



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

Desenvolvimento de vidros pertencentes ao sistema $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ com adição de Nb_2O_5 para a imobilização de rejeitos radioativos

DANILO LOPES COSTA E SILVA

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais

**Orientadora:
Profa. Dra. Sonia Regina Homem de Mello Castanho**

**São Paulo
2020**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**Desenvolvimento de vidros pertencentes ao sistema $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$
com adição de Nb_2O_5 para a imobilização de rejeitos radioativos**

Versão Corrigida

Versão Original disponível no IPEN

DANILO LOPES COSTA E SILVA

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Materiais**

**Orientadora:
Profa. Dra. Sonia R. Homem de Mello
Castanho**

**São Paulo
2020**

RESUMO

COSTA-SILVA, D. L. ***Desenvolvimento de vidros pertencentes ao sistema $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ com adição de Nb_2O_5 para a imobilização de rejeitos radioativos.*** 2020. 129 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

A imobilização de rejeitos radioativos em vidros é uma técnica utilizada em muitos países que possuem programas de energia nuclear, constituindo uma importante rota de tratamento dos rejeitos radioativos de alta atividade, resultantes do reprocessamento do combustível nuclear. Entretanto, problemas envolvendo a produção e a integridade das matrizes vítreas para essa aplicação ainda levantam muitas questões a serem respondidas. Este trabalho estuda a otimização de uma matriz vítrea com a adição de óxido de nióbio para a aplicação futura em imobilização de rejeitos radioativos de média e alta atividade. O estudo foi conduzido a partir de formulações de composições contendo teores de até 7,8 % em mol de Nb_2O_5 no sistema $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$. A funcionalidade do nióbio na estrutura de rede foi avaliada por meio de técnicas espectrométricas, de ensaios de irradiação α e β , ensaios mecânicos e de resistência hidrolítica, os quais forneceram informações importantes sobre a atuação do óxido na estrutura, bem como do impacto causado por sua presença nas propriedades estudadas. A estrutura dos vidros obtidos é similar à do vidro silicato soda-cal, possibilitando a incorporação e imobilização de elementos na rede. Foram obtidos materiais vítreos perfeitamente compatíveis com a aplicação proposta de imobilização de rejeitos radioativos por possuírem: superior estabilidade à radiação nuclear, alta resistência à cristalização, alta trabalhabilidade de conformação, resistência mecânica adequada e notável resistência química.

Palavras-chave: vitrificação, rejeito radioativo, nióbio, vidros silicatos soda-cal.

ABSTRACT

COSTA-SILVA, D. L. ***Development of glasses belonging to the system $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ with additions of Nb_2O_5 for nuclear waste immobilization.*** 2020. 129 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

The nuclear waste immobilization in glasses is a technique used in many countries that have a nuclear power program, and is an important route for high-level nuclear waste treatment, resulting from the nuclear spent fuel reprocessing. However, problems involving the production and integrity of the glassy matrixes still raise many questions to be answered. This work studies the optimization of a glassy matrix with additions of niobium oxide for future immobilization of intermediate and high-level nuclear waste. The work was developed by formulating compositions with contents up to 7,8 mol % of Nb_2O_5 in the $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ system. The functionality of niobium in the network structure was evaluated by spectroscopic techniques, mechanical resistance tests and hydrolytic resistance tests, which provided important information on action of the oxide in the glassy network, as well as the impact of its presence on the studied properties. The network structure of the glasses is similar to the soda-lime silicate glass, enabling the incorporation and immobilization of elements in the network structure. The vitreous materials obtained were perfectly compatible with the proposed application of nuclear waste immobilization because of their superior nuclear radiation stability, high resistance to crystallization, adequate working range of conformation and mechanical resistance, and remarkable chemical resistance.

Key-words: vitrification, nuclear waste, niobium, soda-lime silicate glasses.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento, associada à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.
