO MAR – 2014
- 3.1 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – LEITE – 2014
- 3.2 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – PASTO – 2014
- 3.3 RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – SEDIMENTO DE RIO – 2014
- 3.4a RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – BANANA – 2014
- 3.4b RESULTADOS DE ANÁLISES – MEIO MONITORADO – SOLO – 2014
- 4.0 RESULTADOS DE ANÁLISES – DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE – 2014
- 5.1 ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS NÃO REALIZADAS – 2014
- 5.2 MEDIDAS DIRETAS NÃO REALIZADAS – 2014

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO - ^{137}Cs - PEIXE SEDENTÁRIO - PRÉ/2014
- 2 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO - ^{137}Cs - PEIXE DE CURSO - PRÉ/2014
- 3 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS - ALGAS - PRÉ/2014
- 4 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS - SEDIMENTO - PRÉ/2014
- 5 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO - ^{137}Cs - LEITE - PRÉ/2014
- 6 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO - $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ - LEITE - PRÉ/2014
- 7 ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO - ^{137}Cs - SOLO - 2002/2014
- 8 MEDIDAS DIRETAS COM TLD – 2014

MAPAS – APÊNDICE A

Mapas com a localização dos pontos de coletas estão de posse da CNEN.

1 - INTRODUÇÃO

A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) está localizada na Praia de Itaorna, no município de Angra dos Reis (RJ). É constituída das Usinas Nucleares Angra 1 e Angra 2, em operação desde 1982 e 2000 respectivamente, e Angra 3, em fase de construção.

O Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA) é uma instalação radiativa pertencente à Eletrobrás Eletro nuclear S.A. e está localizado na Vila Residencial de Mambucaba, à 12 Km da CNAAA, no município de Paraty (RJ). O LMA tem a responsabilidade de executar este programa, coletando e analisando as amostras para a determinação da presença de radionuclídeos, naturais e artificiais, nas frequências e locais estabelecidos por este programa. Além disso, o LMA é responsável por analisar a validade e a coerência dos resultados encontrados, comparando com aqueles obtidos no período pré-operacional.

O PMARO atende às exigências de licenciamento das Unidades I e II da CNAAA, feitas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), através da Norma CNEN-NN-3.01, Posição Regulatória 008/3.01.

O objetivo do PMARO é monitorar o meio ambiente e verificar a presença de radionuclídeos naturais e artificiais, de forma a possibilitar uma avaliação das atividades desses radionuclídeos no meio ambiente, permitindo assim, um controle de exposição à radiação da população na área circunvizinha à CNAAA.

Amostras de vários tipos foram selecionadas para servir de indicadores do ambiente, baseadas em caminhos críticos de transferência de radionuclídeos ao homem e na experiência adquirida durante o programa pré-operacional. Os locais de coleta de amostras foram determinados a partir dos dados de meteorologia local, geografia, uso da terra, hábitos da população, e que, em 2014, não sofreram alteração. Os locais de coleta foram divididos em duas áreas: impacto e controle, sendo que a área de impacto é definida como sendo aquela na qual é esperada uma manifestação de algum efeito, caso ocorra uma liberação de efluentes líquidos ou gasosos da CNAAA, enquanto que na área de controle tais efeitos não são esperados.

As coletas, preparo e análises das amostras foram realizadas segundo as diretrizes contidas na revisão 10 do programa e foram feitas de acordo com os procedimentos executivos constantes do Manual de Operação da Usina (MOU) de Angra 1. Este relatório apresenta os resultados do PMARO realizado pelo Laboratório de Monitoração Ambiental durante o ano de 2014.

Foram executadas medidas diretas de radiação usando-se dosímetros termoluminescentes em 41 pontos definidos entre Angra dos Reis e Paraty.

O programa de intercomparação com o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN) foi executado e constou de análises de amostras de água.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente e as médias, comparadas com as do período pré-operacional e com as dos anos de 1982 a 2013.

2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

São apresentadas, à seguir, as avaliações dos resultados obtidos para as diversas amostras coletadas e analisadas em 2014. As tabelas 1.1 a 1.4 apresentam um sumário do PMARO executado durante o ano.

As tabelas 2.1 a 2.5 apresentam os valores das atividades obtidas para os radionuclídeos artificiais e os naturais, aqui representados pelo ^{40}K , nas matrizes de origem marinha e as tabelas 3.1 a 3.4, para as matrizes de origem terrestre. Nas matrizes de origem aérea, nenhum radionuclídeo, natural ou artificial, foi detectado.

As medidas diretas das taxas de dose com dosímetros termoluminescentes (TLD) estão apresentadas na tabela 4.0.

As tabelas 5.1 e 5.2 apresentam a relação das análises que não foram realizadas em 2014, respectivamente para amostras ambientais e para as medidas diretas com TLD.

Como avaliação final, são feitas considerações sobre a participação do Laboratório no Programa Nacional de Intercomparação realizado com o IRD/CNEN, em 2014 (a primeira rodada analisada corresponde à de Dezembro/13, cujo resultado somente foi entregue em Março/14).

2.1 - Amostras de Origem Marinha

2.1.1 - Peixes

Não foi detectada, nem na matriz de peixe sedentário (Garoupa), nem na matriz de peixe de curso (Carapeba), atividade relativa aos radionuclídeos artificiais. Em 2014, os valores obtidos para ^{40}K , tanto nas amostras coletadas na área de impacto, quanto nas coletadas na área de controle, mantiveram-se nos níveis normais (Tabelas 2.1a e 2.1b).

A figura 1 apresenta os valores do radionuclídeo artificial ^{137}Cs já encontrados na matriz de peixe sedentário e a figura 2, na matriz de peixe de curso, desde o período pré-operacional.

2.1.2 - Algas

No ano de 2014 não foram coletadas/analizadas amostras de algas tanto na área de impacto, quanto na área de controle por falta de quantidade suficiente desta matriz nos locais de coleta. Os relatórios DLMA.G/035/14, de julho de 2014 e DLMA.G/074/14, de dezembro de 2014 descrevem o problema com a coleta de *Sargassum* nas áreas definidas no PMARO.

A figura 3 apresenta os valores de radionuclídeos artificiais já encontrados na área de impacto, desde o período pré-operacional.

2.1.3 - Areia de Praia

Não foram detectados radionuclídeos artificiais em nenhuma amostra de areia de praia em 2014. Os valores encontrados, em todos os pontos, para ^{40}K , mantiveram-se nos níveis normais (Tabela 2.3).

2.1.4 - Sedimento Marinho

Nas análises realizadas em 2014 na matriz de sedimento marinho, foi detectada a presença dos produtos de corrosão ativados ^{54}Mn (3 amostras) e ^{60}Co (2 amostras), todas coletadas na área de impacto - PIRAQUARA ESE (Pontos 26, 29 e 47) conforme mostra a Tabela 2.4. A Figura 4 apresenta os valores de radionuclídeos artificiais já encontrados na área de impacto, desde o período pré-operacional. As atividades destes

radionuclídeos, no entanto, encontram-se abaixo dos valores estabelecidos na norma Regulatory Guide 4.8.

Para a atividade dos radionuclídeos naturais (^{40}K), os valores encontrados, para todas as amostras, tanto para as coletadas na área de impacto quanto para as coletadas na área de controle, mantiveram-se nos níveis normais.

2.1.5 - Água do Mar

Em 2014, não foi detectada a presença de trítio ou qualquer outro radionuclídeo artificial nas amostras de água do mar. Os valores encontrados para o único radionuclídeo natural detectado nesta matriz (^{40}K) se mostraram compatíveis com os níveis históricos (Tabela 2.5).

2.2 - Amostras de Origem Terrestre

2.2.1 - Leite

Em 2014, as médias obtidas para ^{40}K , para as amostras coletadas tanto na área de impacto quanto na área de controle, encontram-se nos níveis normais (Tabela 3.1).

Não foi detectada a presença dos radionuclídeos artificiais (^{137}Cs , ^{89}Sr e ^{90}Sr) nas amostras de leite em 2014 (Tabela 3.1).

As figuras 5 e 6 apresentam, respectivamente, as atividades de ^{137}Cs e $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ nas amostras de leite desde o período pré-operacional.

2.2.2 - Pasto

Em 2014, não foram detectados radionuclídeos artificiais nas amostras de pasto da área de impacto e na área de controle. Os valores encontrados para atividade de ^{40}K apresentaram-se compatíveis com os níveis normais (Tabela 3.2).

2.2.3 - Água de Superfície

Em 2014, não foi detectado nem trítio nem qualquer outro radionuclídeo, natural ou artificial, nestas amostras de água.

2.2.4 - Água de Rio

Os resultados obtidos em 2014 não apresentaram quaisquer atividades de radionuclídeos naturais e artificiais.

2.2.5 - Água Subterrânea

Os resultados obtidos em 2014 não apresentaram quaisquer atividades de radionuclídeos naturais e artificiais.

2.2.6 - Sedimento de Rio

Em 2014, os resultados obtidos para ^{40}K estão dentro dos valores esperados e não foram detectados radionuclídeos artificiais (Tabela 3.3).

2.2.7 - Banana

Em 2014, as análises desta matriz não detectaram a presença de qualquer radionuclídeo artificial. Apenas radionuclídeos naturais foram encontrados e os valores obtidos para ^{40}K estão nos níveis normais (Tabela 3.4a).

2.2.8 - Solo

Em 2014, as análises desta matriz detectaram a presença de ^{137}Cs , nas 2 amostras, coletadas na área de controle (Paraty), indicando que o mesmo é proveniente de "fall-out". O valor obtido está abaixo dos níveis definidos no Reg. Guide 4.8 e no NUREG 1301 (Tabela 3.4b). A Figura 7 apresenta o gráfico da atividade de ^{137}Cs em solo, nas áreas de impacto e controle.

2.3 - Amostras de Origem Aérea

2.3.1 - Ar - Particulado

No ano de 2014, não foram detectados radionuclídeos naturais e artificiais nas amostras de ar (filtro de papel) coletadas, tanto na área de impacto como na área de controle.

2.3.2 - Ar - Iodo

Durante o ano de 2014, não foi detectada, nas amostras de filtro de carvão ativado, atividade de iodo radioativo.

2.3.3 – Precipitação Pluviométrica

Nas amostras de precipitação pluviométrica (água de chuva), em 2014, não foi detectada a presença de trítio, bem como de qualquer outro radionuclídeo artificial ou natural.

2.4 - Medidas Diretas com Dosímetros Termoluminescentes

Em 2014, foram feitas medidas diretas com TLD nos 41 pontos monitorados. As medidas das taxas de exposição ambiental foram obtidas com a utilização de dosímetros ambientais modelos UD-814 PANASONIC, da Divisão de Proteção Radiológica (DIPR.O), constituídos de 1 cristal de Borato de Lítio – $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$, sem filtro e 3 cristais de Sulfato de Cálcio – $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$, com 3 filtros iguais de Pb.

A figura 8 apresenta os resultados comparativos para os 4 trimestres considerados. Todos os dados foram normalizados para um período de 30 dias, a fim de se eliminar as diferenças em períodos de exposição.

Todos os pontos, tanto os da área de impacto quanto os da área de controle, tiveram as suas médias compatíveis com as dos anos anteriores e o período pré-operacional.

Em 2014, o ponto B-15, situado na Escola Pública do Pingo D'Água, não teve monitoração por TLD, no 2º e no 3º trimestres, por extravio dos dosímetros.

Já o dosímetro do ponto C-27, situado na Fazenda Grataú, não foi trocado, em janeiro de 2014 (1º trimestre de 2014), por dificuldade de acesso ao ponto (escola fechada). Este dosímetro permaneceu no local até a troca seguinte, ocorrida em abril (2º trimestre de 2014).

O dosímetro do ponto C-26, situado na Ilha do Brandão não foi trocado, em janeiro de 2015 (4º trimestre de 2014), por impossibilidade de acesso ao ponto. Este dosímetro permaneceu no local até a troca seguinte, em abril de 2015.

2.5 - Programas de Intercomparação

Durante o ano de 2014, o Laboratório participou das três rodadas do Programa Nacional de Intercomparação (PNI) com o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), onde foram analisadas amostras de água (rodadas de dezembro/2013, abril e agosto/2014).

Os resultados obtidos pelo Laboratório no PNI podem ser visto nos Relatórios de Avaliação dos Resultados das respectivas rodadas.

3 - CONCLUSÃO

Nas amostras que compõe o PMARO, os resultados obtidos em 2014 estão compatíveis com os do período pré-operacional, tanto para as coletadas na área de impacto quanto para as coletadas na área de controle.

Para as amostras de origem marinha, não foram observadas alterações nas atividades dos radionuclídeos artificiais e os valores encontrados estão compatíveis com os históricos e bem abaixo da atividade mínima detectável (AMD) estabelecida nos Regulatory Guide 4.8 e NUREG 1301. Estes radionuclídeos ainda são resíduos do problema operacional da Usina de Angra 1 em 1987.

Com relação às amostras de origem terrestre, os resultados também estão compatíveis com os valores históricos. Em 2014, não foi registrada a incidência de $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ e de ^{137}Cs em leite, tanto nas amostras coletadas na área de impacto quanto nas da área de controle. Com relação ao ^{137}Cs encontrado nas amostras de solo na área de controle, pode-se dizer que o mesmo é proveniente de "fall out" e os valores encontrados estão muito abaixo das AMD's apresentadas pelo Reg. Guide 4.8 e pelo NUREG 1301.

Para as amostras de origem aérea, os resultados obtidos em 2014 demonstraram que não houve influência da operação das Usinas de Angra 1 e Angra 2 no meio ambiente monitorado.

Nas medidas diretas com TLD, pode-se observar que os resultados obtidos pelo Laboratório em 2014, apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos dos anos anteriores, inclusive nos pontos de controle. Este fato é reforçado pela constatação de que não houve nenhuma alteração nas atividades dos radionuclídeos detectados durante este mesmo período.

Pode-se concluir que, durante o ano de 2014, não houve impacto radiológico ao meio ambiente provocado pela operação das Usinas de Angra 1 e Angra 2. Todos os

resultados obtidos estão compatíveis com os valores históricos, obtidos desde o período pré-operacional.

Com relação à participação do Laboratório de Monitoração Ambiental no Programa Nacional de Intercomparação de Resultados (PNI) com o IRD, os resultados do LMA em 2014 apresentaram 100% de acerto.

4 – AUTORIZAÇÃO DE COLETA

A Estação Ecológica de Tamoios emitiu a Autorização Direta nº 002/2013 onde fica autorizada, para o ano de 2013, a captura, coleta e transporte de material biológico na ESEC Tamoios e respectiva zona de amortecimento no âmbito do programa de monitoração ambiental da Eletrobrás Eletronuclear.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A - ELETRONUCLEAR - "Relatório Anual do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional da CNAAA - Unidade I" - 1997 a 2013.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. - "Relatório Final do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional da CNAAA (Pré-operacional) - Unidade I" - Março/1981.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. - "Relatório Anual do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional da CNAAA - Unidade I" - 1982 a 1996.

ELETRONUCLEAR S.A. - "Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional" - Manual de Operação da Usina de Angra 1 (Procedimento PA-AG 10).

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. - "Angra Nuclear Power Plant - Unit 1 - Final Safety Analysis Report (FSAR)" - Revision 35 - Rio de Janeiro.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION - "Regulatory Guide 4.8 - Environmental Technical Specifications for Nuclear Power Plants" - Revision 1, Washington, 1975.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION - "Regulatory Guide 1301 – Offsite Dose Calculation Manual Guidance: Standard Radiological Effluent Controls for Pressurized Water Reactors" – 1991.

WICKER, F. WARD & SCHULTZ, V. - "Radioecology: Nuclear Energy and the Environment" (Vol.1 & Vol.2) - Boca Raton - Florida - 1982.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - Relatório de Avaliação do Programa Nacional de Intercomparação de Resultados - Rodadas de Dezembro de 2013, Abril e Agosto de 2014.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – Posição Regulatória 3.01/008 –
“Programa de Monitoração Radiológica Ambiental” – Norma CNEN-NN-3.01 – “Diretrizes
Básicas de Proteção Radiológica” – Janeiro 2005.

TABELA 1.1
**PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS
AMOSTRAS DE ORIGEM MARINHA
2014**

AMOSTRAS	LOCAL DE COLETA	ÁREA	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DAS ANÁLISES	TOTAL DAS ANÁLISES PROGRAMADAS	TOTAL DAS ANÁLISES REALIZADAS
PEIXE SEDENTÁRIO	PIRAQUARA TARITUBA	I C	G	S	G=4	G=4
PEIXE DE CURSO	PIRAQUARA	I	G	S	G=2	G=2
ALGAS	PRQ* TARITUBA	I C	G	S	G=4	G=0
AREIA DE PRAIA	PRQ. ESE PRQ. ENE P. BRAVA P. FRADE MAMBUCABA TARITUBA	I I I I I C	G	S	G=12	G=12
SEDIMENTO MARINHO	PRQ. ESE I PRQ. ESE II PRQ. ENE ITA-1 e ITA-2 I. BRANDÃO P. FRADE I. PAQUETÁ TARITUBA	I I I I I I I C	G	T T T S S S S S	G=24	G=24
ÁGUA DO MAR	PRQ.ESE** PRQ.ENE ITAORNA I. BRANDÃO TARITUBA	I I I C C	G ³ H G G ³ H G G ³ H	M/T T T T S	G=26 ³ H=10	G=26 ³ H=10

 ÁREA: I - Impacto
C - Controle

 TIPO DE ANÁLISE: ³H - Trítio
G - Espectrometria Gama

 FREQUÊNCIA: M - Mensal
T - Trimestral
S - Semestral

OBSERVAÇÕES: (*) – Coleta mensal de algas nos pontos da Piraquara para análise semestral.

(***) - Amostragem contínua

PRQ – Piraquara

TABELA 1.2
**PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS
AMOSTRAS DE ORIGEM TERRESTRE
2014**

AMOSTRAS	LOCAL DE COLETA	ÁREA	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DAS ANÁLISES	TOTAL DAS ANÁLISES PROGRAMADAS	TOTAL DAS ANÁLISES REALIZADAS
LEITE	S. DO QUINCAS FAZENDA PARATY	I C	G//Cs/Sr	S	G=4 I=4 Cs=4/Sr=4	G=4 I=4 Cs=4/Sr=2
PASTO	S. DO QUINCAS FAZENDA PARATY	I C	G	S	G=4	G=4
ÁGUA DE SUPERFÍCIE	PRAIA BRAVA VILA DO FRADE COL. NAVAL PARATY	I I C C	G ³ H	T	G=16 ³ H=16	G=16 ³ H=16
ÁGUA DE RIO	RIO DO FRADE R. MAMBUCABA	I I	G	A	G=2	G=2
ÁGUA SUBTERRÂNEA	ITAORNA	I	G	A	G=1	G=1
SEDIMENTO DE RIO	RIO DO FRADE R. MAMBUCABA	I I	G	A	G=2	G=2
BANANA E SOLO	ITAORNA PARATY	I C	G	S	G=4	G=4

 ÁREA: I - Impacto
C - Controle

 TIPO DE ANÁLISE: ³H - Trítio

G - Espectrometria Gama

I - Radioquímica de Iodo

Cs - Radioquímica de Césio

Sr - Radioquímica de Estrôncio

FREQUÊNCIA: T - Trimestral

S - Semestral

A - Anual

TABELA 1.3
**PROGRAMA DE ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS
AMOSTRAS DE ORIGEM AÉREA
2014**

AMOSTRAS	LOCAL DE COLETA	ÁREA	TIPO DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA DAS ANÁLISES	TOTAL DAS ANÁLISES PROGRAMADAS	TOTAL DAS ANÁLISES REALIZADAS
AR PARTICULADO	RIO-SANTOS E	I	B/G	SEM/T*	B=364 G=28	B=357 G=28
	RIO-SANTOS NE	I				
	C. INFORMAÇÕES	I				
	PRAIA BRAVA	I				
	FRADE	I				
	MAMBUCABA	I				
	COLÉGIO NAVAL	C				
AR - IODO	RIO-SANTOS E	I	G	SEM	G=364	G=357
	RIO-SANTOS NE	I				
	C. INFORMAÇÕES	I				
	PRAIA BRAVA	I				
	FRADE	I				
	MAMBUCABA	I				
	COLÉGIO NAVAL	C				
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	RIO-SANTOS E	I	G/ ³ H	M/T***	G=96 ³ H=16	G=96 ³ H=16
	RIO-SANTOS NE	I	G/ ³ H	M/ T***		
	C. INFORMAÇÕES	I	G/ ³ H	M/ T***		
	PRAIA BRAVA	I	G	M		
	FRADE	I	G	M		
	MAMBUCABA **	I	G/ ³ H	M/T***		
	COLÉGIO NAVAL	C	G	M		
PARATY	C	G	M			

 ÁREA: I - Impacto
C - Controle

 TIPO DE ANÁLISE: ³H - Trítio
G – Espectrometria Gama
B – Contagem Beta Total

 FREQUÊNCIA: M - Mensal
T - Trimestral
SEM - Semanal

OBSERVAÇÕES: (*) - Amostras coletadas semanalmente e analisadas trimestralmente (amostra composta)
(**) - Área de controle para precipitação pluviométrica - análise de trítio
(***) - amostras coletadas mensalmente e analisadas para trítio trimestralmente (amostra composta)

TABELA 1.4
**PROGRAMA DE MEDIDAS DIRETAS COM TLD
2014**

LOCAL DE COLETA	DIREÇÃO	ÁREA
01 - PONTA FINA	S	IMPACTO
02 - PONTA FINA	SSE	IMPACTO
03 - MORRO DO MAMEDE	SE	IMPACTO
04 - MORRO DO MAMEDE	ESE	IMPACTO
05 - MARGEM DA RIO-SANTOS	E	IMPACTO
06 - MARGEM DA RIO-SANTOS	ENE	IMPACTO
07 - MARGEM DA RIO-SANTOS	NE	IMPACTO
08 - MARGEM DA RIO-SANTOS	NNE	IMPACTO
09 - MARGEM DA RIO-SANTOS	N	IMPACTO
10 - MARGEM DA RIO-SANTOS	NNW	IMPACTO
11 - MARGEM DA RIO-SANTOS	NW	IMPACTO
12 - CENTRO DE INFORMAÇÕES	WNW	IMPACTO
13 - MARGEM DA RIO-SANTOS	W	IMPACTO
14 - LAB. MONITORAÇÃO AMBIENTAL	WSW	IMPACTO
15 - ESCOLA PÚBLICA		IMPACTO
16 - PRAIA DO VELHO	SE/ESE	IMPACTO
17 - PRAIA BRAVA 1 (CLUBE NÁUTICO)	W	IMPACTO
18 - PRAIA BRAVA 2 (HOSPEDAGEM I)	W	IMPACTO
19 - PRAIA DO SÍTIO	ENE	IMPACTO
21 - PRAIA VERMELHA	WSW	IMPACTO
22 - HOTEL DO FRADE	NNE	IMPACTO
23 - ILHA DE PAQUETÁ	ENE	IMPACTO
24 - ILHA SANDRI	SW	IMPACTO
25 - MAMBUCABA (VILA HISTÓRICA)	WSW	IMPACTO
26 - ILHA DO BRANDÃO	ESE	IMPACTO
27 - FAZENDA GRATAÚ	NNE	IMPACTO
28 - MAMBUCABA (ELETRONUCLEAR)	WSW	IMPACTO
29 - COLÉGIO NAVAL	E	CONTROLE
30 - HOTEL DA PRAIA	ENE	CONTROLE
31 - TARITUBA	WSW	CONTROLE
32 - PARATY	SW	CONTROLE
33 - PONTA FINA	SSW	IMPACTO
34 - TORRE DE MICRO-ONDAS	ENE	IMPACTO
35 - CASA DE BOMBAS (FRADE)	N/NNE	IMPACTO
36 - PORTO BRACUHY	NE	IMPACTO
37 - PRAIA DA RIBEIRA	E	IMPACTO
38 - VILA MADEZATI	W	IMPACTO
46 - MOLHE DE ITAORNA	WSW	IMPACTO
47 - MOLHE DE ITAORNA	SW	IMPACTO
48 - MOLHE DE ITAORNA	WSW	IMPACTO
49 - ACESSO À ITAORNA - UNA I	NNE	IMPACTO

OBSERVAÇÕES: 1 - Frequência Trimestral.

2 - Nº total de medidas: programadas - 164 medidas.
realizadas - 159 medidas.

TABELA 2.1
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO - PEIXE
2014**
**TABELA 2.1a
PEIXE SEDENTÁRIO**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (Bq/Kg tecido mole)E00 MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	PIRAQUARA DE FORA	78,93 ± 0,14 (2/2)	
		76,21 ± 2,49	81,64 ± 2,69
CONTROLE	TARITUBA	59,02 ± 0,35 (2/2)	
		53,23 ± 1,71	64,81 ± 2,21

**TABELA 2.1b
PEIXE DE CURSO**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (Bq/Kg tecido mole)E00 MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	PIRAQUARA DE FORA	73,79 ± 0,63 (2/2)	
		59,84 ± 1,96	87,73 ± 2,85

TABELA 2.2

**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO - ALGA
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (Bq/Kg úmido)E00 MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	PIRAQUARA		*
CONTROLE	TARITUBA		*

OBSERVAÇÃO: (*) - Sem amostras nos locais de coleta.

TABELA 2.3
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO - AREIA DE PRAIA
2014**

ÁREA	IMPACTO						CONTROLE					
	PONTOS		PRQ.ENE	PRQ.ESE	PRAIA BRAVA	PRAIA DO FRADE	MAMBUCABA	TARITUBA				
⁴⁰ K (Bq/Kg seco) E00												
MÉDIA			446,37 ± 10,12 (2/2)	200,78 ± 2,41 (2/2)	762,79 ± 7,55 (2/2)	321,38 ± 1,57 (2/2)	476,67 ± 4,61 (2/2)	227,25 ± 0,71 (2/2)				
(amostras analisadas)												
VALOR	401,05	491,68	191,93	209,63	591,62	933,07	310,09	332,67	376,32	577,01	187,98	226,52
MÍNIMO	± 14,84	± 29,15	± 11,51	± 8,10	± 19,39	± 30,07	± 10,15	± 12,37	± 12,43	± 18,95	± 11,21	± 10,20

TABELA 2.4
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO - SEDIMENTO MARINHO
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K	⁵⁴ Mn	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
		(em Bq/Kg úmido) E00 MÉDIA (amostras analisadas)					
		VALOR MÍNIMO			VALOR MÁXIMO		
IMPACTO	PRQ.ESE (Pto. 26)	256,14 ± 3,40 (4/4) 233,53 264,93 ± 9,05 ± 16,00	0,24 ± 0,07 (1/4)	< AMD	0,66 ± 0,08 (2/4) 0,48 0,83 ± 0,06 ± 0,18	< AMD	< AMD
	PRQ.ESE (Pto. 29)	457,80 ± 8,80 (4/4) 382,02 528,86 ± 12,45 ± 31,35	0,38 ± 0,05 (1/4)	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD
	PRQ.ENE (Pto. 47)	361,91 ± 10,77 (4/4) 251,63 483,20 ± 0,85 ± 20,18	0,22 ± 0,06 (1/4)	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD
	ITAORNA-1	369,23 ± 1,57 (2/2) 335,61 402,84 ± 11,04 ± 13,26	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD
	ITAORNA-2	332,09 ± 1,63 (2/2) 261,50 402,68 ± 15,56 ± 13,26	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD
	ILHA DO BRANDÃO	130,59 ± 2,36 (2/2) 121,88 139,30 ± 5,10 ± 8,44	NA	NA	NA	NA	NA
	ILHA DE PAQUETÁ	118,81 ± 0,84 (2/2) 114,50 123,12 ± 4,07 ± 5,26	NA	NA	NA	NA	NA
	PRAIA DO FRADE	321,38 ± 2,97 (2/2) 193,94 428,57 ± 11,71 ± 15,91	NA	NA	NA	NA	NA
CONTROLE	TARITUBA	227,25 ± 4,12 (2/2) 250,53 275,03 ± 14,98 ± 9,15	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVAÇÃO: NA - Não Aplicável

AMD – Atividade Mínima Detectável

TABELA 2.5
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – ÁGUA DO MAR
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (em Bq/L) MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	PIRAQUARA - ENE	11,28 ± 0,63 (4/4)	10,50 ± 1,37
		12,72 ± 1,32	
	PIRAQUARA - ESE	13,04 ± 0,52 (12/12)	8,06 ± 1,24
		16,37 ± 2,33	
ITAORNA	13,55 ± 0,57 (4/4)	9,95 ± 2,18	
	19,34 ± 2,54		
ILHA DO BRANDÃO	11,60 ± 0,13 (4/4)	9,56 ± 1,15	
	11,88 ± 1,36		
CONTROLE	TARITUBA	11,47 ± 0,28 (2/2)	11,46 ± 1,66
			11,48 ± 1,27

TABELA 3.1
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – LEITE
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr	¹³¹ I	¹³⁷ Cs
		(em Bq/L) E00 MÉDIA (amostras analisadas)				
		VALOR MÍNIMO		VALOR MÁXIMO		
IMPACTO	SÍTIO DO QUINCAS	48,99 ± 0,11 (2/2)				
		47,20 50,78 ± 2,24 ± 2,08	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD
CONTROLE	FAZENDA PARATY	44,65 ± 0,16 (2/2)				
		43,17 46,12 ± 1,71 ± 1,93	< AMD	< AMD	< AMD	< AMD

OBSERVAÇÃO: AMD – Atividade Mínima Detectável

TABELA 3.2
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – PASTO
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (em Bq/Kg úmido) E00 MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	SÍTIO DO QUINCAS	122,79 ± 0,56 (2/2)	
		109,06 ± 3,61	136,52 ± 4,40
CONTROLE	FAZENDA PARATY	145,93 ± 2,17 (2/2)	
		107,21 ± 3,66	184,65 ± 0,59

TABELA 3.3

**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – SEDIMENTO DE RIO
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (em Bq/Kg seco) E00
IMPACTO	RIO DO FRADE	569,01 ± 33,66
	RIO MAMBUCABA	430,34 ± 14,09

TABELA 3.4 (a)
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – BANANA
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K (em Bq/Kg úmido) E00 MÉDIA (AMOSTRAS ANALISADAS)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	ITAORNA	97,37 ± 0,18 (2/2)	
		93,80 ± 3,02	100,94 ± 3,28
CONTROLE	PARATY	101,08 ± 0,48 (2/2)	
		92,95 ± 2,99	109,21 ± 3,67

TABELA 3.4 (b)
**RESULTADOS DE ANÁLISES
MEIO MONITORADO – SOLO
2014**

ÁREA	PONTOS	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
		(Bq/Kg seco) E00 MÉDIA (amostras analisadas)	
		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
IMPACTO	ITAORNA	248,84 ± 2,57 (2/2)	
		215,40 ± 13,04	282,27 ± 9,40
CONTROLE	PARATY	170,61 ± 0,78 (2/2)	
		154,74 ± 5,46	186,47 ± 6,57
			0,94 ± 0,07
			1,92 ± 0,19 (2/2)
			2,89 ± 0,34
			< AMD

TABELA 4.0

**RESULTADOS DE ANÁLISES
DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE
2014**

ÁREA	DOSE (em mSv/30 dias) E-02
IMPACTO	9,10 ± 0,18
CONTROLE	8,30 ± 0,11

9

TABELA 5.1
ANÁLISES DE AMOSTRAS AMBIENTAIS NÃO REALIZADAS
2014

TIPO DE AMOSTRA	MÊS	SEMANA	LOCAL DE COLETA	TIPO DE ANÁLISE	JUSTIFICATIVA
Algas	TODOS	-	Piraquara / Tarituba	G	Sem amostras no local
Leite	Outubro	-	Sítio do Quincas	$^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$	Amostra perdida [*]
Leite	Novembro	-	Fazenda Paraty	$^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$	Amostra perdida [*]
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Janeiro	1 ^a	Rio-Santos-NE	G/Beta Total	Problemas elétricos
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Agosto	2 ^a	Rio-Santos-NE	G/Beta Total	Problemas elétricos
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Agosto	5 ^a	Frade	G/Beta Total	Problemas elétricos
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Setembro	2 ^a	Praia Brava	G/Beta Total	Greve dos funcionários
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Setembro	3 ^a	Frade	G/Beta Total	Problemas elétricos
Ar-Iodo / Ar-Particulado	Dezembro	3 ^a e 4 ^a	Centro de Informações	G/Beta Total	Problemas elétricos

OBSERVAÇÃO: FCA – Filtro de Carvão Ativado

G – Espectrometria Gama

(*) – Amostras perdidas por problema na geladeira

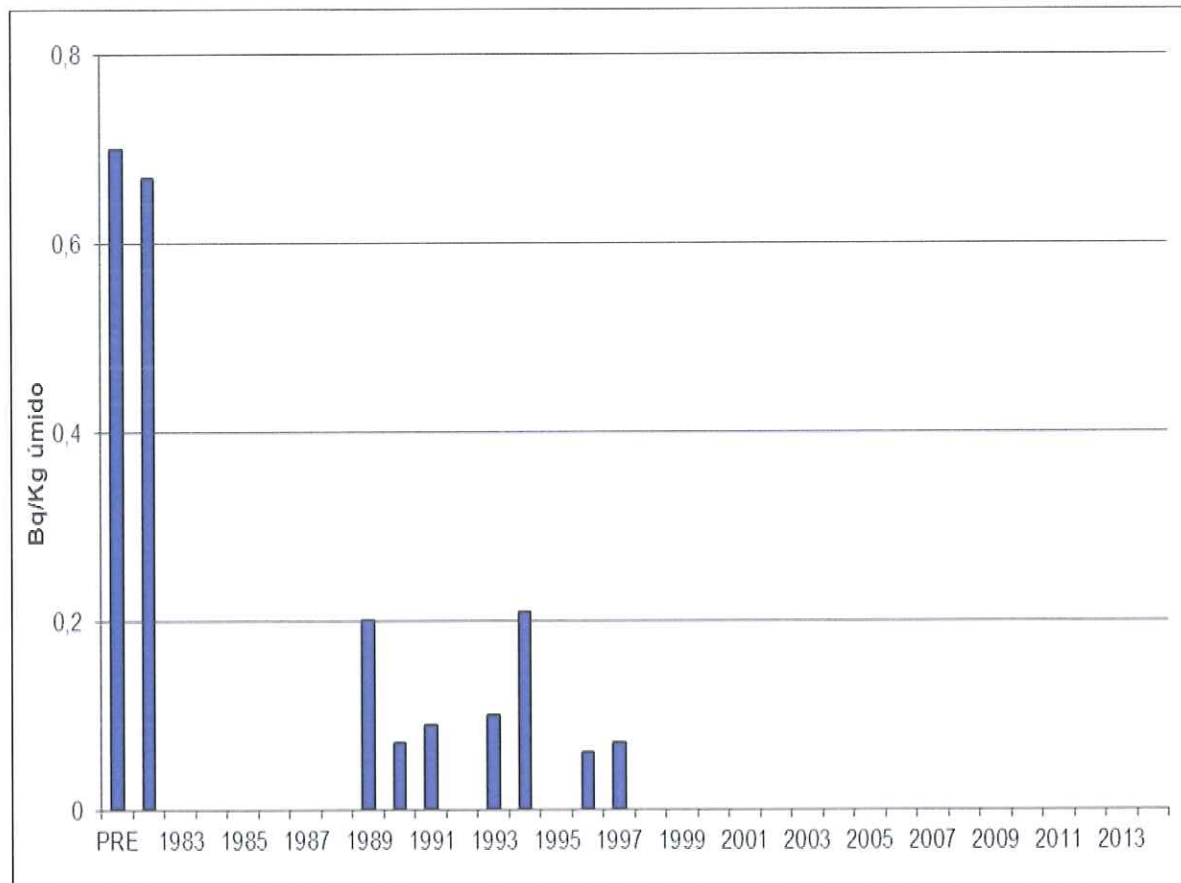
TABELA 5.2

**MEDIDAS DIRETAS NÃO REALIZADAS
2014**

MES	LOCAL DE COLETA	JUSTIFICATIVA
1º trimestre	FAZENDA GRATAÚ	Acesso difícil – escola trancada
2º e 3º trimestres	ESCOLINHA RIO-SANTOS	Dosímetro extraviado
4º trimestre	ILHA DO BRANDÃO	Acesso impossibilitado – sem segurança
4º trimestre	FAZENDA GRATAÚ	Acesso difícil - escola trancada

g

FIGURA 1
ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO
 ^{137}Cs - PEIXE SEDENTÁRIO
PRÉ/2014



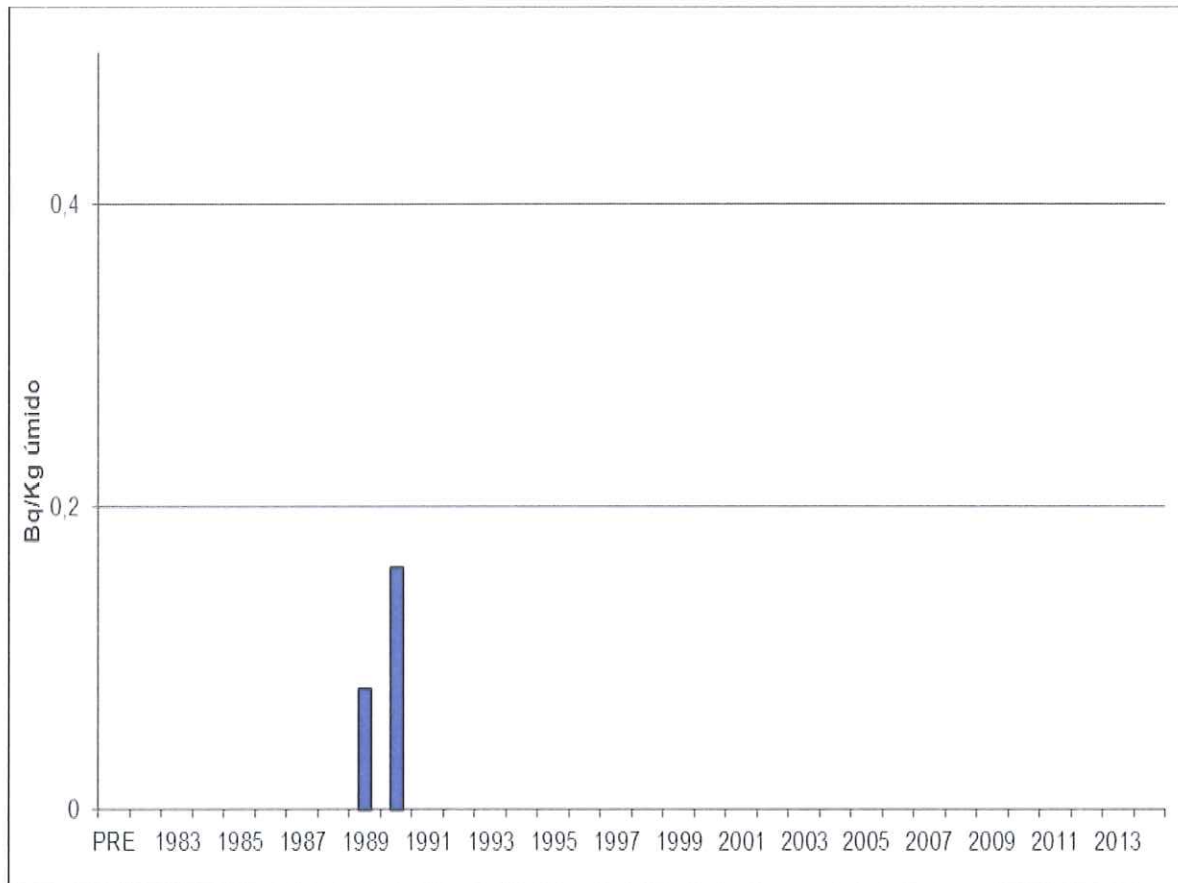
AMD (Bq/Kg úmido)
Reg. Guide = 4,8
Eletronuclear (LMA) = 0,05

FIGURA 2

ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO

¹³⁷Cs - PEIXE DE CURSO

PRÉ/2014



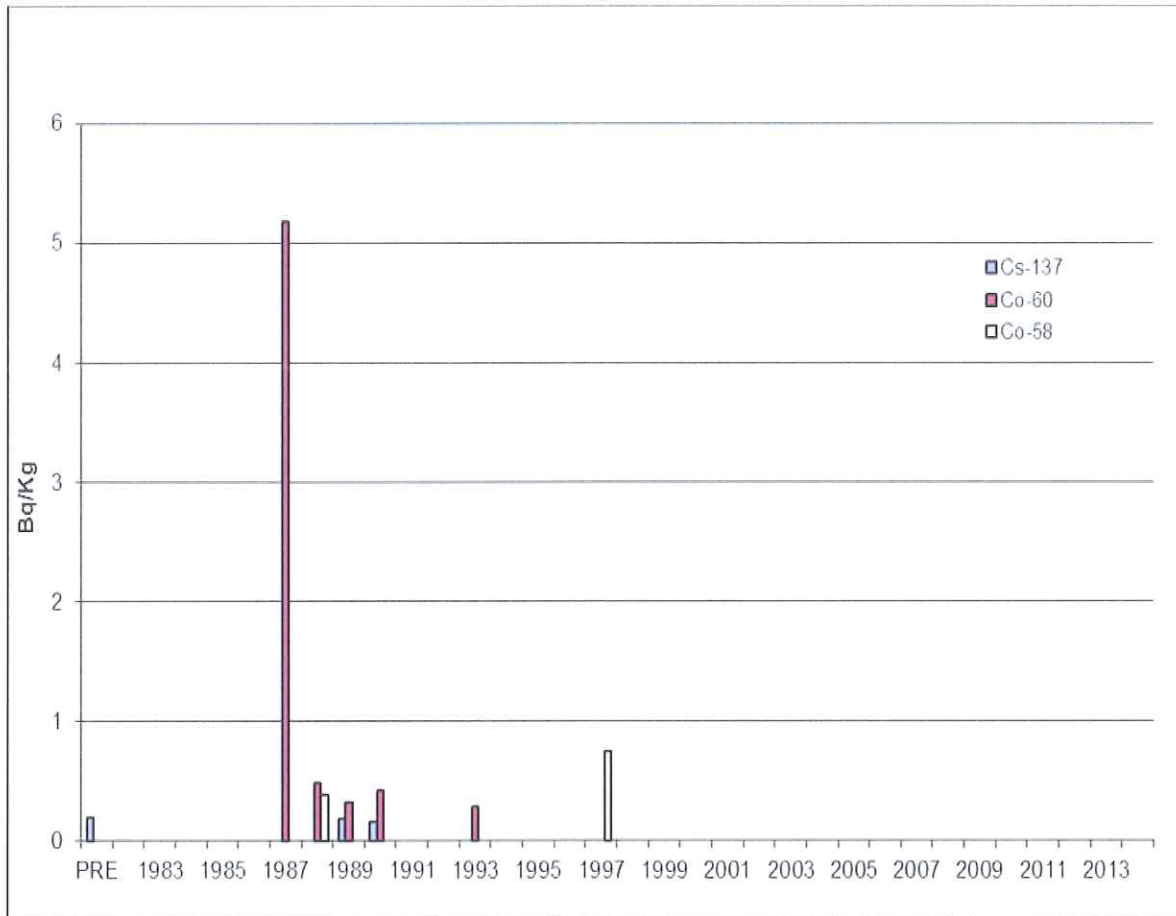
AMD (Bq/Kg úmido)
Reg. Guide = 4,8
Eletronuclear (LMA) = 0,05

FIGURA 3

ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS

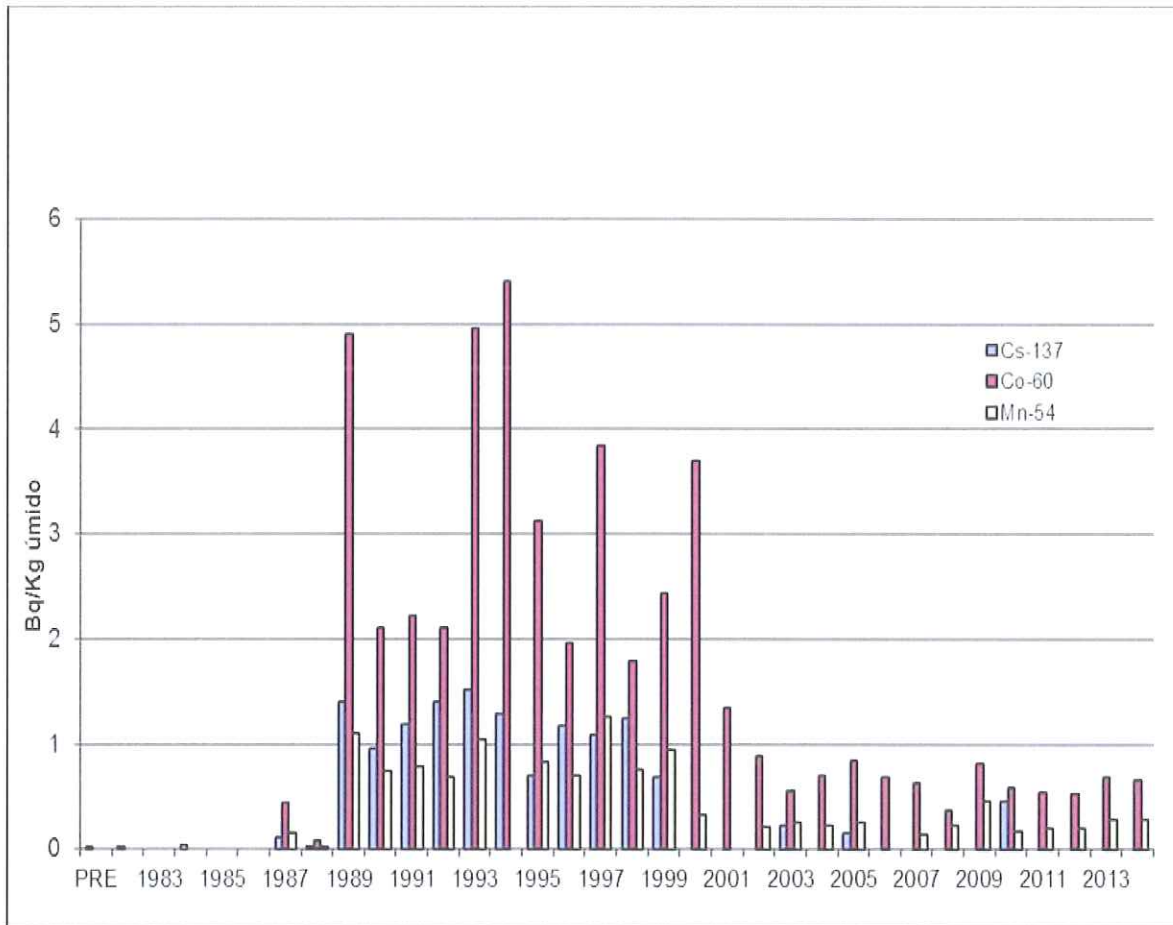
ALGAS

PRÉ/2014



AMD (Bq/Kg úmido)
Reg. Guide = 4,81
Eletronuclear (LMA) = 0,41

FIGURA 4
ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS
SEDIMENTO MARINHO
PRÉ/2014



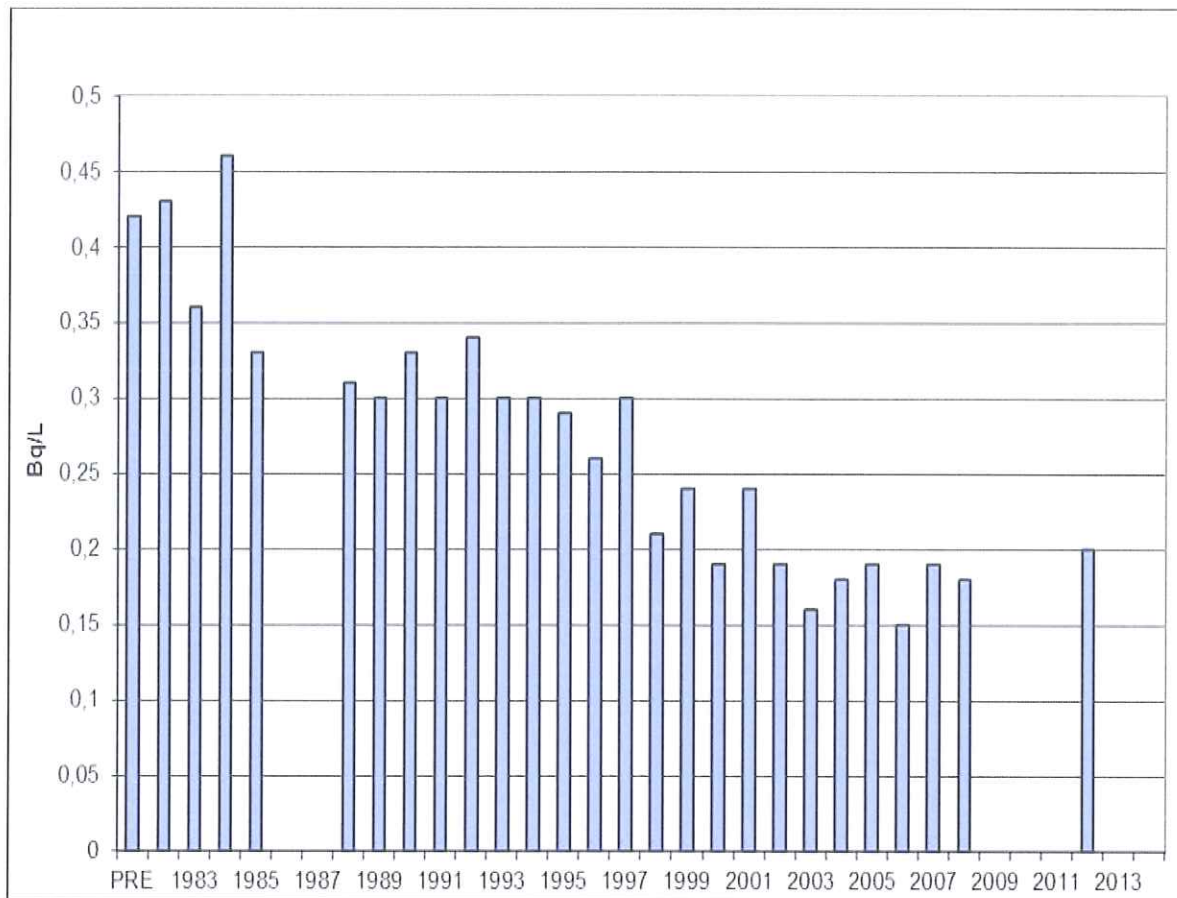
AMD (Bq/Kg seco)
Reg. Guide = 6,70
Eletronuclear (LMA) = 0,43

FIGURA 5

ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO

^{137}Cs - LEITE

PRÉ/2014



AMD (Bq/L)

Reg. Guide = 0,67

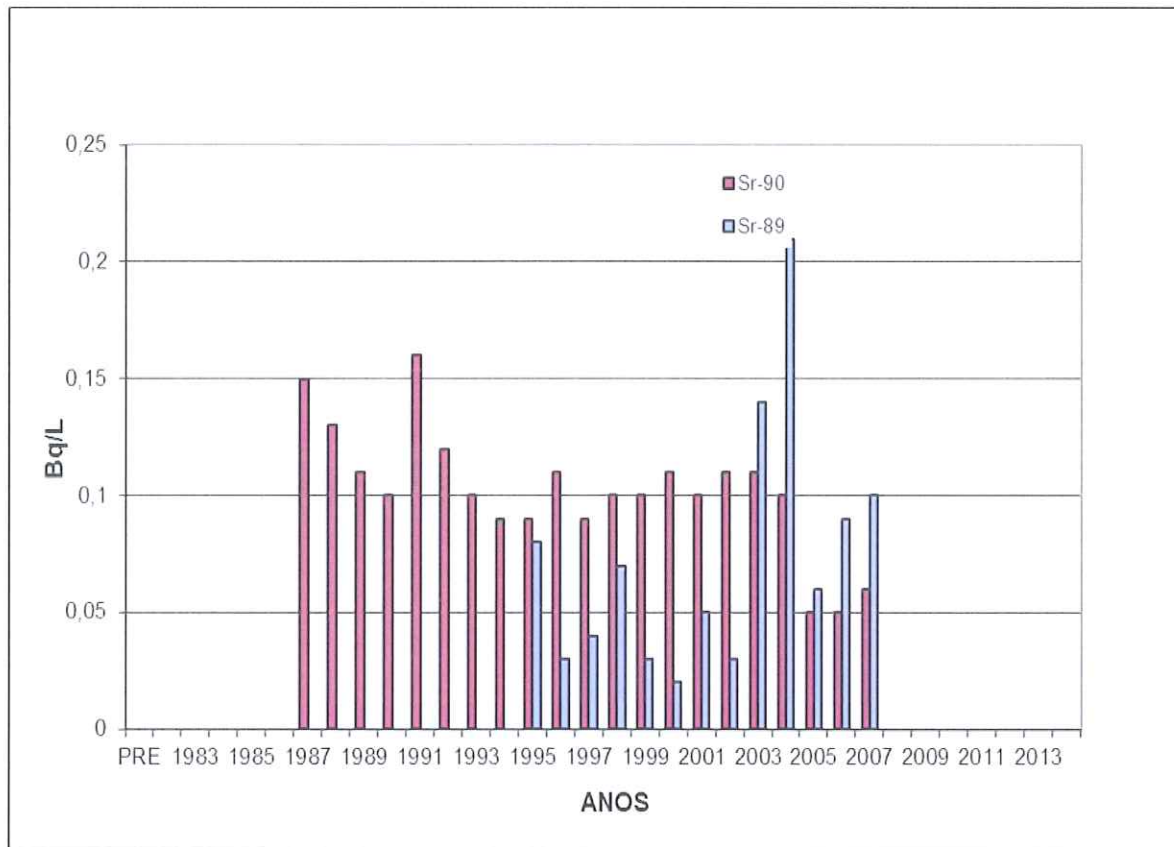
Eletronuclear (LMA) = 0,17

FIGURA 6

ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO

$^{89}\text{Sr} / ^{90}\text{Sr}$ - LEITE

PRÉ/2014



AMD (Bq/L)
Reg. Guide = 0,37
Eletronuclear (LMA) = 0,06 (^{89}Sr)
0,04 (^{90}Sr)

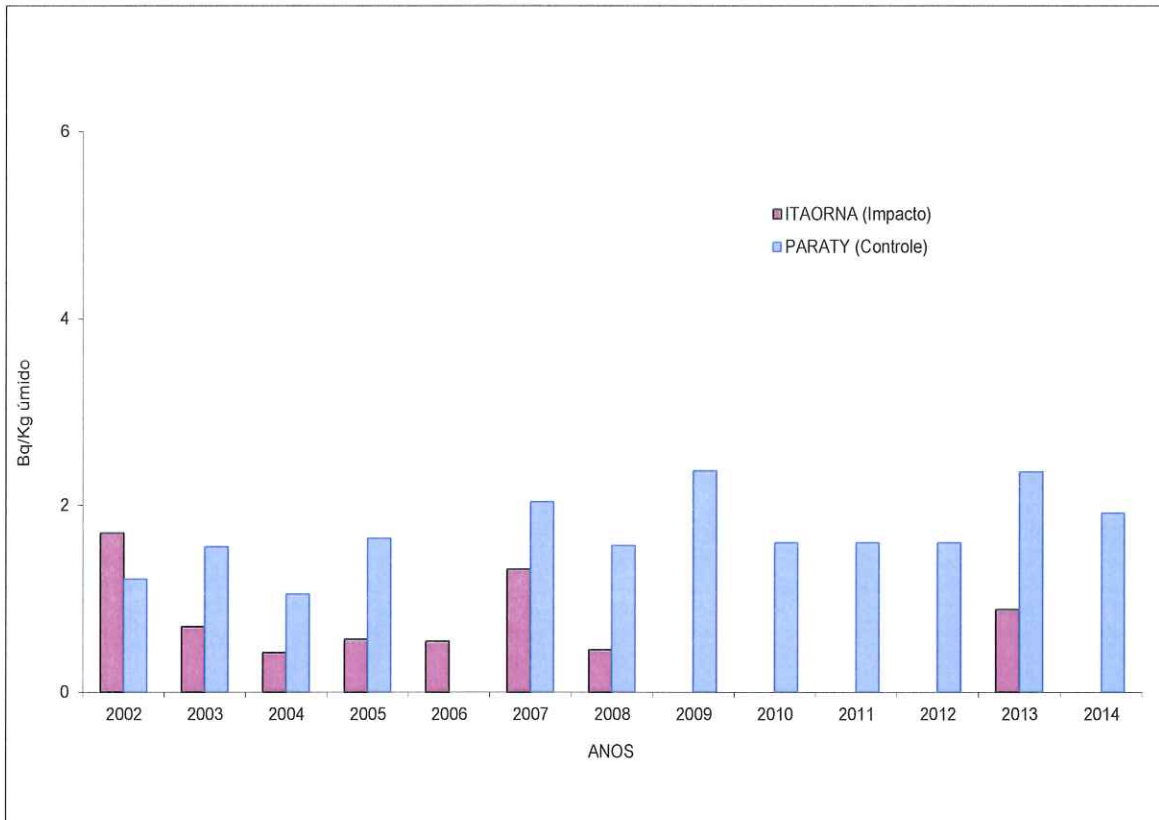
9

FIGURA 7

ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEO

¹³⁷Cs - SOLO

2002/2014



AMD (Bq/Kg úmido)
Reg. Guide = 5,55
Eletronuclear (LMA) = 0,60

9

FIGURA 8
MEDIDAS DIRETAS COM TLD
2014

