



# I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

## ANAIS - PROCEEDINGS

"BETUMINIZAÇÃO DE REJEITOS SIMULADOS DE REATOR TIPO PWR, LAMAS DE EVAPORADOR E RESINAS DE TROCA IÔNICA, REALIZADOS NA CNEN/SP, UTILIZANDO BETUMES DISPONÍVEIS COMERCIALMENTE NO MERCADO BRASILEIRO - RESULTADOS E COMENTÁRIOS"

CARLOS EDGARD GROSCHÉ FILHO

UPESH CHANDRA

DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA NUCLEAR - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN/SP

### RESUMO

Os primeiros resultados do estudo sobre a betuminização de rejeitos radioativos tipicamente gerados em reatores tipo PWR, lamas de evaporador (boratas) e resinas de troca iônica ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ), e cinza de rejeitos sólidos combustíveis, são aqui relatados e discutidos.

O trabalho visou ensaiar amostras representativas de betumes comercializados no mercado brasileiro fazendo a caracterização destes e dos produtos obtidos na imobilização dos rejeitos variando sua porcentagem mássica no produto final, pelos testes padronizados (ABNT e ASTM) para: Ponto de Fulgor, Ponto de Amolecimento, Penetração. Dados complementares sobre teor de resinas e asfaltenos para os betumes ensaiados também foram obtidos.

Para estudo de lixiviação foi utilizado produto de betume e resina de troca iônica marcados com  $^{134}\text{Cs}$ . O método seguido foi o sugerido pela norma ISO.

Realizou-se ainda a simulação do processo industrial empregando uma Extrusora-Evaporadora típica para trabalho com plásticos cedida pela Indústria de Máquinas Miotto Ltda. de São Bernardo do Campo-SP.

### ABSTRACT

The first results of the study of bituminization of simulated PWR wastes, boric evaporator bottoms and spent ion-exchange resins ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ) and incinerated ash-wastes are presented and discussed.

The study consisted of characterization of the commercial bitumen, locally available and bitumen wastes products of varying whight compositions. The characterization was carried out using standard analysis methods of ABNT and ASTM, and included measurement of, penetration, softening point and flash point. In addition, the bitumen samples were analyzed for their resin and asphaltene contents.

For leaching studies, wastes products of bitumen and resin loaded with  $^{134}\text{Cs}$  were utilized. The method used was according to the ISO norms.

The simulation of the industrial process was carried out using an extruder-evaporator typically used in the plastic industries offered by Industria de Máquinas Miotto Ltda., São Bernardo do Campo - SP.

## INTRODUÇÃO

O condicionamento de rejeitos radioativos de baixo e médio nível transformando-os num produto adequado para o transporte estocagem e colocação num repositório final é uma tarefa fundamental dentro de um programa nuclear. Seguindo uma dada filosofia de gerenciamento de rejeitos são várias as opções de tipo de material de matriz para se proceder a imobilização dos rejeitos. Dentre esses materiais temos os betumes que se destacam pela redução do volume no produto final e pela alta resistência à lixiviação.

Sendo uma alternativa para a imobilização de rejeitos gerados em instalações nucleares de potência tipo PWR - brasileiras iniciou-se um estudo sobre o processo de betuminização de rejeitos radioativos o qual descrevemos e discutimos aqui.

## OBJETIVO

A meta deste trabalho é avaliar betumes disponíveis no mercado nacional como matriz de imobilização de rejeitos radioativos de baixo e médio nível dividindo o estudo em duas etapas: Laboratório e Simulação Industrial.

## ETAPA DE LABORATÓRIO

Para a caracterização de betumes nacionais, quatro tipos de betumes, dois destilados e dois oxidados, foram estudados. Suas propriedades físicas foram determinadas seguindo as normas nacionais e internacionais (ABNT/ASTM) sendo os ensaios: Penetração à 25°C (0,1 mm); de Amolecimento (°C); Ponto de Fulgor (°C).

No preparo de misturas com composições variadas foram usados rejeitos inativos (resina de troca iônica, lamas e cinzas). O tipo de resina foi IRN 150 de grau nuclear, (H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>), e a lama apresentando a seguinte formulação:

NaOH (116 g), H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (720 g), Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (120 g), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (20 g), NaCl (20 g), Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (20 g).

Tipos de mistura:

- a) Betume/Resina, com a percentagem em peso de resina seca sendo, 30, 40, 50, 60 e 70.
- b) Betume/Lama, com a percentagem em peso de lama seca, 30, 40, 50 e 60.
- c) Betume/Resina/Aditivo, com 50% de resina seca, em peso, e 2% de aditivo, sobre o peso de betume.
- d) Betume/Lama/Argila/Aditivo, com 40% em peso de lama seca, 2% de aditivo sobre o peso de betume, 3 e 6% de argila sobre o peso de lama seca.
- e) Betume/Cinzas, com 40, 50 e 60% em peso de cinza seca.

## TESTES DE LIXIVIAÇÃO

Para a avaliação da lixiviação de radionuclídeos imobilizados em betume, seguiu-se a norma ISO. Para os mesmos corpos de prova cilíndricos com dimensões de d = 5 cm e l = 10 cm foram preparados, com os quatro tipos de betume e resina de troca iônica marcada com Cs 134.

O teor de resina seca na amostra foi de 30, 40, 50 e 60%.

Cada amostra foi colocada para lixiviar em frascos de polietileno, contendo 1,6 l de água deionizada e sustentado por uma rede de nylon, de modo que, praticamente, não reduziu a área exposta ao meio lixiviante e manteve a amostra totalmente imersa, sem entrar em contato com as paredes do frasco.

## ETAPA DE SIMULAÇÃO INDUSTRIAL

A finalidade desta etapa é de observar o comportamento da mistura durante a

extrusão para definição dos parâmetros de projeto, visando a concentração técnica para uma unidade piloto.

O equipamento utilizado foi uma extrusora do tipo dupla rosca, não acoplada e sem desgaseificação, modelo convencional de aplicação na indústria plástica.

Nos ensaios, foram simuladas misturas entre betume e rejeitos (Resina e Lama); o teor de sólidos no produto final entre 40 e 50% em peso.

Para melhor avaliação do processo, o rejeito entrou com diferentes conteúdos de água e foram variadas, a rotação e a distribuição de temperaturas ao longo da extrusora.

## RESULTADOS

### CARACTERÍSTICAS DOS BETUMES EMPREGADOS

#### CARACTERÍSTICAS

TIPO	CARACTERÍSTICAS	PONTO DE FULGOR °C	PONTO DE AMOLECIMENTO °C	PENETRAÇÃO (0,1 mm)
BETUMES	TORO 90/60 DESTILADO VITÓRIA 85/100	284	52	54
		250	46	93
	TORO 75/25 OXIDADO VITÓRIA B65	254	82	26
		234	72	25
MISTURAS	<u>LABORATÓRIO</u>			
	BETUME/RESINA (50%)	220	90	20
	BETUME/LAMA (40%)	258	88	13
	BETUME/RESINA (50%) ADITIVO	188	62	40
	BETUME/LAMA (40%) ARGILA/ADITIVO	195	77	22
	BETUME/CINZAS	287	105	8
	<u>SIMULAÇÃO INDUSTRIAL</u>			
BETUME/LAMA (40%)	285	70	33	
BETUME/RESINA	302	77	16	

OBS.: - Aditivo - tipo Policling, na fração de 2% em peso de betume  
- Argila - tipo "fontmonilonita", na fração de 3% em peso de betume

RESULTADOS DE LIXIVIAÇÃO (DECORRIDOS 250 DIAS)

TIPO DE BETUME	RAZÃO ENTRE ATIVIDADE TOTAL LIBERADA VERSUS ATIVIDADE INCORPORADA . 10 <sup>-3</sup>	TAXA DE LIXIVIAÇÃO (CM <sup>-1</sup> )
DESTILADO TORO 50/60 VITÓRIA 85/100	5	-10 <sup>-8</sup>
OXIDADO TORO 75/25 VITÓRIA B65	4,5	-10 <sup>-8</sup>

DISCUSSÃO

Justifica-se um trabalho de betuminização, visto que, embora o processo seja relativamente simples, onde a solidificação é alcançada pelo resfriamento da mistura, dificuldades são experimentadas no manuseio e preparação de certos rejeitos, indicando a necessidade de ensaios para adquirir experiência que permita julgar, quais os parâmetros operacionais para se obter um produto final satisfatório.

Durante as etapas experimentais, o betume destilado (mole) mostrou-se mais adequado para manuseio, mais fácil de misturar-se com o rejeito, embora tanto o destilado como oxidado, tenham dado produtos homogêneos. Nenhum perigo de fogo, foi encontrado nas condições de trabalho das fases de laboratório e industrial.

Sendo um termoplástico, tende a fluir com o aumento da temperatura, porém este será um inconveniente em termos de estocagem ou disposição final, porém o produto obtido é facilmente colocado em um container (ou tambor) que evita este inconveniente, dando suficiente estabilidade mecânica e resistência a corrosão para o período de estocagem, sem perda de integridade.

Para o entendimento da lixiviação, a ocorrência de aumento do volume da amostra (swelling), e deformação da amostra, vem a aumentar a área exposta, portanto a disponibilidade à lixiviação.

Devido, a grande abrangência de dados e correlações entre eles, as conclusões finais estão sendo elaboradas, assim como tem se buscado informações mais detalhadas na literatura para efeito de comparação.

Na etapa de simulação industrial, obtivemos com os ensaios, um resultado satisfatório para o nosso objetivo de levantar parâmetros operacionais para definição do projeto básico de uma planta piloto. Podemos citar, por exemplo, a relação de conteúdo de água na entrada e umidade final, problemas de descontinuidade de fluxo, por causa de encrustamento no vão da rosca, devido a geometria dos filetes, entre outros que contribuíram para a conceituação do projeto básico.

BIBLIOGRAFIA

1. "BETUMINIZATION OF RADIOACTIVE WASTES"; TECHNICAL REPORTS SERIES NO 116 ; VIENNA, 1970".
2. NORMA ISO, ISO/DIS 6961 - "LONG-TERM LEACH TESTING OF RADIOACTIVE WASTE SOLIDIFICATION PRODUCTS".

AGRADECIMENTO

- Agradecemos a inestimável cooperação para a realização deste trabalho a:
- Indústria de Máquinas Miotto Ltda.
  - Sr. Ruy Sardinha Lopes