



PLANO DE TRABALHO

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – CNEN/IPEN

EDITAL COPDE 6/2020

2020.06.IPEN.27

DADOS DO PROJETO

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto:

Desenvolvimento de compósitos à base de zeólita-vidro para adsorção e imobilização de ^{137}Cs

Prazo Execução:

36 Meses

Objetivo Geral (Objeto da Proposta):

O objetivo do presente projeto é definir um processo para o tratamento de encapsulamento e imobilização do radionuclídeo césio-137 (^{137}Cs) presente em efluentes nucleares a partir do uso de cinzas provenientes da queima de biomassa gerada na produção de energia elétrica;

Agregar valor como matéria prima segunda (cinzas) da biomassa (bagaço de cana), utilizada na geração de energia em processos de combustão;

Caracterizar e classificar amostras das cinzas a serem utilizadas na síntese de zeólitas;

Sintetizar três tipos de zeólitas a partir de cinzas do bagaço de cana: zeólitas A, X e P;

Avaliar a eficiência das zeólitas sintéticas na remoção de césio em solução aquosa.

Formular, fundir e condicionar vidros pertencentes ao sistema $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, modificados com nióbio (Nb_2O_3), em várias concentrações;

Encapsular as zeólitas contendo radionuclídeo em diferentes matrizes vítreas modificadas com boro e nióbio;

Definir composições de melhor rendimento de adsorção do radionuclídeo e resistência hidrolítica e mecânica da matriz;

Acompanhar o comportamento dos compósitos zeólita-vidro sob ambiente radioativo;

Verificar a performance de vidros sílica-boro-nióbio no encapsulamento das zeólitas;

Verificar e comparar com a matriz vítrea o uso de outras matrizes tais como

Definir um processo de obtenção de compósitos zeólita-vidro para a imobilização de césio-137 (^{137}Cs), no tratamento de efluentes radioativos.

Metas

1 – Síntese de Zeólita a partir de cinzas de cana de açúcar, A, X e P

2 – Formulação e fusão dos vidros borossilicatos-nióbio

3 - Estudos de adsorção e remoção de Césio

4 – Imobilização, encapsulamento via processo de fusão direta

5 – Imobilização, encapsulamento via processo de sinterização



PLANO DE TRABALHO

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – CNEN/IPEN

EDITAL COPDE 6/2020

2020.06.IPEN.27

Justificativa Resumida:

O uso de tecnologias com atividade nuclear é crescente em todos os setores produtivos, que vão desde o energético, estendendo-se para a área da saúde, agroindústria, alimentícia, entre outros. Paralelo a este crescimento, a geração de rejeitos com radionuclídeos é inevitável. Em particular, os efluentes presentes em qualquer destas atividades arrastam consigo grandes volumes de água com radionuclídeos ainda ativos em dispersão. Um dos radionuclídeos mais preocupantes à saúde humana e ao meio ambiente é o céσιο-137 (^{137}Cs) pelo fato de ser um emissor de raios gama e, ser também, um dos isótopos mais abundantes nos rejeitos radioativos da atividade nuclear e possuir meia-vida relativamente longa (30,4 anos). Além disso, possui alta solubilidade em água e transportabilidade através da cadeia alimentar. A adsorção é um dos métodos mais atraentes para a retenção de Cs em termos do bom desempenho de remoção de maneira segura, simplicidade de operação, adequação a efluentes com baixa concentração, disponibilidade de diferentes adsorventes de baixo custo e possibilidade de implantação de processo contínuo ou em batelada. Em adição, visando a disposição final do radionuclídeo, pode ser realizado um processo usual denominado vitrificação, que causa o encapsulamento e imobilização dos rejeitos radioativos. Deste modo, o projeto centra nos estudos e obtenção de compósitos capazes de aliar as boas características de adsorção das zeólitas com as propriedades de imobilização dos vidros soda-cal modificados com boro e nióbio, visando o armazenamento dos radionuclídeos em repositórios com risco ambiental minimizado. Aliam-se para este propósito dois Centros de Química e de Materiais (CEQMA e CECTM), tendo o meio ambiente como plataforma das ações, ancorados pelas respectivas expertises em caracterização e tratamento de rejeitos radiativos dos Centros Reator Nuclear (CERN) e do Serviço de Gerência de Rejeitos Radioativos (SEGRR). Serão estudadas desde as rotas de síntese de zeólitas com três estruturas distintas (A, X e P) obtidas a partir das cinzas de bagaço de cana de açúcar utilizadas na geração de energia, ou seja, um resíduo de segunda geração, até a obtenção de um compósito zeólita-vidro com as espécies radioativas imobilizadas. As Zeólitas por si só já possuem potencial para uso com adsorvedor de cátions em suspensão. Suas características estruturais e capacidade de adsorção serão avaliadas por ensaios de caracterização química e física, nos quais a seleção será realizada pela capacidade máxima de adsorção. Em condições otimizadas, estas zeólitas serão submetidas ao encapsulamento/imobilização em vidros silicatos modificados com boro e nióbio, cujas formulações serão realizadas adequando os parâmetros de processo, objetivando boas propriedades tais como a estabilidade térmica, química e mecânica em função do encapsulamento e imobilização das zeólitas com o radionuclídeo, no caso o Céσιο - 137. Com este propósito, serão estudadas 2 rotas distintas de encapsulamento que são a sinterização das misturas e co-fusão ou fusão simultânea dos componentes de fabrico dos vidros e as zeólitas. Estes produtos serão caracterizados quanto a homogeneidade, integridade estrutural e respostas à resistência hidrolítica, à elevação de temperatura, e à boa performance nas condições de uso, utilizando-se as técnicas analíticas presentes nos Centros participantes, primeiramente, no IPEN posteriormente e, se necessário, na USP/EP. Para este desenvolvimento, além das equipes dos doutores apresentados, solicitamos dois pós doutorados com tempos parciais de dois anos cada um. Espera-se neste projeto definir um procedimento que permita aliar a adsorção com a imobilização dos radionuclídeos como o ^{137}Cs para deposição final.

Palavras-chave: Céσιο-137; Imobilização de radionuclídeo; Cinzas do bagaço da cana-de-açúcar; Zeólitas; Vidros Silicatos; Nióbio, Sinterização.



PLANO DE TRABALHO

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – CNEN/IPEN

EDITAL COPDE 6/2020

2020.06.IPEN.27

CRONOGRAMA FÍSICO -

META FÍSICA: 1 - Síntese de Zeólita a partir de cinzas de cana de açúcar, A, X e P

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Preparação da matéria prima a ser utilizada na síntese	Entrega do equipamento no IPEN	1	18
Otimização da relação Si/Al durante o processo de síntese	Exaustor centrifugo 1300m ³ /h	2	3
Estudos de síntese das Zeólitas A, X e P	Computador desktop	1	1
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Manutenção o reômetro	2	3
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Análises laboratoriais	1	36
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Capela de exaustão de bancada de 1,5 m	2	18
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Reagentes e materiais de laboratório	2	30
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Manutenção do espectrometro gama de Ge hiperpuro	1	12

META FÍSICA: 2 - Formulação e fusão dos vidros

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Ajustes nos calculos de composição	Entrega do equipamento no IPEN	1	12
Fusão dos vidros	Micropipeta de volume variável	1	6
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Manutenção de forno de fusão de vidros Lindenberg	1	3
Adequação dos vidros para etapa posterior (moagem, classificação)	Esferas para moinho de alto impacto	1	6
Adequação dos vidros para etapa posterior (moagem, classificação)	Analises laboratoriais	1	36
Adequação dos vidros para etapa posterior (moagem, classificação)	Manutenção do Reometro	1	6



PLANO DE TRABALHO

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – CNEN/IPEN

EDITAL COPDE 6/2020

2020.06.IPEN.27

META FÍSICA: 3 – Estudos de adsorção e remoção de Césio

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Otimização dos parâmetros do processo de adsorção de Césio em soluções aquosas	Micropipeta de volume variável	18	18
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Análises químicas e físicas	1	36
Análises por Ativação de Neutrons	Lampada de infravermelho	18	30
Análises por Ativação de Neutrons	Filtro cartucho para extrator sohlet – cx com 25	18	18

META FÍSICA: 4 – Imobilização, encapsulamento, via processo de fusão direta

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Incorporação das Zeólitas nos vidros	Análise de laboratório	6	18
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Ensaio físico e químico	6	36
Congresso	Participação em evento	6	36
Congresso	Participação em evento	6	36

META FÍSICA: 5 – Imobilização, encapsulamento, via processo de sinterização

ATIVIDADES:	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista	
		Início	Fim
Estudo e otimização de misturas	Análises químicas e físicas	1	36
Estudo e otimização das condições de sinterização	Análises químicas e físicas		
Caracterização e avaliação dos produtos obtidos	Análises químicas e físicas		