

 <b>DRM</b>	<b>PLANEJAMENTO DO PRAD DA UTM (BOTA-FORAS)</b>	<b>RT-UTM-05-16</b>
		Rev.: 00 Data: 12/04/16 Página: 1 / 7

**SUMÁRIO:**

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICAÇÃO
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
4. DEFINIÇÕES E SIGLAS
5. DESENVOLVIMENTO
6. CONCLUSÕES
7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO
8. ANEXOS

CONTROLE DE REVISÕES		
REV.	DATA	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
00	12/04/16	Emissão inicial.

	Elaboração	Verificação Técnica	Verificação Qualidade	Aprovação
Nome	João Viçoso da Silva Júnior – GEDEC.M (I-MM-011)	Marcelino Vicente de Almeida Dantas – GEDEC.M (I-MM-015)	Marcos Assunção Cagnani – UQ-UTM	Maurício de Almeida Ribeiro – GEDEC.M
Conselho Nº	CRQ 04.200233	Físico	-	CREA 36325
IBAMA Nº	5821462	-	-	-
Data				
Assinatura				

## 1. OBJETIVO

O presente documento apresenta o planejamento para aprimoramento do projeto conceitual do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD da Unidade de Tratamento de Minérios – UTM, especificamente sobre a remediação das pilhas de estéril de mina denominadas Bota-Foras - BF.

## 2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esse documento aplica-se à Gerência de Descomissionamento da Unidade de Caldas - GEDEC.M, da Unidade de Tratamento de Minérios - UTM; à Gerência de Licenciamento e Qualidade - GELIQ.M e à Diretoria de Recursos Minerais - DRM, das Indústrias Nucleares do Brasil S.A. - INB.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- **RT-006\_099-515-3023\_01-J** – Relatório do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – INB-UTM-Caldas, de março de 2012
- **Termo de Referência CNEN-IBAMA para Elaboração do PRAD da UTM**, de fevereiro de 2004
- **Norma CNEN-NN-3.01:2014**, de 11 de março de 2014
- **US EPA** (1989)
- **Ofício 1109/2012/DILIC/IBAMA**, de 30 de outubro de 2012

## 4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

### 4.1 Definições

### 4.2 Siglas

- **BF** – Bota-Fora
- **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- **CREA** - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
- **CRQ** - Conselho Regional de Química
- **DAM** – Drenagem Ácida de Mina
- **DRM** - Diretoria de Recursos Minerais
- **GEDEC** - Gerência de Descomissionamento de Caldas
- **GELIQ** - Gerência de Engenharia, Licenciamento e Qualidade

- **IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- **I-MM (Antigo MBFQ)** - Mineração e Usina de Beneficiamento Físico e Químico de Urânio e Tório
- **INB** - Indústrias Nucleares do Brasil
- **PRAD** - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
- **RT** - Relatório Técnico
- **UQ** - Unidade da Qualidade
- **US EPA** – United States Environmental Protection Agency
- **UTM** - Unidade de Tratamento de Minérios

## 5. DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Caracterização das Pilhas de Estéril<sup>a</sup>

O material estéril retirado da Cava da Mina da UTM foi disposto em pilhas localizadas no seu entorno e também no seu interior. Essas pilhas são denominadas Bota-Foras e identificadas pelas siglas BF-1, BF-3, BF-4, BF-7, BF-8 e BF-Cava.

Os volumes de material dispostos nessas pilhas e as áreas ocupadas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Volumes de estéril de mina dispostos nas pilhas e áreas ocupadas

<b>Bota-Fora</b>	<b>Volume (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</b>	<b>Área (ha)</b>
BF-1	5,04	28,6
BF-3	2,9	19,1
BF-4	14,26	59,4
BF-7	0,50	4,3
BF-8	14,46	77,0
BF-Cava	0,56	---
<b>Total</b>	<b>37,72</b>	<b>188,4</b>

A Figura 1, a qual mostra uma parte da pilha denominada BF-4, possibilita uma noção das dimensões das pilhas de estéril em questão.



Figura 1 - Noção das dimensões das pilhas de estéril

A caracterização química do material estéril, em teores médios, é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química do material estéril, em teores médios

Espécie Química	Teor	Espécie Química	Teor	Espécie Química	Teor
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,02%	CaO	0,10%	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01%
MoO <sub>3</sub>	0,00%	BaO	0,10%	SrO	0,10%
ZrO <sub>2</sub>	0,25%	PbO	< 0,01%	Rb <sub>2</sub> O	0,09%
SiO <sub>2</sub>	54%	ZnO	0,01%	ThO <sub>2</sub>	<0,01%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22%	CuO	0,01%	<sup>238</sup> U	1,15x10 <sup>7</sup> Bq/t
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30%	TiO <sub>2</sub>	0,53%	<sup>234</sup> U	1,15x10 <sup>7</sup> Bq/t
K <sub>2</sub> O	12%	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02%	<sup>230</sup> Th	1,15x10 <sup>7</sup> Bq/t
SO <sub>4</sub>	2%	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17%	<sup>226</sup> Ra	1,15x10 <sup>7</sup> Bq/t
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10%	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,02%	<sup>210</sup> Pb	1,15x10 <sup>7</sup> Bq/t

As pilhas denominadas BF-4, BF-8 e BF-Cava geram um efluente ácido, o qual é resultante da reação química da água e do oxigênio com a pirita contida no material estéril, em um processo comumente conhecido em mineração como Drenagem Ácida de Mina - DAM. Além de serem ácidas, essas drenagens apresentam concentrações de U, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Al, Mn, F<sup>-</sup> e Fe que não permitem suas liberações direto no meio ambiente, resultando na necessidade de tratamento dos efluentes em questão, tal como já vem sendo realizado pela INB. A título de exemplo, em torno de 60.000 m<sup>3</sup> de efluente oriundo do BF-8 e 76.000 m<sup>3</sup> de efluente do BF-4 são tratados mensalmente. Esses volumes expressivos ocorrem em função das percolações das águas pluviais que incidem nas

superfícies das pilhas de estéril, das águas de córregos que as margeiam e das águas subterrâneas que afloram nos seus interiores.

Os efluentes provenientes das pilhas BF-1, BF-3 e BF-7 não são submetidos ao tratamento, principalmente por se tratar predominantemente de material resultante de decapeamento, ou seja, estéril franco.

## **5.2 Solução de Remediação das Pilhas de Estéril Indicada pelo Projeto Conceitual do PRAD da UTM**

O PRAD da UTM, atualmente desenvolvido até o nível conceitual, indicou que a solução de remediação para o BF4 e para o BF8 consiste em retorná-los para a Cava da Mina. O BF-Cava seria mantido na Cava da Mina. O BF-1, BF-3 e BF-7 seriam utilizados na construção de diques e na cobertura da Cava, bem como no reforço do barramento, no seu alteamento e na cobertura da Barragem de Rejeitos.

A manutenção do BF-Cava na Cava da Mina e a remoção do BF-4 e do BF-8 também para esse receptáculo foram indicados no projeto conceitual do PRAD como solução de remediação necessária para se garantir o atendimento aos critérios estabelecidos pela IBAMA e pela CNEN,<sup>b,c,d</sup> os quais visam garantir a segurança da população quanto aos riscos radiológicos e toxicológicos. A concentração do material na Cava favorece a saturação do estéril piritoso com água e também sua cobertura com solo, o que minimiza o acesso de oxigênio e, conseqüentemente, reduz a geração de drenagem ácida. Por outro lado, o custo para execução dessa solução de remediação é alto, pois demanda a movimentação de grandes massas de material, as quais podem ser observadas na Tabela 1.

Tendo em vista que a avaliação das soluções de remediação quanto ao atendimento aos critérios estabelecidos pelos órgãos reguladores ocorre através de modelagem matemática, os resultados que definiram a solução de remediação citada acima são dependentes da representatividade dos dados disponíveis ou levantados para descrever os cenários postulados, nos quais se inserem as pilhas de estéril. No caso do BF-Cava, do BF-4 e do BF-8, visando uma primeira modelagem em nível típico de projeto conceitual, a composição química e a avaliação do potencial de geração de drenagem ácida foram determinadas em amostras coletadas apenas nas superfícies das pilhas de estéril.

### 5.3 Aprimoramento da Solução de Remediação das Pilhas de Estéril

A observação das tendências dos resultados da composição química e do potencial de geração de drenagem ácida analisados em amostras de diferentes pontos da superfície do BF-4 e, em menor grau do BF-8, durante a elaboração do projeto conceitual do PRAD, revelou a necessidade de amostragens em profundidade das pilhas de estéril visando buscar uma melhor representatividade destas.

Nesse contexto, o aprimoramento dos estudos já existentes para definição da solução de remediação do BF-4 e BF-8 consistirá em amostrá-los em profundidade por sondagem rotativa e, sobretudo, de modo que permita a recuperação das amostras para posteriores análises laboratoriais.

As análises laboratoriais da composição química e do potencial de geração de drenagem ácida das amostras retiradas das porções profundas do BF-4 e do BF-8 permitirão investigar a possibilidade da segregação entre o material que realmente precisa ser removido para a Cava daquele que poderá ser mantido no local de disposição atual, o que tem potencial para reduzir significativamente os custos de execução do PRAD. Possibilitará também a escolha de diferentes zonas no interior da Cava da Mina para a disposição dos materiais conforme suas propensões à geração de drenagem ácida, o que pode aumentar a garantia de funcionamento da solução de remediação.

O BF-1, BF-3 e BF-7 também serão amostrados em profundidade, pois as análises das características físico-químicas das amostras possibilitarão a decisão da segregação desses materiais para aplicação em diferentes finalidades, como por exemplo, a construção de diques, o reforço de barramentos e as coberturas com solo. Além disso, considerando a utilização desses materiais em coberturas, a análise de sua composição química possibilitará o refinamento do modelo de exposições alterando seu conceito e premissas, especificamente com relação às contribuições das vias de exposição do solo para as exposições totais.

As amostragens em profundidade do BF-1, BF-3, BF-4, BF-7 e BF-8 foram indicadas pela Golder Associates, empresa terceira que elaborou o projeto conceitual do PRAD da UTM, como ações necessárias ao detalhamento do referido projeto. Posteriormente, o IBAMA, em seu parecer técnico sobre o projeto conceitual do PRAD,<sup>e</sup> ratificou a necessidade das amostragens em profundidade especificamente para o BF-4.

#### 5.4 Cronograma das Atividades Necessárias ao Aprimoramento da Solução de Remediação das Pilhas de Estéril

As atividades necessárias ao aprimoramento da solução de remediação das pilhas de estéril, bem como seus tempos estimados de duração, são apresentados no cronograma que consta no Anexo A do presente relatório.

### 6. CONCLUSÕES

O aumento das informações sobre os materiais dos BF-1, BF-3, BF-4, BF-7 e BF-8, além de caracterizá-los de modo mais representativo nos cenários postulados da modelagem matemática, também possibilitarão refinar o conceito e as premissas do modelo de exposição da população aos riscos radiológicos e toxicológicos e, conseqüentemente, permitirão uma escolha mais consciente da solução de remediação para atender aos critérios estabelecidos pela CNEN e pelo IBAMA, com potencial de impactos diretos no custo e no tempo de execução da solução.

### 7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO

Nome	Função/Cargo	Participação
<b>Delcy de Azevedo Py Júnior</b>	Supervisor de Radioproteção	Revisão Técnica.
<b>Thiago Fernando de Avila Navarro</b>	Engenheiro Ambiental	Revisão Técnica.

### 8. ANEXOS

- **Anexo A** - Cronograma

# Anexo A

## Cronograma