



## RELATÓRIO DE MONITORAÇÃO RADIOLÓGICA AMBIENTAL



FOTOS DA REPRESA DO FUNIL

**Exemplar Eletrônico – IBAMA**

**Junho/2012**



## **RELATÓRIO DE MONITORAÇÃO RADIOLÓGICA AMBIENTAL**

**Relatório de resultados – 2011**

**FÁBRICA DE COMBUSTÍVEL NUCLEAR – FCN**

**RESENDE – RJ**

**Coordenação de Meio Ambiente e Proteção Radiológica**

**Laboratório de Monitoração Ambiental**

**Exemplar Eletrônico – IBAMA**

**Junho/2012**

Presidente da República  
Dilma Vana Rousseff

Ministro da Ciência e Tecnologia  
Marco Antônio Raupp

Presidente das Indústrias Nucleares do Brasil  
Alfredo Tranjan Filho

Assessor Especial da Presidência  
José Carlos Castro

Gerente de Meio Ambiente, Licenciamento, Qualidade e Segurança  
Paulo Sérgio Conceição Luz

Coordenador de Meio Ambiente e Proteção Radiológica  
Jorge José de Barros

**QUADRO DE APROVAÇÃO**

<b>SETOR</b>	<b>DATA</b>	<b>NOME</b>	<b>ASSINATURA</b>
ELABORADO COMAP.P	___/___/___	RODNEY SANTOS	
REVISADO COMAP.P	___/___/___	AFRANIO REIS RODRIGUES PRIMO	
APROVADO COMAP.P	___/___/___	JORGE JOSÉ DE BARROS	
APROVADO CPRAL.N	___/___/___	CÉLIO RICARDO GOSLING	
LIBERADO GALQS.P	___/___/___	PAULO SÉRGIO DA CONCEIÇÃO LUZ	

**QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO**

<b>DESTINATÁRIO</b>	<b>EXEMPLAR</b>
CNEN	01 a 04
IBAMA	05 a 07
GALQS.P / COMAP.P	08
GQUAL.N / CPRAL.N	09
SUPRO.N	10
SUPEN.E	11
GEPRQ.E	12

## Resumo

A busca do equilíbrio entre a atividade industrial e preservação o meio ambiente, tem sido visto como paradigma ainda longe dos ideais almejados, apesar dos progressos evidentes desta última década. Cada vez mais instituições governamentais e não governamentais deliberam e influenciam a humanidade neste sentido. O termo sustentabilidade, presente dentro deste contexto, é palavra chave e posiciona a INB num grupo seletivo de empresas que, entre outras, têm em sua missão transparência e responsabilidade ambiental.

Este relatório tem como objetivo principal demonstrar a coerência da INB quanto às exigências do Programa de Monitoração Ambiental (PMA – rev. 08), elaborado na sua origem para atender à fase operacional das três unidades industriais previstas para instalação em Resende (Fábrica de Elementos Combustíveis, Usina de Conversão e Usina de Enriquecimento Isotópico).

A CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) e o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) são autarquias federais vinculadas ao Ministério de Ciência e Tecnologia e ao Ministério do Meio Ambiente, respectivamente e que regem os requerimentos presentes no PMA.

Descrevem-se aqui a periodicidade e matrizes por pontos de amostragem, os parâmetros e resultados analíticos da monitoração atmosférica, hídrica, da biota, solo e dados meteorológicos. Os órgãos supracitados são aqueles que anualmente recebem cópia deste documento para acompanhamento de conformidade e apreciação.

Nos diversificados resultados apresentadas ao longo deste relatório, concluímos que não há evidências de que a INB, em 2011, tenha provocado incremento da atividade de radionuclídeos e nem de outros compostos no meio ambiente.

## **Lista de Abreviaturas**

**INB** – Indústrias Nucleares do Brasil

**COMAP.P** – Coordenação de Meio Ambiente e Proteção Radiológica

**IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais  
Renováveis

**CNEN** – Comissão Nacional de Energia Nuclear

**GALQS.P** – Gerencia de Meio Ambiente, Licenciamento, Qualidade e  
Segurança

**GQUAL.N** – Gerencia de Qualidade, Proteção Radiológica, Licenciamento e  
Salvaguardas

**CPRAL.N** – Coordenação de Proteção Radiológica, Licenciamento e  
Salvaguardas

**SUPRO.N** – Superintendência de Produção do Combustível

**PMA** – Programa de Monitoração Ambiental

**ONGs** – Organizações Não Governamentais

**UNFCCC** – Union Nations Framework Convention on Climate Change

**COPs** – Conferência por partes

**FCN** – Fábrica de Combustível Nuclear

**PMRA** – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental

**LMA** – Laboratório de Monitoração Ambiental

**FCN I** – Fábrica de Combustível Nuclear – Componentes e Montagem

**FCNII** – Fábrica de Combustível Nuclear – Reconversão e Pastilhas

**RMA** – Relatório de Monitoração Ambiental

**PBA** – Projeto Básico Ambiental

**SADM** – Sistema de Aquisição de Dados Meteorológicos

**CTMSP** – Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**LMP** – Limite Máximo Permitido

**UASB** – Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente

**FBAS** – Filtro Biológico Aerado Submerso

**DS** – Decantador Secundário

**LD** – Limite de Detecção

**PNI** – Programa Nacional de Intercomparação

.



Resumo .....	6
Lista de Abreviaturas .....	7
Índice de Tabelas .....	11
Índice de Figuras .....	11
1 Introdução .....	12
1.1 Objetivos.....	13
2 Programa de Monitoração Ambiental .....	14
2.1 Descrição do Local .....	15
2.2 Metodologia .....	16
2.2.1 Resumo dos Procedimentos de Coleta, Freqüência e Conservação das Amostras Ambientais .....	23
3 Apresentação dos Resultados.....	27
4 Programas Dispostos no Projeto Básico Ambiental (PBA) .....	28
5 Do Andamento dos Programas .....	29
5.1. Programa de Levantamento de Dados Meteorológicos.....	29
5.1.1 Recursos.....	29
5.2 Programa de Monitoração de Emissões e Resíduos (Líquidos e Sólidos).....	30
5.2.1 Níveis Operacionais para Liberação de Efluentes na FCN – Resende.....	30
5.2.2 Dose Efetiva para o Grupo Crítico e População .....	30
5.2.3 Atividade Liberada em 2011.....	31
5.2.4. Emissões Gasosas .....	31
5.2.5. Monitoração de Efluentes Líquidos e Resíduos .....	32
5.2.5.1. Efluentes Sanitários.....	32
5.2.5.2. Efluente Líquido da FCN - Componentes e Montagem.....	33
5.2.5.3. Efluente Líquido da FCN - Reconversão e Pastilhas .....	34
5.2.5.4. Resíduos Sólidos Radioativos .....	36
5.2.5.5. Resíduos Sólidos Inativos .....	36
5.2.6. Resultados da Monitoração Atmosférica .....	38
5.2.7. Resultados da Monitoração Hídrica .....	40
5.2.8. Resultados da Monitoração da Biota e do Solo.....	42
5.3 Programa da Qualidade .....	42
5.4 Programa Nacional de Intercomparação de Resultados (PNI) .....	43
6 Atividades Fabris.....	43
7 Conclusão .....	43
8 Resultados de Urânio.....	45
8.1 Monitoração Interna das Emissões Gasosa .....	45

8.1.1	Atividade Específica Anual Alfa na Chaminé da FCN – Reconversão e Pastilhas .....	45
8.2	Monitoração de Efluentes Líquidos .....	45
8.2.1	Efluentes Líquidos – FCN – Componentes e Montagem .....	45
8.2.1.1	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total na Bacia de Rejeitos - EFL 045 .....	45
8.2.1.2	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total na Bacia de Polimento – EFL 054 .....	46
8.3	Monitoração Atmosférica, Hídrica, do Solo e da Biota.....	46
8.3.1.	Monitoração Atmosférica .....	46
8.3.1.1	Urânio no Ar por Fluorimetria ao Longo dos Anos .....	46
8.3.1.2	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Aerossóis... 47	
8.3.1.3	Taxa Integrada de Exposição Gama ao Longo dos Anos .....	47
8.3.1.4	Dados Estatísticos para os Valores de Taxa Integrada de Exposição Gama (micro Gy/h) .....	48
8.3.2	Monitoração Hídrica.....	49
8.3.2.1	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Águas ....	49
8.3.2.2	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Água de Chuva .....	49
8.3.2.3	Histórico da Monitoração de Urânio Total em Água .....	50
8.3.3	Monitoração do Solo e da Biota .....	51
8.3.3.1	Determinação de Urânio total em Leite, Solo e Vegetal .....	51
8.3.3.2	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Leite, Solo e Vegetal .....	52
8.3.3.3	Determinação de Urânio total em Sedimentos e Lamas .....	53
8.3.3.4	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Sedimentos .....	54
8.3.3.5	Determinação de Urânio total em Peixe.....	55
8.3.3.6	Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Peixe .....	55
8.4	Avaliação de Desempenho Analítico (Programa Nacional de Intercomparação) .....	56
8.5	Histórico da Avaliação de Desempenho Analítico (PNI). .....	56
9	ANEXOS.....	57

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Codificação das Matrizes .....	17
Tabela 2 - Identificação dos Locais de Amostragem .....	18
Tabela 3 - Métodos de Análise e Limite de Detecção .....	19
Tabela 4 - Técnicas de Amostragem e Preservação de Amostras de Água .....	20
Tabela 5 - Matrizes por Pontos de Amostragem, Parâmetros Químicos, Frequência de Analítica e Frequência de Coleta .....	21
Tabela 6. Atividade Total Alfa Liberada em 2011 .....	31

## Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama da Monitoração Ambiental .....	28
Figura 2. - Estação Meteorológica .....	30
Figura 3 – Bacia de Efluentes da FCN I .....	34
Figura 4. Bacia de Efluente da FCN II .....	36
Figura 5. Estação de Itatiaia (RJ) .....	39

## 1 Introdução

A gestão corporativa industrial baseada somente em resultados econômicos está predestinada ao insucesso na atualidade. Cada vez mais as indústrias adotam um modelo administrativo que reconhece o conceito de responsabilidade social corporativa, visando preservar o meio ambiente e promover valor à comunidade.

O ambiente competitivo enfrenta mudanças significativas desde a década de 80 e a passos lentos obriga as indústrias a considerarem o impacto ambiental provocado por suas atividades produtivas. Por vez, exigimos das empresas além do preço e qualidade, o comprometimento com as questões ambientais e sociais.

Poucos países no mundo, simultaneamente, dominam a tecnologia para a construção de usinas nucleares, o ciclo do combustível nuclear e possuem grandes reservas de urânio. O Brasil é uma dessas exceções.

Enquanto as fontes energéticas mais exploradas se aproximam do limite de capacidade a custos cada vez maiores e de as novas formas serem de pequeno potencial ou ainda aguardarem soluções tecnológicas para seus irrisórios rendimentos, as reservas de urânio crescem, enquanto o preço de mercado diminui.

Assim, não apenas o setor nuclear, mas no contexto amplo industrial, as áreas de segurança e meio ambiente e tornaram-se elementos de alta importância no enfrentamento de questões tais como operar em conformidade com a regulação ambiental, a responsabilidade por danos ecológicos e a melhoria da imagem perante a população.

Frente à crescente necessidade do aumento da matriz energética no Brasil e no mundo, a INB (Indústrias Nucleares do Brasil) tem uma importante e estratégica posição. Desde a sua concepção, a INB desenvolve programas de controle de emissões, de preservação ambiental e de segurança dos processos de produção - um conjunto de ações e métodos de trabalho que garantem tanto

a qualidade dos produtos e a preservação do meio ambiente, quanto a segurança e a saúde dos empregados e das populações. Em cada uma de suas unidades industriais e no entorno dessas instalações, o ar, a água, e o solo são monitorados permanentemente. Além do controle ambiental, a empresa trabalha na recuperação dos terrenos minerados, no reflorestamento de áreas degradadas, no estudo de espécies nativas da mata atlântica e da caatinga e ainda na produção de mudas e em ações de educação ambiental. A empresa também concilia atividades na área nuclear com atuação constante de incentivo à educação, cultura e bem-estar das comunidades circunvizinhas às suas unidades operacionais.

A postura adotada pela INB se encaixa no perfil exigido para indústrias deste porte. Ciente da responsabilidade e trabalhando com diligência, ao longo de sua existência, vem provando que é perfeitamente viável a convivência harmônica da atividade nuclear com o respeito ao meio ambiente.

## 1.1 Objetivos

As atividades aqui tratadas integram o objetivo maior de quantificar e avaliar as emissões da FCN Componentes e Montagem (FCN I), da FCN Reconversão e Pastilhas (FCN II) durante o ano de 2011 e possíveis impactos nas áreas circunvizinhas no tocante às condições ambientais inicialmente existentes, sendo que as atividades destas unidades fabris se iniciaram em 1981 e 1999, respectivamente.

Este relatório trata das atividades de monitoração ambiental propostas no projeto básico ambiental do processo de licenciamento ambiental das fábricas de combustível nuclear, reconversão, pastilhas e enriquecimento e integra a coleção de relatórios anuais que são emitidos por esta empresa aos órgãos licenciadores do processo, IBAMA e CNEN, para acompanhamento de conformidade e apreciação.

Para maior esclarecimento podemos subdividir os objetivos nos seguintes itens:

- Avaliar as doses potenciais ou reais de grupos críticos quanto à exposição radiativa resultante de operações normais ou acidentais;
- Demonstrar a conformidade com os limites autorizados;
- Checar a adequação da planta e a eficiência de controle de efluentes;
- Comparar os resultados de monitoração obtidos no ano de 2011 com os valores de anos anteriores e da fase pré-operacional.

## **2 Programa de Monitoração Ambiental**

O PMA da FCN teve início em julho de 1980 e foi elaborado para atender à fase pré-operacional das três Unidades previstas para instalação em Resende (Fábrica de Elementos Combustíveis, Usina de Conversão e Usina de Enriquecimento Isotópico).

A revisão 8, a qual se vincula este relatório, incorpora as alterações contidas nas versões anteriores, visando adequar o PMA da FCN à posição regulatória 3.01/008 - Programa de Monitoração Radiológica Ambiental (PMRA) da norma CNEN-NN-3.01- “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.

Ainda em atendimento à posição regulatória 3.01/008, mais especificamente quanto ao item 3.3 – Garantia da Qualidade, as atividades atinentes à execução do PMA encontram-se estabelecidas e documentadas em procedimentos e instruções operacionais e de gestão específicos, submetidos ao “Programa de garantia da qualidade das instalações da FCN - GQ-008”,

condizente com a norma CNEN NN 1.16, encaminhado à CNEN através do documento INB CE ASSRPR-190/08, de 07/10/2008.

A título de simplificação, a partir de 2008, o Relatório de Monitoração Ambiental (RMA) passou a ser apresentado em duas partes. A primeira, impresso em papel, contém comentários acerca do PMA e o histórico dos resultados de urânio, bem como sua avaliação estatística. A segunda parte, em meio eletrônico, contém os resultados analíticos gerais.

O PMA (rev. 08) se restringe a um raio de 10 km, abrangendo a propriedade desta empresa e regiões circunvizinhas, estabelecendo parâmetros convencionais e radiométricos que são determinados, para avaliação dos possíveis impactos ambientais que a INB possa provocar no meio ambiente da região. É executado pelo Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA), vinculado à Coordenação de Meio Ambiente e Proteção Radiológica (COMAP), que é parte integrante da Gerência Meio Ambiente, Licenciamento, Qualidade e Segurança (GALQS.P), no universo das consignações propostas e dentro do princípio da melhoria contínua, garantindo a permanência e evolução dos conceitos da qualidade e desenvolvimento sustentável.

A implantação deste PMA (rev. 08) foi aprovada e autorizada de acordo com o ofício da CNEN nº 36/ASSN/DRS/2010 de 12/05/2010.

## **2.1 Descrição do Local**

A área onde estão instaladas as Indústrias Nucleares do Brasil – INB- encontra-se localizada na Região Sudeste do Brasil, na faixa ocidental do Estado do Rio de Janeiro, limítrofe com os estados de São Paulo e Minas Gerais.

O local encontra-se no distrito de Engenheiro Passos, na faixa extremo-ocidental do município de Resende (RJ), pertencente à microrregião 217, denominada Vale do Paraíba Fluminense. O município de Resende limita-se,

ao norte, com os municípios de Bocaina de Minas (MG), Passa Vinte (MG) e Itamonte (MG), ao sul com os municípios de São José do Barreiro (SP), Areias (SP) e Bananal (SP), a oeste com o município de Queluz (SP) e a leste com o município de Barra Mansa. A localização está a uma distância, em linha reta, de cerca de 150 km a WNW (oeste-noroeste) da cidade do Rio de Janeiro, 230 km a ENE (este-nordeste) da cidade de São Paulo e 300 km a SSW (sul-sudoeste) da cidade de Belo Horizonte.

As Indústrias Nucleares do Brasil - INB- compreendem o campo de Nhangapi e adjacências, abrangendo uma área de cerca de 637 hectares, entrecortada pela represa do Funil (Furnas), ao sul, e por pequenos cursos d'água, tributários do ribeirão de Água Branca, ao norte.

Não há registro de alterações relevantes nas condições de ocupação e uso dos recursos naturais/agro-industriais da região onde se encontra a INB

## 2.2 Metodologia

Este programa foi concebido com o objetivo de coletar contínua e sistematicamente dados sobre o meio ambiente relativos a aerossol, água de chuva, água de superfície, água dos corpos hídricos próximos, água potável, água subterrânea, leite, peixe, sedimentos e lamas dos corpos d'água, solo e vegetal.

Os resultados analíticos das matrizes citadas são avaliados para a detecção de quaisquer alterações ambientais que a INB possa provocar na água, ar, biota e solo, principalmente devido a urânio, amônia e fluoreto, que são as principais substâncias químicas manuseadas no complexo industrial. Faz-se a comparação levando-se em consideração os resultados emitidos na fase pré-operacional e aqueles determinados nos últimos anos

No LMA, todos os equipamentos utilizados para execução da matriz analítica do PMA são rastreáveis e calibrados periodicamente em empresas idôneas. O procedimento adotado faz parte do Sistema de Gestão da



Qualidade e garante a aptidão necessária para a realização dos procedimentos analíticos. Ainda dentro deste contexto o LMA participa do “Programa Nacional de Intercomparação de resultados de análise de radionuclídeos em amostras ambientais”, coordenado pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) para a quantificação de urânio, quadrimestralmente, tendo obtido seguidamente bons resultados desde 2004 (item 8.5), o que comprova a excelência da metodologia aplicada para tal fim. Cabe ressaltar que as demais espécies químicas a serem determinadas são quantificadas por metodologias analíticas desenvolvidas de acordo com as exigências para o cumprimento do PMA, evidenciadas nos métodos de análise e limites de detecção (tabela 3).

São avaliados 26 parâmetros em 15 matrizes (tabela 1), compreendendo 32 pontos de amostragem (tabela 2), cujo mapa de amostragem se encontra como último anexo. A tabela 4 apresenta as técnicas de amostragem e preservação de amostras de água. A tabela 5 mostra a relação de todos os pontos de coleta para cada matriz analisada, com a respectiva frequência de amostragem / análise.

Os resultados deste relatório se coadunam com o PMA (rev. 08), versão de dezembro 2010.

**Tabela 1 – Codificação das Matrizes**

<b>MATRIZ</b>	<b>CÓDIGO</b>
Aerossol	ASL
Água de Chuva	ACH
Água de Superfície	ASU
Água Potável	APO
Água Subterrânea	ASB
Efluente Gasoso	EFG
Efluente Líquido	EFL
Gás	GAS
Leite	LTE
Meteorologia	MET
Peixe	PXE
Sedimentos e Lamas	SDL
Solo	SLO
Dosímetro Termoluminescente	TLD
Vegetal	VEG

Fonte: PMA (rev.08)

**Tabela 2 - Identificação dos Locais de Amostragem**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO PONTO	LOCALIDADE	COORDENADAS	
			N	E
002	Grupo Escolar São José Carlos	Queluz / SP	7507,6	523,3
009	Grupo Escolar Barão da Bocaina	Areias	7502,8	531,8
010	Colégio Estadual Engenheiro Passos	Eng. Passos	7511,3	533,1
012	Hotel Fazenda Vila Forte	Eng. Passos	7511,0	533,8
013	Ribeirão da Água Branca (próx. à Rod. Pres. Dutra)	Eng. Passos/Nhangapi	7512,2	536,5
015	Poço Artesiano que abastece a INB	INB / Eng. Passos	7511,8	535,1
017	Antiga Est. Meteorológica	INB / Eng. Passos	7511,3	535,4
020	Ao lado da casa de fornos / INB	INB / Eng. Passos	7511,6	536,2
021	Clube Náutico / INB	INB / Eng. Passos	7511,0	537,1
022	Represa de Funil (próximo clube da INB)	INB / Eng. Passos	7511,0	537,0
023	Ribeirão da Água Branca (captação de água da INB)	INB / Eng. Passos	7511,4	538,0
024	Capela São Sebastião	INB / Nhangapi	7511,3	538,0
027	Rio Paraíba do Sul (500m / foz do Á. Branca)	Itatiaia / FURNAS	7509,6	532,5
034	ETA Nova Liberdade	Resende	7515,9	554,9
043	Parque Nacional do Itatiaia (próx/ casa do diretor)	Itatiaia	7517,1	540,5
045	Bacia de Rejeitos - FCN I	INB / Eng. Passos	7511,1	536,2
046	Área da FCN II	INB / Eng. Passos	7511,2	537,0
047	Estação Meteorológica	INB / Eng. Passos	7511,4	536,4
048	Paço Municipal de Itatiaia	Itatiaia	7512,2	545,1
052	Ribeirão da Água Branca / Faz. Valparaíso	Eng. Passos	7514,0	535,0
053	Fazenda Campo Belo	Itatiaia	7516,7	546,6
054	Saída da Bacia de Polimento / FCN II	INB / Eng. Passos	7511,3	537,3
056	Parque dos Tanques – FCN II	INB / Eng. Passos	7511,3	537,0
057	Rio Paraíba – a montante da represa de Funil	Queluz / SP	7509,1	526,4
058	Represa de Funil – junto à barragem	Itatiaia	7509,1	545,0
062	Tanques de efluente – área controlada FCN I	INB / Eng. Passos	7511,6	536,2
063	Tanques KMF 02 BB501 e 502 – FCN II	INB / Eng. Passos	7511,3	537,0
064	Chaminé FCN II	INB / Eng. Passos	7511,3	537,0
065	Fazenda São Bento	Areias / SP	7504,5	526,2
068	Represa de Funil-perto da saibreira	Eng. Passos	7510,3	535,1
069	Ribeirão da Água Branca - descarga efluente INB	Eng. Passos	7511,6	537,5
070	Sítio das Palmeiras	Eng. Passos	7512,1	532,0

Fonte: PMA (rev.08)

**Tabela 3 - Métodos de Análise e Limite de Detecção**

ANÁLISE	MÉTODO	LIMITE DE DETECÇÃO
Acidez	Volumetria <sup>1</sup>	1 mg L <sup>-1</sup>
Alcalinidade	Volumetria <sup>1</sup>	1 mg L <sup>-1</sup>
Bicarbonato	Volumetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Cálcio	Volumetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Carbonato	Volumetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Cloreto	Eletrodo Seletivo <sup>8</sup>	1,8 mg L <sup>-1</sup>
Cor	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	1 mg Pt-Co L <sup>-1</sup>
Condutividade	Eletrométrico <sup>5</sup>	1 µS/cm
DBO	Manométrico <sup>9</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
DQO	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	0,7 mg L <sup>-1</sup>
Dureza	Volumetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Ferro	Espectrofotométrico <sup>3,7</sup>	0,02 mg L <sup>-1</sup>
Fluoreto	Eletrodo Seletivo <sup>8</sup>	0,02 mg L <sup>-1</sup>
Fósforo total	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	0,02 mg L <sup>-1</sup>
Nitrato	Espectrofotométrico <sup>4,7</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
N Amoniacal	Eletrodo Seletivo <sup>8</sup>	0,01 mg L <sup>-1</sup>
N Total	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	0,5 mg L <sup>-1</sup>
Ortofosfato	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	0,02 mg L <sup>-1</sup>
Oxigênio Dissolvido	Luminescência <sup>5</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
pH	Eletrométrico <sup>5</sup>	0,1
Sólidos Dissolvidos	Gravimetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Sólidos Totais	Gravimetria <sup>1</sup>	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Sulfato	Espectrofotométrico <sup>7</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>
Temperatura	Eletrométrico <sup>5</sup>	1° C
Alfa total+ Beta total	PGA <sup>6</sup>	-
Urânio Total	Fluorimetria <sup>2</sup>	0,001 mg L <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> Ed., American Public Health Association, Washington, 1998.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Part 31, Water, 1979.

<sup>3</sup> Analisis de Águas, E. Merck, Darmstadt, Alemanha, 1974.

<sup>4</sup> EPA - Methods for Chemical Analysis of Water and Wastewater, EPA - 600/4-79-020, 1979.

<sup>5</sup> Manual HACH HQ48d18-março de 2006, 3ª edição.

<sup>6</sup> IOPA 028 - Revisão a.

<sup>7</sup> The Handbook DR/2500/2800 Laboratory Spectrophotometer –HACH-2002/2004

<sup>8</sup> Manual ORION de eletrodos

<sup>9</sup> Manual HACH BOD Trak<sup>TM</sup> II Apparatus Catalog-2002.

**Tabela 4 - Técnicas de Amostragem e Preservação de Amostras de Água**

ANÁLISES	VOL(mL)	RCPTE	FILTRA	PRESERVATIVO	PZAN
Acidez	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	24h
Alcalinidade	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	24h
Bicarbonato	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	24h
Cálcio	100	P,V	S	1 mL HNO <sub>3</sub> conc./L de amostra para pH < 2	6m
Carbonato	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	24h
Cloreto	100	P,V	S	Nenhum	28d
Condutividade	100	P,V	N	Resfriar, 4 °C	24h
Cor	50	P,V	N	Resfriar, 4 °C	48h
DBO	300	P,V	S	Resfriar, 4 °C	6h
DQO	50	P,V	S	1 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc./L de amostra para pH < 2 e resfriar a 4° C	7d
Dureza	100	P,V	S	1 mL HNO <sub>3</sub> conc./L de amostra para pH < 2 e resfriar a 4° C	6m
Ferro	100	P,V	S	1 mL HNO <sub>3</sub> conc./L de amostra para pH < 2	6m
Fluoreto	50	P	S	Nenhum	7d
Fósforo total	100	P,V	S	1 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc./L de amostra para pH < 2 e resfriar a 4° C	28d
Nitrato	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	48h
N amoniacal	100	P,V	S	1 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc./L de amostra para pH < 2 e resfriar a 4° C	7d
N Total	100	P,V	S	1 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc./L de amostra para pH < 2 e resfriar a 4° C	7d
Ortofosfato	100	V	S	Resfriar, 4 °C	48h
Oxigênio Dissolvido	300	V	N	Determinação instantânea	-
pH	100	P,V	N	Resfriar, 4°C	6h
Sólidos Dissolvidos	1000	P,V	S	Resfriar, 4 °C	7d
Sólidos Totais	1000	P,V	N	Resfriar, 4 °C	7d
Sulfato	100	P,V	S	Resfriar, 4 °C	28d
Urânio Total	1000	P,V	S	1 mL HNO <sub>3</sub> conc./L de amostra p/ pH < 2	6m

Abreviaturas: VOL – volume necessário; RCPTE – recipiente; FILTRA – filtração; PZAN – prazo para análise; P – plástico; V – vidro; S – sim; N – não; h – hora; m – mês; d – dia. Os dados para preservação e prazo analítico estão de acordo com o “Standard methods for the examination of water and wastewater”, páginas 1-33 e 1-34, 21<sup>st</sup> edition, 2005.

**Tabela 5 - Matrizes por Pontos de Amostragem, Parâmetros Químicos, Freqüência de Analítica e Freqüência de Coleta**

MATRIZ	PARÂMETRO	PONTOS DE AMOSTRAGEM	FREQ. ANALÍTICA	COLETA
AEROSSOL	U total	010-015-047-048	Semanal	(a)
ÁGUA DE CHUVA	U total	010-047-048	Mensal	(b)
ÁGUA SUPERFICIAL	(1)	027 (Rio Paraíba do Sul), 069 (Rib. Água Branca)	Mensal	(c)
		013-023-052 (Rib. Água Branca)	Trimestral	(d)
		022-057-058-068 (Rio Paraíba do Sul)	Semestral	(e)
ÁGUA POTÁVEL	(2)	034	Anual	(f)
ÁGUA SUBTERRÂNEA	(3)	015	Quadrimestral	(g)
EFLUENTE GASOSO	$\alpha + \beta$ total	064	Contínua	(h)
	(4)	045-054	Mensal	(c)
EFLUENTE LÍQUIDO	pH, F <sup>-</sup> , N <sub>am</sub> e U	071 (líquido extravasado)	Semanal	(p)
	$\alpha + \beta$ total	062	Batelada	(i)
	$\alpha + \beta$ total, pH, F <sup>-</sup> , N <sub>am</sub>	063	Batelada	(j)
GÁS	F <sup>-</sup> lixiviável	010-047-048	Bimestral	(l)
LEITE	F <sup>-</sup> lixiviável e U total	012-053-065	Semestral	(e)
METEOROLOGIA	(5)	047	Contínua	(m)
PEIXE	U total	013-023-052-069 (Rib. Água Branca)057 e 068 (Rio Paraíba do Sul/Represa do Funil)	Semestral	(n)
SEDIMENTOS E LAMAS	F <sup>-</sup> lixiviável e U total	069	Mensal	(c)
		013-023-052-069 (Rib. Água Branca)	Trimestral	(d)
		022-027-057-058-068 (Rio Paraíba do Sul)045-054	Semestral	(e)
SOLO	F <sup>-</sup> lixiviável e U total	012-053-065	Semestral	(e)
TLD	Taxa de radiação $\gamma$	009-010-017-020-021-024-043-046-048-056-070	Trimestral	(o)
VEGETAL	F <sup>-</sup> lixiviável e U total	012-053-065	Semestral	(e)

OBS.:

- (1) Acidez / alcalinidade / bicarbonato / cálcio / carbonato / cloreto / condutividade / cor / DBO / DQO / dureza / ferro / fluoreto / fosfato / fósforo total / nitrato / N amoniacal / N total / Oxigênio dissolvido / pH / sólidos dissolvidos / sólidos totais / sulfato / temperatura / U total;
- (2) Igual ao (1), exceto cor
- (3) Igual a (1), exceto cor, DBO, DQO, fosfato, fósforo total, N amoniacal, N total, Oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos, sólidos totais;
- (4) Condutividade, cor, DBO, DQO, ferro, fósforo total, fluoreto, N amoniacal, Oxigênio dissolvido, ortofosfato, pH, sólidos dissolvidos, sólidos totais, temperatura, U total;
- (5) Direção dos ventos (10 m e 60 m), índice pluviométrico (ao nível do solo), pressão barométrica (ao nível do solo), radiação solar (ao nível do solo), temperatura de bulbo seco (10 m e 60 m), umidade relativa (10 m), direção e velocidade dos ventos (10 m e 60 m) e precipitação.

*Nota:* Todas as matrizes líquidas, exceto o EFL 054, são pré-concentradas termicamente, de 1000 mL para 35 mL;

- (a) 3,5 h diárias por 7d. Os filtros coletados constituem uma amostra mensal individual;
- (b) A coleta é semanal e forma uma amostra composta mensal;
- (c) Mensal;
- (d) Janeiro, abril, julho e outubro;
- (e) Junho e dezembro. A amostra do SDL 054 é composta coletando os 4 cantos da Lagoa;
- (f) Anual;
- (g) Abril, agosto e dezembro;
- (h) Registro contínuo;
- (i) A cada lançamento de efluente para a Bacia de Decantação da FCN I;
- (j) A cada lançamento de efluente para a Lagoa de Polimento da FCN II;
- (l) Fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro;
- (m) Registro contínuo da média dos últimos 15 min;
- (n) Cascudo, mandiguaçu ou tilápia em junho e dezembro;
- (o) São instalados os monitores no início de cada trimestre. São usados 2 monitores em cada ponto;
- (p) A amostragem é diária para constituir um mix semanal, desde que ocorra extravasão.

## **2.2.1 Resumo dos Procedimentos de Coleta, Frequência e Conservação das Amostras Ambientais**

### **➤ Aerossol (ASL)**

Para determinação de urânio, a coleta é diária, durante 3,5 horas (7 às 7h52min, 16 às 16h53min, 22 às 22h52min e 1 a 1h53min) sendo o filtro trocado a cada 7 dias.

Os quatro amostradores empregados são de alto fluxo (aproximadamente 75.000 L/h), modelo AVG-PTS, da empresa Energética e os filtros são de fibra de vidro sem aglutinante, de 8 x 10”, tipo AP- 40, da empresa Millipore ou similar.

Após a coleta semanal os filtros são mantidos em envelopes de papel e utilizando um vazador circular, recorta-se um disco da área de cada filtro de fibra que compõem o ciclo mensal amostrado (de 4 a 5 discos). Procede-se a digestão das amostras em forno de microondas ou por aquecimento térmico em chapa elétrica e na sequência, por fluorimetria determina-se o urânio.

### **➤ Água de Chuva (ACH)**

A água de chuva é coletada em pluviômetro do tipo Ville de Paris e recolhida em bombonas plásticas de 2 L, uma vez por semana, se houver precipitação. Para analisar urânio, faz-se uma pré-concentração da amostra, a partir de 1000 mL e evapora-se até 50 mL.

Procede-se a uma determinação de urânio por fluorimetria, numa base mensal, dessa amostra composta.

➤ **Água de Superfície (ASU), Água Potável (APO) e Água Subterrânea (ASB)**

A água é coletada em bombonas de plástico de 5 L e no próprio local de amostragem, são feitas as medidas de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade. Para determinar urânio, faz-se uma pré-concentração da amostra a partir de 1000 mL e evapora-se até 50 mL.

As coletas de água de superfície do ribeirão da Água Branca se subdividem em mensal e trimestral. Duas (2) amostras trimestrais são coletadas a montante do ponto de lançamento de efluentes da FCN - Reconversão e Pastilhas; a (1) amostra mensal do ponto 069 e a (1) amostra trimestral são coletadas a jusante desse ponto. No Rio Paraíba do Sul as coletas são semestrais, excetuando-se o ponto 027 onde a coleta é feita mensalmente.

A água subterrânea tem uma frequência de coleta quadrimestral, enquanto a de água potável é anual.

➤ **Efluente Gasoso (EFG)**

A amostra é coletada da chaminé da FCN – Reconversão e Pastilhas de forma isocinética e simultaneamente é medida a concentração de alfa e beta totais no particulado.

➤ **Efluente Líquido (EFL)**

São amostrados mensalmente em bombonas de plásticos de 5 L os efluentes lançados na bacia de decantação da FCN – Componentes e Montagem e na bacia de polimento da FCN – Reconversão e Pastilhas.

Independente da amostragem mensal, diariamente ocorre à monitoração visual da bacia de polimento da FCN II e se detectado extravasamento é



realizada uma única amostragem que formará um mix semanal, destinados para determinação de urânio, fluoreto e amônia.

Para a determinação de urânio, na primeira bacia citada, faz-se uma pré-concentração da amostra, a partir de 1000 mL e evapora-se até 50 mL. Na amostra da bacia de polimento, não se faz essa pré-concentração.

Internamente a estas mesmas unidades, os efluentes são também amostrados antes de cada lançamento.

No ponto 062, são feitas somente determinações de alfa e beta total e no ponto 063, são feitas determinações convencionais e as de alfa e beta total.

#### ➤ **Gás (GAS)**

A amostra de fluoreto gasoso é coletada bimestralmente. Em 2004, foram instalados amostradores de fluoreto gasoso e particulado, da marca Amofluor, que operam segundo o ASTM D3268, método do tubo de difusão. O fluoreto gasoso é removido do ar pela reação com bicarbonato de sódio, que impregna as paredes de um tubo de vidro. Já o material particulado é retido em filtro de papel. A coleta é realizada durante um período de 24 horas.

#### ➤ **Leite (LTE)**

Semestralmente, são coletados 5 L de leite em bombonas de plástico, da primeira ordenha, sendo estes destinados às determinações de urânio e fluoreto, nos pontos do programa.

Transfere-se parte deste volume para um béquer de 4 litros e coloca-se em estufa a aproximadamente 90 °C. Tão logo seja possível, transfere-se o restante para o mesmo béquer e prossegue a evaporação. Posteriormente, transfere-se essa massa carbonizada para cadinho de porcelana e leva-se a um forno de calcinação. Em seguida, eleva-se gradualmente a temperatura até 450 °C, em que permanece durante aproximadamente 48 horas, até produzir

cinzas. As cinzas são homogeneizadas e acondicionadas em recipiente plástico, para posterior análise, após o que são retidas como testemunho.

➤ **Peixe (PXE)**

Semestralmente são pescados: o cascudo, o mandiguaçu e a tilápia, totalizando 3 kg, em um dos pontos de coleta do Ribeirão Água Branca e também em um dos pontos amostrais do Rio Paraíba do Sul. O peixe é limpo e posto em béquer de 5 L, onde é submetido a uma carbonização a 100 °C. Em seguida, essa massa é transferida para cadinhos de porcelana, onde é calcinada a 450 °C. A tilápia não é encontrada no Ribeirão Água Branca, apenas no Rio Paraíba do Sul.

➤ **Sedimentos e Lamas (SDL)**

O material é coletado com amostrador de fundo (tipo Gibbs), colocado em tabuleiro de alumínio e submetido à secagem a 90 °C, numa estufa, durante 12 horas. Em seguida, é triturado na própria bandeja de alumínio e peneirado em peneiras de 8 mesh e 80 mesh. Cerca de 100 g do material tratado são acondicionados em recipiente plástico, para posterior análise, após o que são retidos como testemunho. Posterior ao tratamento a amostra é direcionada para determinação de urânio e fluoreto lixiviável.

➤ **Solo (SLO)**

Semestralmente, no local onde o gado pasta ou onde é colhido o capim para forragem, a camada superficial (3 cm) do solo de uma área de 30 cm x 30 cm é removida com o auxílio de um enxadão e o material é transferido para um frasco de 2 L de boca larga. Na sala de calcinação, o mesmo é espalhado sobre bandejas de polietileno de 70 cm x 60 cm e seco ao ar durante cerca de

15 dias. A seguir, o material é triturado na própria bandeja de polietileno e peneirado em peneiras de 8 mesh e 80 mesh. Cerca de 100 g do material assim tratado são acondicionados em recipiente plástico.

➤ **Vegetal (VEG)**

Semestralmente, cerca de 2 kg de capim fresco são coletados, colocados num béquer de 4 L e submetidos à secagem por um dia, a 120°C, em estufa. Em seguida, eleva-se gradualmente a temperatura até 450°C, durante aproximadamente 24 horas, até virar cinzas. As cinzas são, então, homogeneizadas e acondicionadas em recipientes plásticos para posterior análise de urânio e fluoreto lixiviável e na sequência as mesmas são guardadas como testemunho.

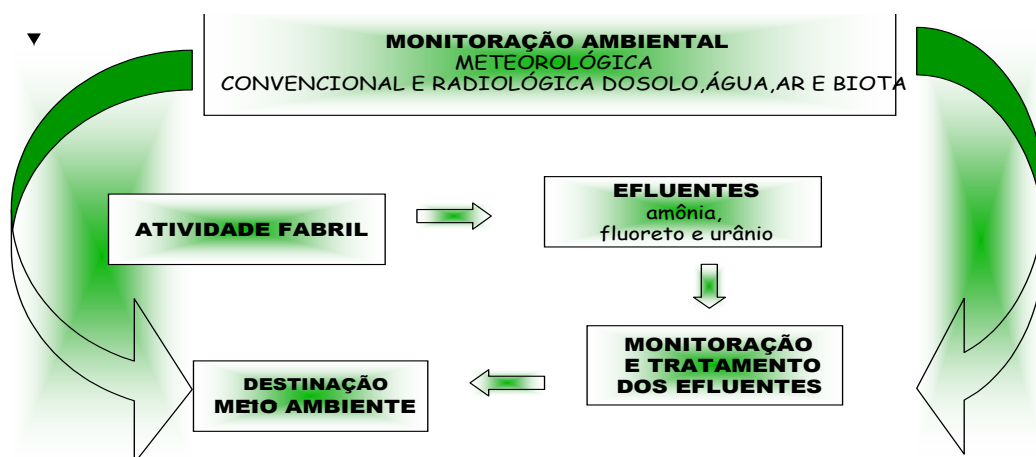
### **3 Apresentação dos Resultados**

Neste relatório, para efeito de cálculo das médias, os valores menores do que o limite de detecção (LD) não foram considerados. A incerteza associada à determinação de urânio é de 15 %. A partir de outubro de 2006, visando a uma melhor qualidade analítica, a maioria das determinações passou a ser feita em duplicata, reportando-se a média dos dois resultados.

## 4 Programas Dispostos no Projeto Básico Ambiental (PBA)

O PBA/INB apresenta programas ambientais e medidas mitigadoras, a saber: PMA, Plano de Emergência, Plano de Proteção Radiológica e o Programa de Recuperação de Mata Ciliar, Reflorestamento e Fauna. O primeiro objeto deste estudo é composto pelo Programa de Levantamento de Dados Meteorológicos, Programa de Monitoração de Emissões e Resíduos (líquidos e sólidos) e Programa de Monitoração Atmosférica, Hídrica, do Solo e da Biota. Os dados destes três últimos programas são avaliados e correlacionados entre si. Em 2011, a FCN (Reconversão e Pastilhas) produziu nos períodos de fevereiro a abril e, depois, de junho a dezembro. Já a FCN (Componentes e Montagem) operou de março a maio e posteriormente de julho a dezembro.

**Figura 1. Diagrama da Monitoração Ambiental**



## 5 Do Andamento dos Programas

### 5.1. Programa de Levantamento de Dados Meteorológicos

Considerando as diretrizes que o PBA recomenda para este programa, podemos considerá-lo em pleno andamento, pois a estrutura física prevista foi adquirida e possui profissionais qualificados para as atividades que deve desenvolver. O objetivo maior deste programa é produzir dados meteorológicos para alimentar um modelo de dispersão de pluma, para o cálculo de dose equivalente efetiva para a população da região num raio de 10 km.

#### 5.1.1 Recursos

A INB possui uma estação meteorológica composta por uma torre metálica equipada com sensores de umidade relativa do ar, radiação solar, índice pluviométrico, pressão atmosférica, temperatura, direção e velocidade dos ventos. Estes três últimos parâmetros são medidos nos níveis de 10 m e 60 m. Os dados são compilados em um Sistema de Aquisição de Dados Meteorológicos (SADM) que conta com um controlador lógico programável (CLP) localizado junto à torre e um computador na sala de controle. O sistema de supervisão de controle utiliza o *software* Elipse – ambiente *WINDOWS*, para arquivamento e processamento dos dados, que são coletados desde 1997 e armazenados nas frequências de 1 minuto, 15 minutos e 60 minutos (valores médios das medições instantâneas dos períodos).

Os dados meteorológicos do ano de 2011 são apresentados no item 9.1(2ª parte) e a figura 2 mostra a estação meteorológica localizada junto aos prédios administrativos, na área conhecida como Colina.

**Figura 2. - Estação Meteorológica**

## **5.2 Programa de Monitoração de Emissões e Resíduos (Líquidos e Sólidos)**

### **5.2.1 Níveis Operacionais para Liberação de Efluentes na FCN – Resende**

Os níveis operacionais para lançamento de efluentes gasosos e líquidos foram estabelecidos no relatório CPRAL.N-008/09 “ Níveis operacionais para liberação de efluentes na FCN Resende” e aprovado pela CNEN no ofício 98/ASSN/DRS/2009.

### **5.2.2 Dose Efetiva para o Grupo Crítico e População**

Com base em estudo integrado realizado pela INB e o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), calculou-se a dose efetiva para o grupo crítico, cujo valor é  $2,17E-04$  mSv/ano (vide relatório CRPAL: RAL-10006 - 26/01/2010), que é muito inferior ao limite de dose anual para o grupo crítico, igual a  $10\mu S$ , conforme a norma Diretrizes Básicas de Radioproteção - CNEN-NN-3.01:2011.

### 5.2.3 Atividade Liberada em 2011

A tabela a seguir mostra a atividade total alfa liberada na FCN - Componentes e Montagem (líquido), FCN – Reconversão e Pastilhas (líquido e gasoso) e FCN – Enriquecimento (líquido), no ano de 2011.

**Tabela 6. Atividade Total Alfa Liberada em 2011**

<b>UNIDADE</b>	<b>MATRIZ</b>	<b>Atividade Total Alfa Liberada em 2010 (Bq/ano)</b>
FCN I	Líquida	1,65E+05
FCN II	Líquida	1,88E+07
FCN E	Líquida	1,88E+06
FCN II	Gasosa	1,28E+07
<b>Total</b>		<b>3,36E+07</b>

FCN I - FCN Componentes e montagem

FCN II - FCN Reconversão e pastilhas

FCN E - FCN Enriquecimento

### 5.2.4. Emissões Gasosas

Na FCN II, o sistema de controle de emissões gasosas utiliza torres absorvedoras e lavadoras de gases e filtros de alta eficiência (HEPA filters – High Efficiency Particulate Air Filters). O ar expelido pela chaminé do sistema é monitorado (ponto EFG 064), durante 24 horas diárias.

O item 8.1.1 apresenta a atividade específica anual (alfa + beta ) de 2007 a 2011 e o anexo 9.2.1 apresenta a atividade específica mensal (alfa + beta ), ao longo do ano de 2011, na chaminé da FCN II.

Como pode ser apreciado no item e no anexo citados, a atividade média específica anual na FCN II, cuja operação fabril teve início em 1999, foi, em 2011, inferior ao valor do nível operacional de investigação para efluente gasoso, que é  $7,0E-02 \text{ Bq/m}^3$ , de acordo com o relatório citado no item 5.2.1.

Nos meses de outubro e dezembro de 2011, o valor médio da atividade específica mensal ficou acima do valor de nível operacional de investigação para efluentes gasosos. Procedimentos para determinação das causas, ações corretivas e preventivas foram adotadas em conformidade com o prescrito no relatório CPRAL.N-008/09 (item 4.3.2.2), evidenciados juntos a relatórios de produção que mensalmente são enviados para a CNEN.

## **5.2.5. Monitoração de Efluentes Líquidos e Resíduos**

### **5.2.5.1. Efluentes Sanitários**

A FCN I possui sistema de tratamento de efluentes sanitários oriundos dos banheiros e copas (localizados fora das áreas controladas) composto de um reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB), filtro biológico aerado submerso (FBAS) e um decantador secundário (DS). A estação possui capacidade de tratamento de esgoto doméstico correspondente a uma vazão média de 1,0 L/s e está posicionada acima do espelho de água da represa do Funil, sendo o seu despejo orientado por extravasor. A fase líquida extravasada é canalizada e enviada até o corpo receptor.

A FCN II possui um sistema de tratamento dos efluentes sanitários provenientes dos banheiros e copas (localizados fora das áreas controladas) composto de filtros biológicos, cujo descarte é realizado a montante do ponto de captação de água para uso da fábrica, no ribeirão Água Branca. A estação, concluída em 2001, possui três tanques sépticos para decantação dos sólidos em suspensão, três filtros biológicos para redução da demanda química e bioquímica de oxigênio, com um sistema de desinfecção, dosador de hipoclorito de sódio para a eliminação dos coliformes presentes no efluente e caixas de inspeção para o despejo. O dimensionamento aqui adotado está preconizado pela NB -14: norma para construção e instalação de fossas sépticas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Tem capacidade de atender à demanda total de 300 contribuintes/dia e o sistema



está dimensionado para uma carga maior do que a utilizada atualmente (não mais que 200 contribuintes/dia).

#### 5.2.5.2. Efluente Líquido da FCN - Componentes e Montagem

Após o tratamento do efluente líquido desta unidade, utilizando-se um sistema de filtração, faz-se uma análise radiométrica do efluente para determinação da atividade alfa e beta.

Se esses valores estiverem abaixo do limite de  $30 \text{ Bq L}^{-1}$  conforme o relatório citado no item 5.2.1, o líquido é lançado na bacia de efluentes. Se estiverem acima do limite, procede-se a uma nova filtração até que a atividade esteja abaixo desse limite. O limite anual de lançamento é de  $3,4\text{E}+07 \text{ Bq}$ , conforme o item 5.2.1, para o somatório dos efluentes líquidos da FCN I e FCN II.

Os resultados analíticos referentes a este efluente, como volumes lançados, são apresentados no anexo 9.3.1.3 Conforme demonstrado, a atividade do efluente lançado esteve abaixo do limite permitido, em termos de atividade específica (anexo 9.3.1.1). O somatório das atividades totais acumuladas no ano, em alfa e beta, para o efluente da FCN I (anexo 9.3.1.2) e para o efluente da FCN II (anexo 9.3.2.3) foi  $2,1\text{E}+07 \text{ Bq}$ , valor inferior ao nível operacional normal para lançamento, que é  $3,4\text{E}+07$ , conforme o item 5.2.1. Observe-se que os valores de ferro solúvel, fluoreto, nitrogênio amoniacal, pH e temperatura permaneceram inferiores aos limites estabelecidos na resolução 357 do CONAMA, de março de 2005, para lançamento de efluentes, conforme se vê no anexo 9.3.1.4.

O trabalho estatístico para os resultados de urânio totais obtidos ao longo do ano de 2011 encontram-se no item 8.2.1.1

A figura 3 mostra a bacia de efluentes da FCN I com um funcionário do LMA coletando líquido.

**Figura 3 – Bacia de Efluentes da FCN I**

#### 5.2.5.3. Efluente Líquido da FCN - Reconversão e Pastilhas

Os resultados analíticos referentes a este efluente são apresentados no anexo 9.3.2, bem como os volumes lançados.

As águas residuais geradas internamente à FCN II, principalmente por atividades não ligadas diretamente com o processo produtivo (lavagens, descontaminações e laboratórios) são tratadas e somente liberadas para lançamento (em bateladas de aproximadamente 18 m<sup>3</sup> cada) na bacia de polimento após a determinação de alfa total, amônia, fluoreto, pH e urânio, cujos valores devem estar abaixo dos limites máximos permitidos, conforme anexos 9.3.2.1, 9.3.2.2 e 9.3.2.3.

Se os valores de atividade estiverem abaixo do limite de 30 Bq L<sup>-1</sup>, conforme o relatório citado no item 5.2.1, o líquido é lançado na Bacia de Polimento. Os LMPs apresentados no anexo 9.3.2.1 estão conforme a resolução CONAMA nº 357.

Além desta corrente hídrica, também são direcionadas para a bacia de polimento as águas pluviais oriundas do pátio de estocagem de cilindros de UF<sub>6</sub> (que antes de atingirem a bacia passam por vaso intermediário, que garante, na eventualidade de escape de UF<sub>6</sub>, a retenção dos produtos de hidrólise contendo urânio e flúor), as águas pluviais oriundas do pátio de

tancagem norte que são recolhidas previamente em cisterna acumuladora e as águas pluviais retidas no dique do sistema de cristalização. No ano de 2011, o volume de líquido aportado à bacia foi de  $4,8E+03 \text{ m}^3$ .

A Bacia de Polimento, que tem volume projetado de  $1500 \text{ m}^3$  e está posicionada abaixo do espelho d'água do Reservatório de Funil, tem seu despejo orientado por extravasor e calha aberta para o ribeirão Água Branca. O sistema garante maior proteção ambiental, pois centraliza os efluentes, permitindo seu descarte através de um único ponto. Por ser uma bacia decantadora, melhora a qualidade do efluente lançado no ribeirão, que no ano de 2011 totalizou  $3,41E+03 \text{ m}^3$ .

Observe-se que o lançamento do efluente, no ribeirão Água Branca, é feito a montante do ponto de captação de água da FCN, havendo neste o ponto de amostragem ASU 023.

Como pode ser observado no anexo 9.3.2.5, os parâmetros controlados na bacia de polimento, em especial as concentrações de amônia e fluoreto, estiveram abaixo do LMP estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005,

O trabalho estatístico para os resultados de urânio verificados ao longo do ano de 2011 encontra-se no item 8.2.2.1. A atividade específica ficou abaixo do LMP, como pode ser visto no anexo 9.3.2.2.

No ribeirão da Água Branca, pode-se constatar que os valores médios de fluoreto e urânio total encontrados nesse corpo d'água (tabelas 9.4.2.13 e 9.4.2.25) permaneceram inferiores aos limites estabelecidos na resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, para águas de classe 2, que são  $1,4 \text{ mg L}^{-1}$  e  $20 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$  ( $0,52 \text{ Bq L}^{-1}$ ) respectivamente.

A figura:4 mostra alguns ângulos da bacia de polimento (bacia de efluente da FCN II), com um funcionário do Laboratório Ambiental coletando amostra líquida.

**Figura 4. Bacia de Efluente da FCN II**

#### 5.2.5.4. Resíduos Sólidos Radioativos

Os resíduos sólidos radioativos gerados nas unidades fabris e provenientes de áreas passíveis de contaminação são estocados em condições controladas, de acordo com as normas da CNEN, até que seja definido por esta comissão o repositório final deste material.

Estes resíduos são classificados, para fins de armazenamento, em compactáveis (papéis, plásticos e tecidos, sucata de filtros do sistema de ventilação/exaustão) e não compactáveis (ferramentas e peças metálicas de pequeno volume e torta composta de cal não reagida contaminada por material radiativo). Os resíduos são acondicionados em tambores de 200 litros, com identificação e símbolo radiativo. Com a liberação pela CNEN do uso do depósito de rejeitos sólidos de baixa atividade, teve início em 2011 o processo de transferência dos tambores armazenados na sala de tratamento de efluentes da própria instalação para o citado depósito. O anexo 9.7.1 contempla a geração anual desse resíduo, mês a mês.

#### 5.2.5.5. Resíduos Sólidos Inativos

Os resíduos sólidos inativos gerados nas unidades fabris e provenientes de áreas não passíveis de contaminação abrangem itens tais como: elementos

filtrantes (filtros do sistema de ventilação/insuflamento; filtros do sistema de ar condicionado; filtros de aspiradores portáteis); materiais de uso individual (roupas, luvas, sobressapatos); materiais de limpeza (panos de chão); materiais de embalagem e papéis diversos que são monitorados, classificados, devidamente acondicionados e recebem tratamento e destinação como lixo comum. Os anexos 9.7.2 e 9.7.3 mostram a geração desses resíduos mês a mês.

Classificam-se também como resíduos sólidos inativos:

A lama gerada na estação de tratamento de água, que encontra-se armazenada nos 18 leitos de secagem do sistema. A destinação proposta para essa lama, após a saturação dos leitos de secagem, será um aterro industrial licenciado.

De acordo com o documento PRSE015 – Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde, os resíduos gerados pelo departamento médico da INB Resende (Resíduos de Serviço e de Saúde – RSS são devidamente destinados para tratamento quando o valor mínimo de 300 kg é atingido, fato que não ocorreu no ano de 2011. O resíduo gerado é acondicionado conforme a ficha técnica de resíduo (FTR) nº 021, disponível para consulta na intranet da INB.

## 5.2.6. Resultados da Monitoração Atmosférica

### ➤ Gás (GAS)

Conforme apresentado no anexo 9.4.1.1, a concentração de fluoreto no ar ficou abaixo do limite de detecção instrumental na maioria dos pontos analisados.

O anexo 9.4.1.2 mostra a evolução do fluoreto ao longo dos anos.

### ➤ Aerossol (ASL)

Os resultados de urânio total no ar por fluorimetria são apresentados no anexo 9.4.1.3.

O item 8.3.1.1 evidencia a evolução desses resultados ao longo dos anos, mostrando.

Em 2011, quando comparado ao ano de 2010, o novo ponto ASL 010, apresentou média de concentração equivalente ao ano anterior. Os demais pontos apresentaram valores médios análogos aos anos anteriores. O trabalho estatístico para os resultados encontrados ao longo do ano de 2010 é visto no item 8.3.1.2, para urânio total.

A figura 5 apresenta a estação de monitoração instalada no município de Itatiaia (RJ), composta de amostrador de fluoreto, amostrador de ar de grande volume, coletor de água de chuva e TLD (Dosímetro Termoluminescente).

**Figura 5. Estação de Itatiaia (RJ)**

➤ Dosímetro Termoluminescente (TLD)

A partir de 2002, passou-se a utilizar dois dosímetros em cada ponto de amostragem, com o objetivo de se obter resultados mais exatos.

O item 8.3.1.3 apresenta a comparação dos valores ao longo do tempo com os valores pré-operacionais (média de 1981 e 1982), no qual se revela que os valores obtidos em 2011 são compatíveis com os valores pré-operacionais, destacando-se que nem todos os pontos atuais de TLD existiam nesse período. Conforme é mostrado no anexo 9.4.1.4, a maioria dos dosímetros apresentou valores abaixo do LD. O trabalho estatístico para os resultados encontrados ao longo de 2011 encontra-se no item 8.3.1.4.

### **5.2.7. Resultados da Monitoração Hídrica**

Todos os resultados da monitoração hídrica são mostrados no item 8.3.2 e no anexo 9.4.2.

#### **➤ Água de Chuva (ACH)**

Urânio total é determinado em água de chuva por fluorimetria e os resultados encontrados (anexo 9.4.2.26), com exceção do ponto ACH010 em outubro, ficaram abaixo do limite de detecção do instrumento,  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  ou  $0,026 \text{ Bq L}^{-1}$ , que é igual ao valor pré-operacional encontrado nesta matriz, como é mostrado no item 8.3.2.3. A estatística do urânio total aparece no item 8.3.2.2. O ponto de amostragem 047, não existia nesse período pré-operacional.

#### **➤ Água de Superfície (ASU)**

Conforme demonstrado no anexo 9.4.2.25, os valores de urânio total, em todos os pontos, apresentaram-se abaixo do LD de  $0,026 \text{ Bq L}^{-1}$ , que é igual ao valor pré-operacional encontrado nesta matriz, como é mostrado no item 8.3.2.3, para os pontos 013, 022, 023, 027 e 057. Os demais pontos de amostragem não existiam nesse período pré-operacional. Também esses valores estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº357, para águas doces classe 2, que é de  $20 \mu\text{g L}^{-1}$  para urânio total ou  $0,52 \text{ Bq L}^{-1}$

O trabalho estatístico para os resultados de urânio total encontrados ao longo do ano de 2011 encontra-se no item 8.3.2.1.

O ponto ASU 069, no ribeirão da Água Branca, está localizado imediatamente à jusante do ponto de lançamento de efluentes da FCN – Reconversão e Pastilhas. Foi definido este ponto por ser próximo ao grupo crítico das instalações da INB, conforme o estudo integrado realizado pela INB e o Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo (CTMSP) e também apresentou resultados de urânio abaixo do LD para o ano de 2011.



Observe-se que, na sua grande maioria, foi encontrado o valor 0 (zero) na determinação de carbonato (anexo 9.4.2.5), que se explica pelo método de análise empregado, onde a concentração desse íon é função do volume de ácido empregado na titulação da amostra de água, a partir de pH acima de 8, até atingir este valor. Como os valores de pH mantiveram-se praticamente de maneira consistente abaixo de 8, por definição, a concentração de carbonato deve ser igual a zero.

### ➤ **Água Potável (APO)**

A água potável é analisada uma vez por ano e o anexo 9.4.2.25 mostra o resultado de U total, que foi  $< 1 \mu\text{g L}^{-1}$  ou  $< 0,026 \text{ Bq L}^{-1}$ , que é igual ao valor pré-operacional encontrado nesta matriz, como é mostrado no item 8.3.2.3. O trabalho estatístico para os resultados encontrados ao longo do ano de 2011 encontra-se no anexo 8.3.2.1.

Os demais parâmetros analisados em água potável são mostrados nos anexos do item 9.4.2.

### ➤ **Água Subterrânea (ASB)**

No anexo 9.4.2.25, aparecem os resultados de urânio total, que foram inferiores ao limite de  $0,026 \text{ Bq L}^{-1}$ , que é igual ao valor pré-operacional encontrado nesta matriz, como se vê no item 8.3.2.3. O trabalho estatístico para os resultados de urânio total ao longo do ano de 2011 encontra-se no anexo 8.3.2.1. Os demais parâmetros analisados em água subterrânea são mostrados nos anexos do item 9.4.2. Há resultados faltosos de acidez, alcalinidade, bicarbonato, cálcio, dureza e sulfato em abril devido a problemas de ordem técnica.

### **5.2.8. Resultados da Monitoração da Biota e do Solo**

#### **➤ Leite (LTE), Peixe (PXE), Sedimentos e Lamas (SDL), Solo (SLO) e Vegetal (VEG)**

Os resultados de urânio total, presentes em leite, solo e vegetal, são mostrados no item 8.3.3.1 e são compatíveis com os resultados históricos, embora alguns resultados tenham sido abaixo do LD. Os resultados estatísticos de urânio nessas matrizes são mostrados no item 8.3.3.2. Os resultados de urânio total em sedimento e lamas são apresentados no item 8.3.3.3 e são compatíveis com os resultados dos anos anteriores e os resultados de urânio em peixe são apresentados no item 8.3.3.5 e são compatíveis com os resultados históricos. O trabalho estatístico para os resultados encontrados em análise de urânio em sedimento e lamas ao longo do ano de 2011 encontra-se no item 8.3.3.4 e para urânio em peixe é encontrado no item 8.3.3.6. Os resultados mais altos que se destacam na concentração de urânio total em sedimentos são da bacia de polimento, que serve como um decantador e que são mantidos na propriedade da INB em condições de segurança, não havendo liberação para o ambiente externo, cuja determinação se iniciou em dezembro de 2008.

Os resultados de fluoreto presente nessas matrizes são apresentados nos anexos 9.4.3.1 e 9.4.3.2.

### **5.3 Programa da Qualidade**

Segundo informação da SAPRA LANDAUER, novo fornecedor dos dosímetros TLD, a partir de 2011, uma declaração da qualidade da empresa não pode ser fornecida, porque a CNEN não avalia prestadores de serviços de monitoração ambiental.

## **5.4 Programa Nacional de Intercomparação de Resultados (PNI)**

É apresentado o desvio normalizado dos resultados obtidos no PNI, no item 8.4. Em sua avaliação geral, o desempenho analítico do Laboratório Ambiental foi de 100% de resultados bons para urânio.

## **6 Atividades Fabris**

As atividades fabris realizadas durante o ano de 2011, no âmbito de Resende, são mostradas no anexo 9.5.

No anexo 9.6 é apresentado um comparativo entre a concentração média mensal de urânio total (em água superficial, efluentes líquidos e aerossóis) e os períodos produtivos da FCN I e FCN II. Observe-se que esses gráficos não mostram uma elevação da concentração de urânio nessas matrizes coincidentemente com os períodos produtivos.

## **7 Conclusão**

A indústria tem considerado os aspectos preventivos de controle ambiental como estratégicos para a sua sobrevivência. Adequar-se aos limites e padrões de emissão estabelecidos pelas agências de controle ambiental não são mais suficientes, fazendo com que diversas empresas apresentem desempenho superior ao exigido pelas normas ambientais, demonstrando assim atitude pró-ativas com relação ao meio ambiente.

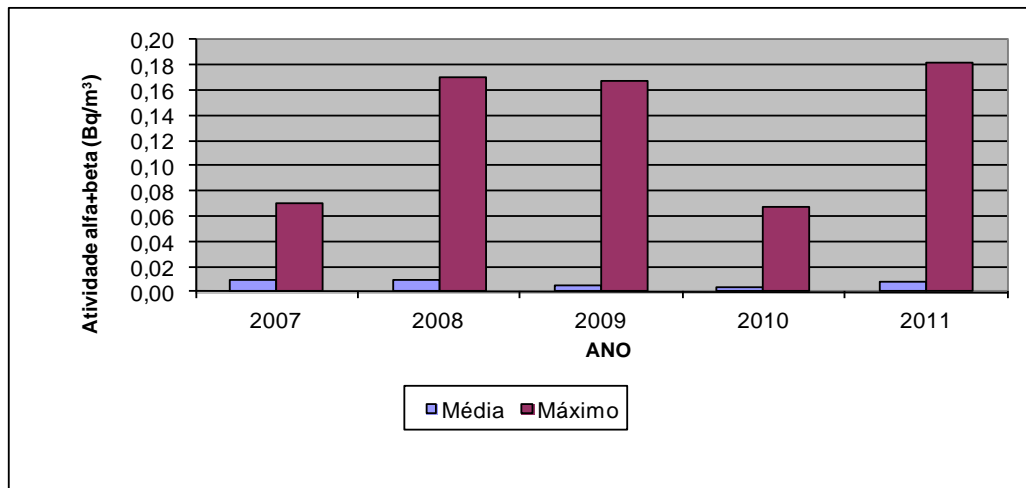
Neste sentido, a monitoração ambiental é uma garantia de que as atividades estão sendo conduzidas dentro dos princípios fundamentais do desenvolvimento sustentável.

Portanto, como demonstrado ao longo deste relatório, pode-se afirmar que não há evidências de que a INB, em 2011, tenha provocado incremento da atividade de radionuclídeos e nem de outros compostos no meio ambiente.

## 8 Resultados de Urânio

### 8.1 Monitoração Interna das Emissões Gasosa

#### 8.1.1 Atividade Específica Anual Alfa na Chaminé da FCN – Reconversão e Pastilhas



### 8.2 Monitoração de Efluentes Líquidos

#### 8.2.1 Efluentes Líquidos – FCN – Componentes e Montagem

##### 8.2.1.1 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total na Bacia de Rejeitos - EFL 045

LOCAL DE AMOSTRAGEM	PONTO	UNID	Valor		Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza				
Bacia de Rejeitos-FCNI	EFL 045	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<0,03	-	-	0
Bacia de Rejeitos-FCNI	EFL 045	lg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	0

\* Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável sobre o número total de amostras analisadas.

## Efluentes Líquidos – FCN – Reconversão e Pastilhas

### 8.2.1.2 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total na Bacia de Polimento – EFL 054

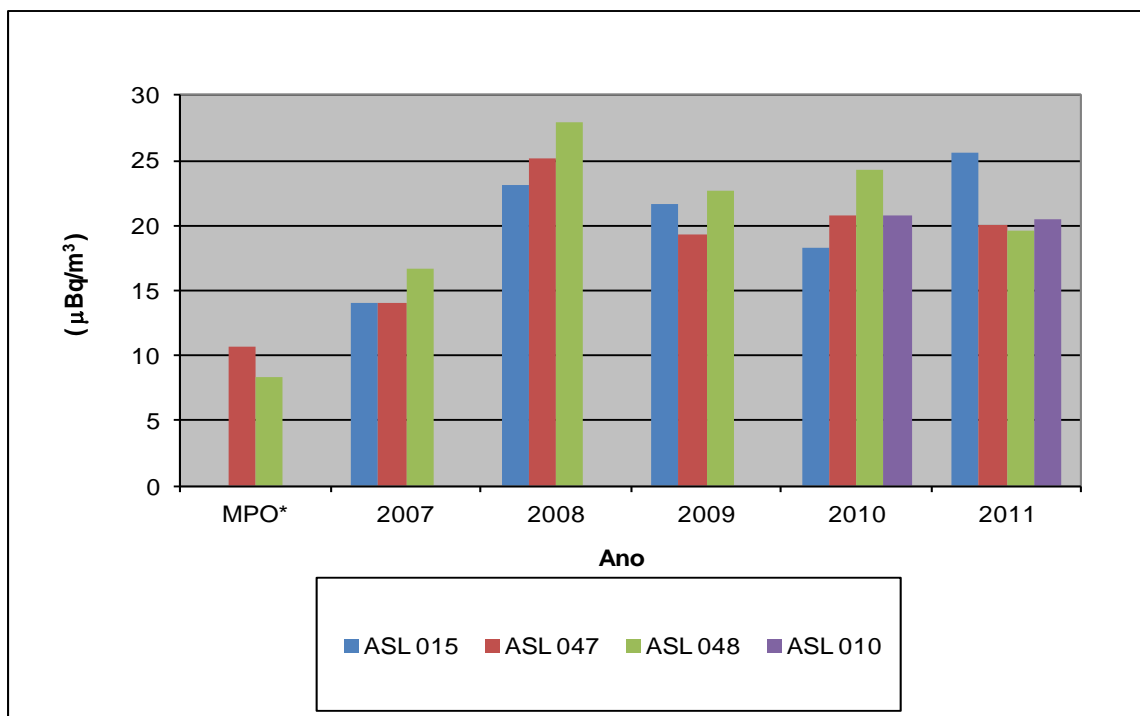
LOCAL DE AMOSTRAGEM	PONTO	UNID	Valor		Valor		Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza	Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza				
Lagoa de Polimento-FCN II	EFL 054	Bq L <sup>-1</sup>	9,2E-01 ± 0,14	4,8E+00 ± 0,72	2,48	1,78	1,51	1		
		µg L <sup>-1</sup>	11,13 ± 1,67	55,94 ± 8,39	36,54	38,09	15,21	1		

\* Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável sobre o número total de amostras analisadas.

## 8.3 Monitoração Atmosférica, Hídrica, do Solo e da Biota

### 8.3.1. Monitoração Atmosférica

#### 8.3.1.1 Urânio no Ar por Fluorimetria ao Longo dos Anos

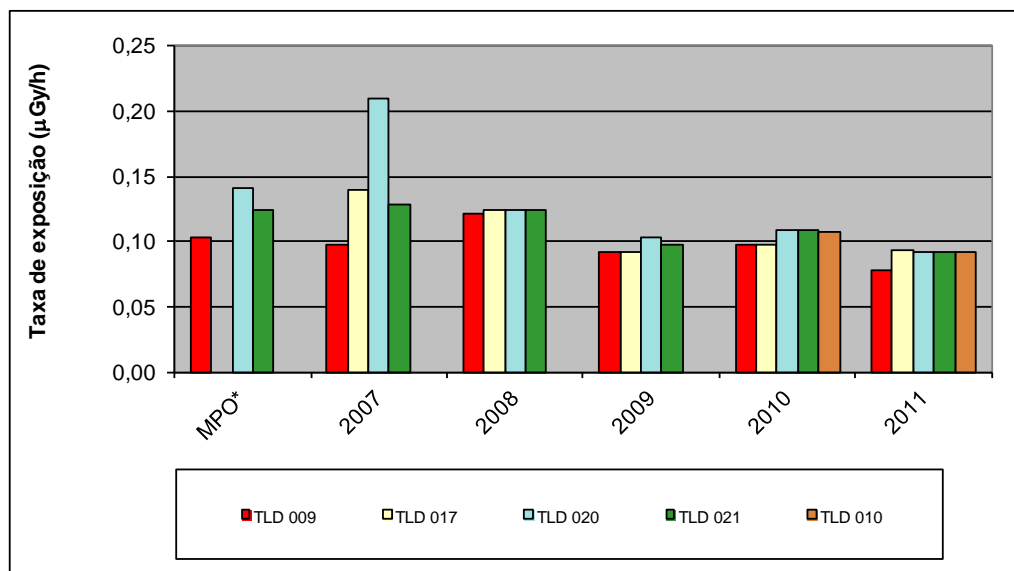


\*Média pré-operacional (1981 e 1982).

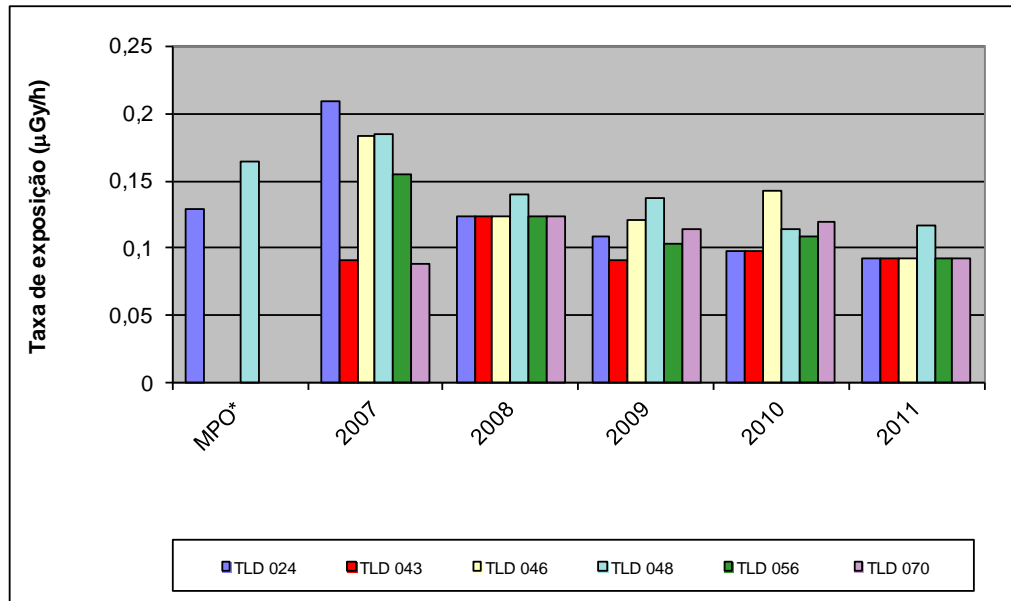
### 8.3.1.2 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Aerossóis

LOCAL DE AMOSTRAGEM	PONTO	UNID	Valor		Valor		Média	Mediana	Desvio Padrão
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza	Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza			
Eng. Passos	ASL 010	ng/m <sup>3</sup>	0,4 ± 0,05	1,1 ± 0,16	0,8	0,8	0,2		
		µBq/m <sup>3</sup>	9,3 ± 1,40	28,5 ± 4,28	20,5	21,2	6,4		
Poço artesiano	ASL 015	ng/m <sup>3</sup>	0,3 ± 0,05	1,6 ± 0,24	1,0	1,1	0,4		
		µBq/m <sup>3</sup>	8,7 ± 1,30	41,1 ± 6,16	25,6	29,4	11,2		
Estação Meteorológica	ASL 047	ng/m <sup>3</sup>	0,3 ± 0,04	1,3 ± 0,20	0,8	0,8	0,4		
		µBq/m <sup>3</sup>	6,7 ± 1,00	34,7 ± 5,21	20,0	19,8	9,5		
Itatiaia	ASL 048	ng/m <sup>3</sup>	0,3 ± 0,05	1,2 ± 0,17	0,8	0,7	0,3		
		µBq/m <sup>3</sup>	7,9 ± 1,18	30,2 ± 4,53	19,6	19,4	7,2		

### 8.3.1.3 Taxa Integrada de Exposição Gama ao Longo dos Anos



\* Média pré-operacional (1981 e 1982).



\* Média pré-operacional (1981 e 1982).

### 8.3.1.4 Dados Estatísticos para os Valores de Taxa Integrada de Exposição Gama ( $\mu\text{Gy/h}$ )

PONTO AMOST.	UNID	Valor		Média	Razão *
		Mínimo $\pm$ incerteza	Valor Máximo $\pm$ incerteza		
TLD 009		-	-	<0,110	0
TLD 010				<0,094	0
TLD 017		-	-	<0,111	0
TLD 020		-	-	<0,110	0
TLD 021		-	-	<0,110	0
TLD 024	$\mu\text{Gy/h}$	-	-	<0,110	0
TLD 043		-	-	< 0,108	0
TLD 046		<0,081	0,110 $\pm$ 0,017	0,110	0,3
TLD 048		<0,086	0,167 $\pm$ 0,025	0,167	0,3
TLD 056		<0,081	0,110 $\pm$ 0,017	0,110	0,3
TLD 070		<0,080	0,110 $\pm$ 0,017	0,110	0,3

\* Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável sobre o número total de amostras analisadas.

Obs.: Na determinação da taxa de exposição, todos os valores encontrados se situaram abaixo do limite de detecção, que é 200  $\mu\text{Gy/dosímetro}$



### 8.3.2 Monitoração Hídrica

#### 8.3.2.1 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Águas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	PONTO	UNID	Valor		Valor Único	Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza					
Ribeirão da Água Branca	ASU 013	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	ASU 023	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	ASU 052	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
Poço Artesiano	ASU 069	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	ASB 015	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	ASU 022	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
Rio Paraíba do Sul	ASU 027	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	APO 034	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
	ASU 057	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0
		µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0
ASU 058	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0	
	µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0	
ASU 068	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-	0	
	µg L <sup>-1</sup>	-	-	<1,00	-	-	-	0	

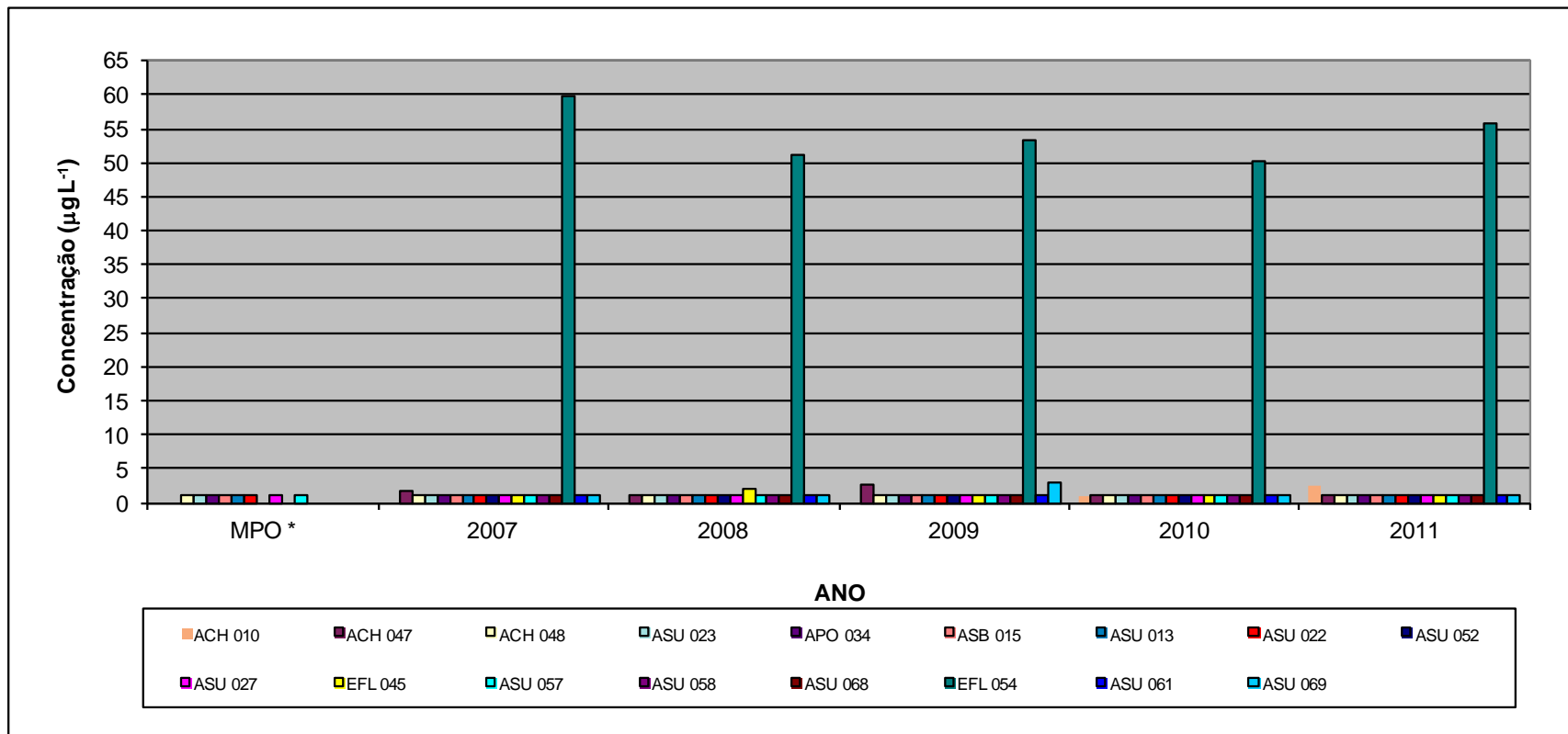
Razão\* - Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável e o número total de amostras analisadas.

#### 8.3.2.2 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Água de Chuva

LOCAL DE AMOSTRAGEM	PONTO	UNID	Valor		Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza				
Eng. Passos	ACH 010	Bq L <sup>-1</sup>	<2,60E-02	6,6E-02 ± 0,010	6,6E-02	-	-	0,10
		ppb	<1,00	2,6 ± 0,39	2,6	-	-	-
Est. Met. (CIR)	ACH 047	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-
		ppb	-	-	<1,00	-	-	-
Paço Municipal Itatiaia	ACH 048	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<2,60E-02	-	-	-
		ppb	-	-	<1,00	-	-	-

Razão\* - Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável e o número total de amostras analisadas.

### 8.3.2.3 Histórico da Monitoração de Urânio Total em Água



### 8.3.3 Monitoração do Solo e da Biota

#### 8.3.3.1 Determinação de Urânio total em Leite, Solo e Vegetal

AMOSTRAGEM			Análise de urânio leite, solo e vegetal (mg L-1 e mg kg-1)						
LOCAL	PONTO	UNIDADE	MÉDIAS ANUAIS					2011	
			2007	2008	2009	2010	2011	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE
Hotel Villa Forte (Eng. Passos)	LTE 012	Bq L <sup>-1</sup>	1,0E-02	1,0E-02	3,0E-02	2,1E-02	< 1,85E-05	-	< 1,85E-02
		mg L <sup>-1</sup>	4,0E-04	4,0E-04	1,1E-03	8,1E-04	< 7,11E-04	-	< 7,11E-04
	SLO 012	Bq kg <sup>-1</sup>	5,9E+00	5,9E+00	5,1E+01	3,3E+01	3,34E-02	4,07E+01	2,61E+01
		mg kg <sup>-1</sup>	2,3E-01	2,3E-01	2,0E+00	1,3E+00	1,28E+00	1,57E+00	1,00E+00
	VEG 012	Bq kg <sup>-1</sup>	1,0E+00	1,0E+00	1,1E+01	2,4E-01	9,19E-04	2,15E-01	1,62E+00
		mg kg <sup>-1</sup>	4,0E-02	4,0E-02	4,2E-01	9,3E-03	3,54E-02	8,25E-03	6,25E-02
Fazenda Campo Belo (Penedo-Itatiaia)	LTE 053	Bq L <sup>-1</sup>	1,0E-02	1,0E-02	3,0E-02	2,1E-02	< 1,15E-05	< 7,74E-03	< 1,52E-02
		mg L <sup>-1</sup>	4,0E-04	4,0E-04	1,3E-03	8,2E-04	< 4,41E-04	< 2,98E-04	< 5,84E-04
	SLO 053	Bq kg <sup>-1</sup>	4,9E+00	4,9E+00	2,9E+01	8,0E+01	3,52E-02	2,58E+00	6,78E+01
		mg kg <sup>-1</sup>	1,9E-01	1,9E-01	1,1E+00	3,1E+00	1,35E+00	9,93E-02	2,61E+00
	VEG 053	Bq kg <sup>-1</sup>	7,8E-01	7,8E-01	4,3E+00	2,3E-01	< 1,50E-03	5,89E-01	< 2,41E+00
		mg kg <sup>-1</sup>	3,0E-02	3,0E-02	1,6E-01	8,8E-03	< 5,76E-02	2,26E-02	< 9,26E-02
Fazenda São Bento (Areias)	LTE 065	Bq L <sup>-1</sup>	1,0E-02	1,0E-02	4,0E-02	2,1E-02	< 1,19E-05	-	< 1,19E-02
		mg L <sup>-1</sup>	4,0E-04	4,0E-04	1,5E-03	8,2E-04	< 4,58E-04	-	< 4,58E-04
	SLO 065	Bq kg <sup>-1</sup>	8,2E+00	8,2E+00	3,5E+01	2,7E+01	5,33E-02	3,88E+01	6,77E+01
		mg kg <sup>-1</sup>	3,2E-01	3,2E-01	1,3E+00	1,0E+00	2,05E+00	1,49E+00	2,60E+00
	VEG 065	Bq kg <sup>-1</sup>	5,2E-01	5,2E-01	6,0E+00	9,9E-01	< 1,44E-03	< 2,82E-01	< 2,60E+00
		mg kg <sup>-1</sup>	2,0E-02	2,0E-02	2,3E-01	3,8E-02	< 5,54E-02	< 1,09E-02	< 1,00E-01

### 8.3.3.2 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Leite, Solo e Vegetal

AMOSTRAGEM			Análise de urânio em leite, solo e vegetal (mg L <sup>-1</sup> e mg kg <sup>-1</sup> )							
Dados estatísticos referentes aos resultados de 2011										
LOCAL	PONTO	UNID	Valor		Valor Único	Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *	
			Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza						
Hotel Villa Forte (Eng. Passos)	LTE 012	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<1,85E-05	-	-	-	0,5	
		mg L <sup>-1</sup>	-	-	<7,11E-04	-	-	-	0,5	
	SLO 012	Bq kg <sup>-1</sup>	2,61E+01 ± 3,92E+00	4,07E+01 ± 6,11E+00	-	3,34E-02	3,34E+01	1,03E+01	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	1,00E+00 ± 1,50E-01	1,57E+00 ± 2,35E-01	-	1,28E+00	1,28E+00	3,98E-01	1	
	VEG 012	Bq kg <sup>-1</sup>	2,15E-01 ± 3,22E-02	1,62E+00 ± 2,44E-01	-	9,19E-04	9,19E-01	9,97E-01	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	8,25E-03 ± 1,24E-03	6,25E-02 ± 9,37E-03	-	3,54E-02	3,54E-02	3,83E-02	1	
Fazenda Campo Belo (Penedo-Itatiaia)	LTE 053	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	-	<1,15E-05	-	-	1	
		mg L <sup>-1</sup>	-	-	-	<4,41E-04	-	-	1	
	SLO 053	Bq kg <sup>-1</sup>	2,58E+00 ± 3,87E-01	6,78E+01 ± 1,02E+01	-	3,52E-02	3,52E+01	4,61E+01	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	9,93E-02 ± 1,49E-02	2,61E+00 ± 3,91E-01	-	1,35E+00	1,35E+00	1,77E+00	1	
	VEG 053	Bq kg <sup>-1</sup>	5,89E-01 ± 8,83E-02	<2,41E+00	-	5,89E-01	-	-	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	2,26E-02 ± 3,40E-03	<9,26E-02	-	2,26E-02	-	-	1	
Fazenda São Bento (Areias)	LTE 065	Bq L <sup>-1</sup>	-	-	<1,19E-02	-	-	-	0,5	
		mg L <sup>-1</sup>	-	-	<4,58E-04	-	-	-	0,5	
	SLO 065	Bq kg <sup>-1</sup>	3,88E+01 ± 5,81E+00	6,77E+01 ± 1,02E+01	-	5,33E-02	5,33E+01	2,04E+01	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	1,49E+00 ± 2,24E-01	2,60E+00 ± 3,91E-01	-	2,05E+00	2,05E+00	7,87E-01	1	
	VEG 065	Bq kg <sup>-1</sup>	-	-	-	<1,44E-03	-	-	1	
		mg kg <sup>-1</sup>	-	-	-	<5,54E-02	-	-	1	

Razão\* - Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável e o número total de amostras analisadas.

### 8.3.3.3 Determinação de Urânio total em Sedimentos e Lamas

AMOSTRAGEM			Análise de urânio em sedimentos e lamas (Bq/Kg e ppm)																	
LOCAL	PONTO	UNID	MÉDIAS ANUAIS					2 0 1 1												
			2007	2008	2009	2010	2011	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Ribeirão da Água Branca	SDL 013	Bq kg <sup>-1</sup>	4,8E+01	3,4E+01	2,1E+01	2,7E+02	1,2E+02	7,3E+01	-	-	1,9E+02	-	-	8,5E+01	-	-	1,5E+02	-	-	
		mg kg <sup>-1</sup>	1,8	1,3	0,8	10,5	4,8	2,8	-	-	7,4	-	-	3,3	-	-	5,7	-	-	
	SDL 023	Bq kg <sup>-1</sup>	7,6E+01	3,5E+01	2,8E+01	3,2E+02	5,2E+01	4,5E+01	-	-	4,6E+01	-	-	5,9E+01	-	-	5,8E+01	-	-	
		mg kg <sup>-1</sup>	2,9	1,4	1,1	12,2	2,0	1,7	-	-	1,8	-	-	2,3	-	-	2,2	-	-	
	SDL 052	Bq kg <sup>-1</sup>	5,4E+01	4,0E+01	3,0E+01	7,5E+01	4,8E+01	3,7E+01	-	-	5,1E+01	-	-	4,8E+01	-	-	5,5E+01	-	-	
		mg kg <sup>-1</sup>	2,1	1,6	1,2	2,9	1,8	1,4	-	-	1,9	-	-	1,8	-	-	2,1	-	-	
	SDL 069	Bq kg <sup>-1</sup>	-	3,8E+01	3,2E+01	1,0E+02	1,5E+02	1,2E+02	7,9E+01	4,7E+02	1,3E+02	9,7E+01	4,0E+02	9,6E+01	1,1E+02	1,3E+02	5,3E+01	5,8E+01	1,1E+02	
		mg kg <sup>-1</sup>	-	1,5	1,2	4,0	5,9	4,5	3,0	17,9	4,9	3,7	15,2	3,7	4,4	4,8	2,1	2,2	4,1	
Rio Paraíba do Sul	SDL 022	Bq kg <sup>-1</sup>	6,6E+01	4,0E+01	2,5E+01	8,0E+01	9,6E+01	-	-	-	-	-	1,0E+02	-	-	-	-	-	8,8E+01	
		mg kg <sup>-1</sup>	2,5	1,5	0,9	3,1	3,7	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	3,4	
	SDL 027	Bq kg <sup>-1</sup>	9,1E+01	6,7E+01	3,4E+01	1,3E+02	1,0E+02	-	-	-	-	-	9,4E+01	-	-	-	-	-	1,1E+02	
		mg kg <sup>-1</sup>	3,5	2,6	1,3	4,9	4,0	-	-	-	-	-	3,6	-	-	-	-	-	4,3	
	SDL 057	Bq kg <sup>-1</sup>	5,5E+01	5,2E+01	3,0E+01	9,9E+01	9,7E+01	-	-	-	-	-	8,3E+01	-	-	-	-	-	1,1E+02	
		mg kg <sup>-1</sup>	2,1	2,0	1,2	3,8	3,7	-	-	-	-	-	3,2	-	-	-	-	-	4,2	
	SDL 058	Bq kg <sup>-1</sup>	1,3E+02	1,3E+02	6,6E+01	1,6E+02	1,7E+02	-	-	-	-	-	1,9E+02	-	-	-	-	-	1,5E+02	
		mg kg <sup>-1</sup>	4,9	5,0	2,6	6,0	6,6	-	-	-	-	-	7,5	-	-	-	-	-	5,8	
	SDL 068	Bq kg <sup>-1</sup>	1,1E+02	3,3E+01	1,8E+01	1,1E+02	6,8E+01	-	-	-	-	-	8,5E+01	-	-	-	-	-	5,1E+01	
		mg kg <sup>-1</sup>	4,2	1,3	0,7	4,2	2,6	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	2,0	
	Bacia de Rejeitos FCN I	SDL 045	Bq kg <sup>-1</sup>	5,1E+01	4,2E+01	1,2E+01	4,8E+01	7,4E+01	-	-	-	-	-	5,8E+01	-	-	-	-	-	9,0E+01
			mg kg <sup>-1</sup>	2,0	1,6	0,4	1,9	2,9	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	3,5
Bacia de Polimento FCN	SDL 054	Bq kg <sup>-1</sup>	-	-	4,1E+03	1,7E+03	6,6E+02	-	-	-	-	-	4,3E+02	-	-	-	-	-	8,96E+02	
		mg kg <sup>-1</sup>	-	-	41,2	66,8	25,4	-	-	-	-	-	16,3	-	-	-	-	-	34,5	

### 8.3.3.4 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Sedimentos

Análise de urânio em sedimentos e lamas ( Bq/Kg e ppm)												
Dados estatísticos referentes aos resultados de 2011												
LOCAL	PONTO	UNID	Valor			Valor		Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *	
			Mínimo ± incerteza			Máximo ± incerteza						
Ribeirão da Água Branca	SDL 013	Bq kg <sup>-1</sup>	8,5E+01	±	12,8	1,9E+02	±	28,5	1,2E+02	1,4E+02	7,6E+01	1
		mg kg <sup>-1</sup>	3,3E+00	±	0,5	7,4E+00	±	1,1	4,8E+00	5,3	2,9	1
	SDL 023	Bq kg <sup>-1</sup>	4,6E+01	±	6,9	5,9E+01	±	8,9	5,2E+01	5,2E+01	9,5E+00	1
		mg kg <sup>-1</sup>	1,8E+00	±	0,3	2,3E+00	±	0,3	2,0E+00	2,0	0,4	1
	SDL 052	Bq kg <sup>-1</sup>	4,8E+01	±	7,2	5,5E+01	±	8,3	4,8E+01	5,1E+01	5,4E+00	1
		mg kg <sup>-1</sup>	1,8E+00	±	0,3	2,1E+00	±	0,3	1,8E+00	2,0	0,2	1
	SDL 069	Bq kg <sup>-1</sup>	5,3E+01	±	8,0	4,7E+02	±	70,5	1,5E+02	259,6	291,6	1
		mg kg <sup>-1</sup>	2,1E+00	±	0,3	1,8E+01	±	2,7	5,9E+00	10,0	11,2	1
	SDL 022	Bq kg <sup>-1</sup>	8,8E+01	±	13,2	1,0E+02	±	15,0	9,6E+01	9,6E+01	1,1E+01	1
		mg kg <sup>-1</sup>	3,4E+00	±	0,5	4,0E+00	±	0,6	3,7E+00	3,7	0,4	1
SDL 027	Bq kg <sup>-1</sup>	9,4E+01	±	14,1	1,1E+02	±	16,5	1,0E+02	1,0E+02	1,3E+01	1	
	mg kg <sup>-1</sup>	3,6E+00	±	0,5	4,3E+00	±	0,6	4,0E+00	4,0	0,5	1	
Rio Paraíba do Sul	SDL 057	Bq kg <sup>-1</sup>	8,3E+01	±	12,5	1,1E+02	±	16,5	9,7E+01	9,7E+01	1,9E+01	1
		mg kg <sup>-1</sup>	3,2E+00	±	0,5	4,2E+00	±	0,6	3,7E+00	3,7	0,7	1
SDL 058	Bq kg <sup>-1</sup>	1,5E+02	±	22,5	1,9E+02	±	28,5	1,7E+02	1,7E+02	3,1E+01	1	
	mg kg <sup>-1</sup>	5,8E+00	±	0,9	7,5E+00	±	1,1	6,6E+00	6,6	1,2	1	
SDL 068	Bq kg <sup>-1</sup>	5,1E+01	±	7,7	8,5E+01	±	12,8	6,8E+01	6,8E+01	2,4E+01	1	
	mg kg <sup>-1</sup>	2,0E+00	±	0,3	3,3E+00	±	0,5	2,6E+00	2,6	0,9	1	
Bacia de Rejeitos FCN I	SDL 045	Bq kg <sup>-1</sup>	5,8E+01	±	8,7	9,0E+01	±	13,5	7,4E+01	7,4E+01	2,3E+01	1
		mg kg <sup>-1</sup>	2,2E+00	±	0,3	3,5E+00	±	0,5	2,9E+00	2,9	0,9	1
Bacia de Polimento FCN II	SDL 054	Bq kg <sup>-1</sup>	4,3E+02	±	64,5	9,0E+02	±	135,0	6,6E+02	6,6E+02	3,3E+02	1
		mg kg <sup>-1</sup>	1,6E+01	±	2,4	3,4E+01	±	5,1	2,5E+01	25,4	12,8	1

### 8.3.3.5 Determinação de Urânio total em Peixe

AMOSTRAGEM		Análise de Urânio em Peixe ( Bq/Kg e ppm)						
		MÉDIAS ANUAIS					2011	
LOCAL	UNID	2007	2008	2009	2010	2011	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE
Ribeirão da	Bq kg <sup>-1</sup>	2,14	1,54	0,18	<2,6	1,29	1,26	1,32
Água Branca	mg kg <sup>-1</sup>	0,08	0,06	0,01	<0,1	0,05	0,05	0,05
Rio Paraíba	Bq kg <sup>-1</sup>	6,59	1,76	0,10	6,33	3,36	2,16	4,57
do Sul	mg kg <sup>-1</sup>	0,25	0,07	4,0E-03	0,24	0,13	0,08	0,18

### 8.3.3.6 Dados Estatísticos da Concentração de Urânio Total em Peixe

AMOSTRAGEM		Análise de urânio em peixe (Bq/Kg e ppm)								
		Dados estatísticos referentes aos resultados de 2011								
LOCAL	UNID	Valor		Valor		Valor Único	Média	Mediana	Desvio Padrão	Razão *
		Mínimo ± incerteza	Máximo ± incerteza	Máximo ± incerteza	Máximo ± incerteza					
Ribeirão da	Bq kg <sup>-1</sup>	1,26E+00 ± 1,89E-01	1,32E+00 ± 1,99E-01	-	1,29E+00	1,29E+00	4,65E-02	1		
Água Branca	mg kg <sup>-1</sup>	4,84E-02 ± 7,26E-03	5,09E-02 ± 7,64E-03	-	4,84E-02	4,97E-02	1,79E-03	1		
Rio Paraíba	Bq kg <sup>-1</sup>	2,16E+00 ± 0,00E+00	4,57E+00 ± 6,85E-01	-	3,36E+00	3,36E+00	1,70E+00	1		
do Sul	mg kg <sup>-1</sup>	8,31E-02 ± 1,25E-02	1,76E-01 ± 2,63E-02	-	1,29E-01	1,29E-01	6,54E-02	1		

Razão\* - Número de medidas com valores acima da atividade mínima detectável e o número total de amostras analisadas.

### 8.4 Avaliação de Desempenho Analítico (Programa Nacional de Intercomparação)

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ANALÍTICO (PNI - Programa nacional de intercomparação)

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ANALÍTICO (U TOTAL) PROGRAMA NACIONAL DE INTERCOMPARAÇÃO DE 2011				
		RODADA DE DEZEMBRO/2010	RODADA DE ABRIL	RODADA DE AGOSTO
		(urânio em água)	(urânio em água )	(urânio em água)
DESVIO NORMALIZADO	3			
	2			
	1			
	0	ÁGUA	ÁGUA	ÁGUA
	-1			
	-2			
	-3			

BOM   
 ACEITÁVEL   
 FORA 

O desvio normalizado(D) é definido como  $D = \frac{(X-U)}{\frac{su}{\sqrt{n}}}$

onde  $\bar{X}$  é o valor médio obtido das "n" análises realizada  
 $U$  é o valor de referência(verdadeiro)  
 $su$  é o desvio padrão do valor de referência  
 $n$  é o número de repetições realizadas nas amostras.

### 8.5 Histórico da Avaliação de Desempenho Analítico (PNI).

RODADA	MATRIZ	DESVIO NORMALIZADO							
		ANO							
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ABRIL	ÁGUA								
AGOSTO	ÁGUA								
DEZEMBRO	ÁGUA								

\*Aguardando resposta do IRD

 Bom  
 Aceitável  
 Fora de controle



## **9 ANEXOS**

Como informado anteriormente, os resultados analíticos gerais são apresentados anexos na segunda parte deste RMA, em CD ROM.

Segue também anexo em papel o Mapa dos Pontos de Amostragem.