

PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL PARA OS DEPÓSITOS  
DA NUCLEMON EM BOTUXIM - ITU

- Controle Ambiental/DERL/CDIN/SUPED

CATN - DERL.PD-023/80



## S U M Á R I O

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	1.
2. LOCALIZAÇÃO	1.
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA ONDE ESTÃO OS DEPÓSITOS	2.
4. DEPÓSITOS	2.
5. MATERIAL ESTOCADO	3.
6. USOS DE TERRA E ÁGUA NAS VIZINHANÇAS	3.
7. POSSIBILIDADES DE CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	4.
7.1. Ambiente Ar	4.
7.2. Ambiente Água	5.
7.3. Ambiente Solo	5.
8. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL	6.



**PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL PARA OS DEPÓSITOS  
DA NUCLEMON EM BOTUXIM - ITU**

**1. INTRODUÇÃO**

Neste trabalho é apresentado um Programa de Monitoração Ambiental, para ser executado em rotina como vigilância contra uma possível contaminação nas vizinhanças das instalações dos depósitos de material radioativo da Usina de Santo Amaro (USAM)/NUCLEMON.

O programa proposto é baseado numa análise das possibilidades de contaminação do ar, solos e águas, e dos contaminantes radioativos em potencial presentes no material estocado.

**2. LOCALIZAÇÃO**

A área onde estão os depósitos situa-se no município de Itu, aproximadamente a 12km em linha reta da cidade, na direção sul. No mapa da rede rodoviária do município, Figura 1, é mostrada a localização aproximada do terreno.



2.

### 3. DESCRIÇÃO DA ÁREA ONDE ESTÃO OS DEPÓSITOS

Desde a entrada, o terreno apresenta um declive acentuado em direção ao Ribeirão do Monjolinho, onde começa o aclive. A Figura 2, fornece uma imagem do declive da área a partir do local onde estão os tanques de estocagem.

O esquema da Figura 3 mostra a disposição aproximada dos depósitos, os quais estão grupados próximo à entrada da área. Na frente onde passa uma estrada não pavimentada, o terreno está cercado por um muro alto de tijolos. Na lateral direita o terreno é cercado por uma cerca de arame farpado. A cerca é seguida, a partir da entrada da área, pelo caminho de acesso a casa do vigia. Ao lado da casa está o poço de abastecimento de água para uso doméstico. Na outra lateral do terreno, aproximadamente na mesma direção da casa, existe uma nascente e a água corre em direção ao Ribeirão do Monjolinho.

### 4. DEPÓSITOS

Até o mes de abril do corrente existiam 6 (seis) tanques, estando mais 1 (um) em construção. As paredes dos tanques possuem espessuras de 27cm aproximadamente e, segundo informações no local, as superfícies internas estão impermeabilizadas. Todos os tanques estão quase que totalmente abaixo da superfície do solo, com apenas cerca de 1 (um) metro da altura exposta. Em cada tanque, as partes que vão ficando cheia são seladas com lage de con



creto reforçada.

A Figura 4 fornece uma visão geral dos tanques. Observa-se que o depósito 1 (um) está selado com lagem de concreto. O tanque 7 (sete) está sendo construído em continuação ao de número 6 (seis).

#### 5. MATERIAL ESTOCADO

O material estocado nos tanques tem origem no tratamento químico da monazita, na Usina Santo Amaro (USAM). A Figura 5, mostra o fluxograma correspondente ao tratamento químico da monazita. A Torta II é o material estocado nos tanques, possuindo teores médios de 21,73% de  $\text{ThO}_2$  e 0,87% de  $\text{U}_3\text{O}_8$ . Portanto, estarão presentes também os radionuclídeos das séries naturais.

As Tabelas 1 e 2, apresentam a sequência de decaimento radioativo das séries do  $^{232}\text{Th}$  e do  $^{238}\text{U}$  respectivamente, que sob o ponto de vista radiológico são as mais importantes.

#### 6. USOS DE TERRA E ÁGUA NAS VIZINHANÇAS

No mapa da rede rodoviária do município de Itu (Figura 1), estão mostradas as propriedades na região. Com relação as fazendas, não há informações quanto a produção.



A Figura 6, é uma planta geral das bacias hidrográficas da região, apresentada como projeto de ampliação da Estação de Tratamento de Água (E.T.A.), para abastecimento da cidade de Itu. O Ribeirão do Monjolinho, que passa pelo terreno onde estão os depósitos da USAM, pertence a bacia do Rio Pirapitingui.

## 7. POSSIBILIDADES DE CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

### 7.1. Ambiente Ar

O material nos tanques está totalmente protegido contra a ação dos ventos. A única possibilidade de haver contaminação do ar seria através da emissão do Radônio, porém as partes dos tanques são seladas com lajes de concreto reforçadas a medida que vão ficando cheias. Nestas condições, o  $^{220}\text{Rn}$  emanado do material tem pouca chance de atingir o ambiente externo, devido a sua meia-vida curta ( $T_{1/2} = 55\text{s}$ ). Quanto ao  $^{222}\text{Rn}$  ( $T_{1/2} = 3,8$  dias), maior fração da quantidade emanada poderá difundir-se através do concreto. Porém, considerando: o baixo teor de urânio no material (0,87%  $\text{U}_3\text{O}_8$ ); que apenas o Rn formado nas camadas superiores tem possibilidade de ser liberado; e a rápida diluição no ambiente externo; pode ser esperado que as concentrações do  $^{222}\text{Rn}$  e dos radionuclídeos provenientes de seu decaimento radioativo não atingirão níveis significativos no ar.



## 7.2. Ambiente Água

Havendo infiltração através das paredes dos depósitos e penetração dos contaminantes no solo, a água do subsolo será atingida e com deslocamento em direção ao Ribeirão do Monjolinho, devido ao declive do terreno. O processo de contaminação sendo contínuo, as concentrações nas águas poderão atingir níveis significativos ao longo do tempo.

Uma contaminação crescente no Ribeirão do Monjolinho poderá tornar-se crítica, visto que afluente para o Ribeirão do Taquaral afluente do Rio Pirapitingui que está previsto no projeto de ampliação do sistema de abastecimento de águas de Itu.

## 7.3. Ambiente Solo

A principal via de contaminação do solo é o ar através da precipitação dos contaminantes. Eliminada a possibilidade de uma contaminação significativa do ar, a contaminação do solo fica restrita às áreas usadas para agricultura no caso de serem irrigadas com águas contaminadas. Portanto, nas vizinhanças dos depósitos em Botuxim, haverá riscos de contaminação apenas em algumas áreas que facilmente poderão ser definidas, caso seja evidenciada contaminação no Ribeirão do Monjolinho no trecho a jusante dos depósitos.



## 8. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL

Eliminada as possibilidades de contaminação do ar e do solo, o programa de monitoração ambiental em rotina ficará restrito às análises das águas e sedimentos. As análises dos sedimentos são importantes porque poderão agir como um integrador do grau de contaminação, isto é, sendo desencadeado algum processo lento de contaminação das águas, os contaminantes poderão concentrar-se nos sedimentos ao longo do tempo e mais facilmente a identificação poderá ser feita.

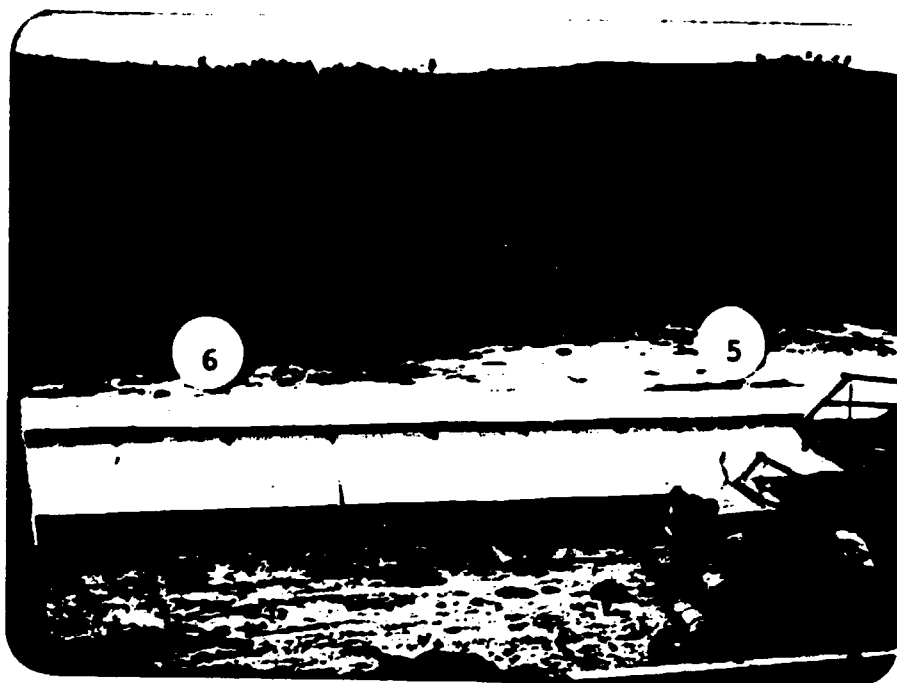
Na Tabela 3 é apresentado o programa de amostragens e medidas, relacionando, com os respectivos códigos de identificação, os locais de amostragens, os tipos de amostras e análises e as frequências de avaliações. Os locais de amostragens são mostrados na planta geral da bacia hidrográfica (Figura 6).

Na Tabela 4, são dadas as concentrações máximas permissíveis em água potável para os principais radionuclídeos das séries do  $^{232}\text{Th}$  e  $^{238}\text{U}$ , considerando a população em geral (categoria C de exposição).

./mgs.







Ribeirão do Monjolinho

FIGURA 2

VISTA GERAL DO TERRENO COM O OBSERVADOR  
NO LOCAL ONDE ESTÃO OS TANQUES DE ESTOCAGEM



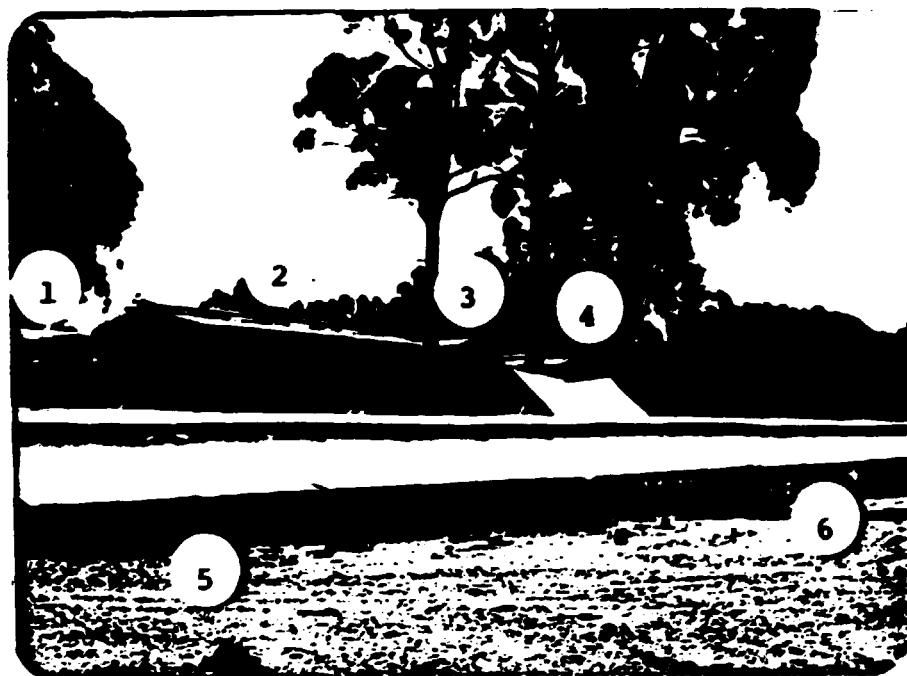
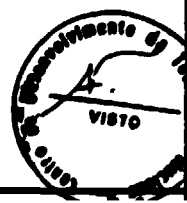


FIGURA 4  
TANQUES DE ESTOCAGEM



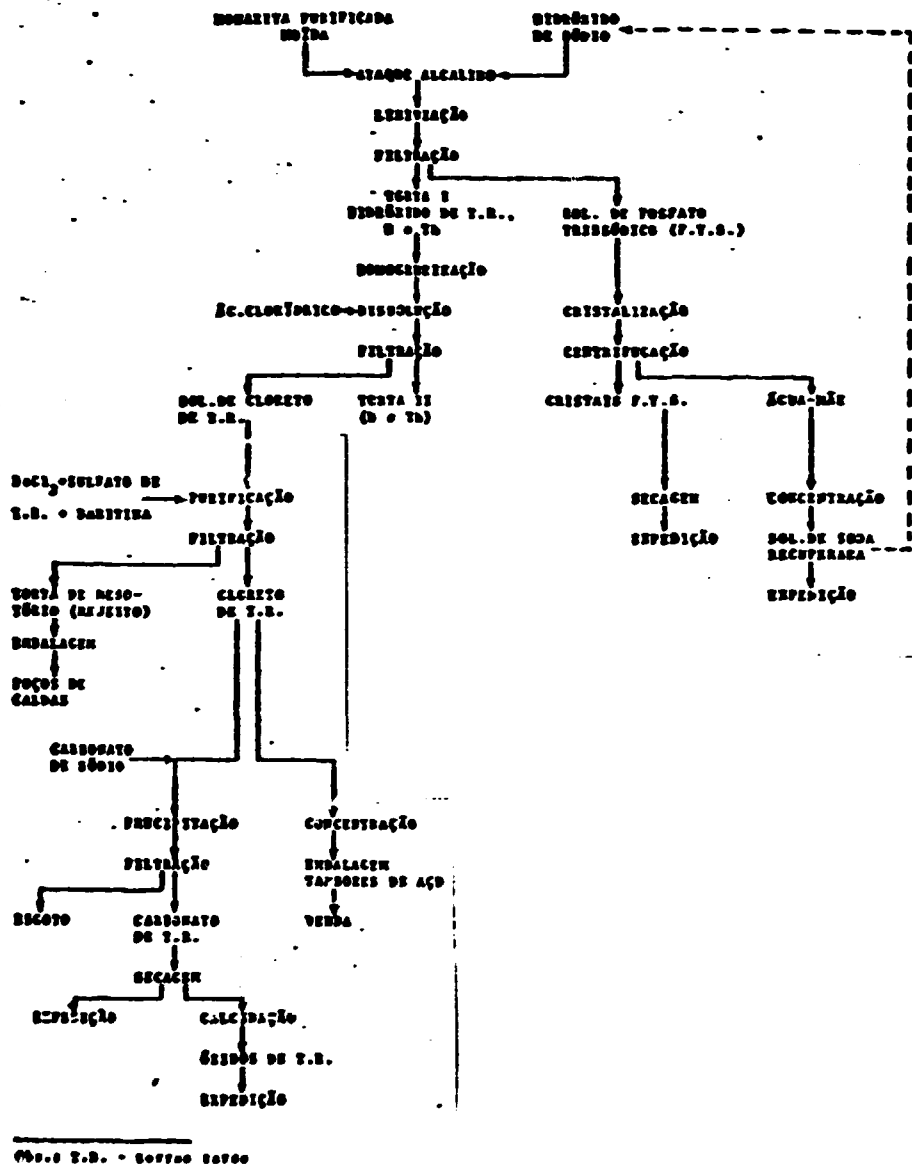


FIGURA 5

FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO QUÍMICO  
DA MONAZITA (USAM)



ESQUEMA MOSTRANDO A ÁREA DE ESTOCAGEM (SEM ESCALA)

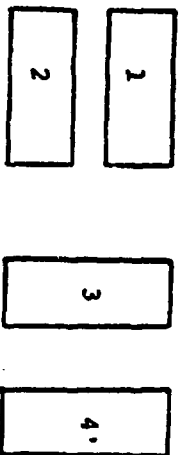
ESTRA DE FERRO (E.F.S.)

ESTRA NÃO PAVIMENTADA

Acesso

Muro de Tijolos (altura = 3,0m)

Silos:



Declive

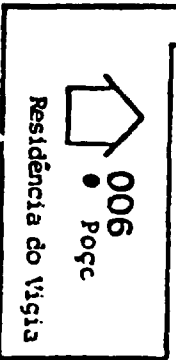


Declive

PROPRIEDADE PARTICULAR

Cerca de Arame Farpado

Caminho de Acesso a Casa do Vigia



Área Pantanosa

X  
Nascente  
003  
↑

Declive

Ributão do Monjolinho

Árvores  
Floresta

001

002

004

TABELA 1

SÉRIE DO TÓRIO

Nuclídeo	Meia-Vida	Desintegração	
$^{232}_{\text{Th}}$	$1,41 \times 10^{10}$ a		$\alpha$
↓			
$^{228}_{\text{Ra}}$	6,7	a	$\beta$
↓			
$^{228}_{\text{Ac}}$	6,13	h	$\beta$
↓			
$^{228}_{\text{Th}}$	1,910	a	$\alpha$
↓			
$^{224}_{\text{Ra}}$	3,64	d	$\alpha$
↓			
$^{220}_{\text{Rn}}$	55	s	$\alpha$
↓			
$^{216}_{\text{Po}}$	0,15	s	$\alpha$
↓			
$^{212}_{\text{Pb}}$	10,64	h	$\beta$
↓			
$^{212}_{\text{Bi}}$	60,6	m	$\alpha$ (36,0%) ; $\beta$ (64,0%)
↓			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math>^{212}_{\text{Po}}</math> ↓ 64,0%         </div> <div style="text-align: center;"> <math>^{208}_{\text{Tl}}</math> ↓ 36,0%         </div> </div>			
$^{212}_{\text{Po}}$	304	ns	$\alpha$
↓			
$^{208}_{\text{Tl}}$	3,10	m	$\beta$
↓			
$^{208}_{\text{Pb}}$	Estável		-



TABELA 2

SÉRIE DO URÂNIO

Nuclídeo	Meia-Vida	Desintegração
$^{238}\text{U}$	$4,51 \times 10^9$ a	$\alpha$
+		
$^{234}\text{Th}$	24,1 d	$\beta$
+		
$^{234}\text{Pa}^7$	1,17 m	$\beta$
+		
$^{234}\text{U}$	$2,47 \times 10^5$ a	$\alpha$
+		
$^{230}\text{Th}$	$8,0 \times 10^4$ a	$\alpha$
+		
$^{226}\text{Ra}$	1602 a	$\alpha$
+		
$^{222}\text{Rn}$	3,823 d	$\alpha$
+		
$^{218}\text{Po}$	3,05 m	$\alpha$
+		
$^{214}\text{Pb}$	26,8 m	$\beta$
+		
$^{214}\text{Bi}$	19,7 m	$\beta$
+		
$^{214}\text{Po}$	164 us	$\alpha$
+		
$^{210}\text{Pb}$	21 a	$\beta$
+		
$^{210}\text{Bi}$	5,01 d	$\beta$
+		
$^{210}\text{Po}$	138,4 d	$\alpha$
+		
$^{206}\text{Pb}$	Estável	-



TABELA 4

CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS PERMISSÍVEIS (CMP) EM ÁGUA POTÁVEL DE RADIONUCLÍDEOS DAS SÉRIES DO  $^{238}\text{U}$  e  $^{232}\text{Th}$ , PARA POPULAÇÃO EM GERAL (CATEGORIA C DE EXPOSIÇÃO).

RADIONUCLÍDEOS	CMP (pCi/l) *
$^{238}\text{U}$	21
$^{234}\text{Th}$	690
$^{234}\text{U}$	140
$^{230}\text{Th}$	69
$^{226}\text{Ra}$	0,3
$^{210}\text{Pb}$	3,4
$^{210}\text{Bi}$	1400
$^{210}\text{Po}$	24
$^{232}\text{Th}$	69
$^{228}\text{Ra}$	1
$^{228}\text{Th}$	240
$^{212}\text{Ra}$	69
$^{212}\text{Pb}$	690

\*CMP para População em Geral = 1/292 da CMP para Trabalhadores de 40h/semana - Normas Básicas de Proteção Radiológica. CNEN-6/73 e ICRP.2.

