
SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

 FORMULÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE PROJETO INSTITUCIONAL			
1	NÚMERO DO PROJETO	2017 M CNEN 04	
2	TÍTULO DO PROJETO	Análise e Gerenciamento de efluentes gerados no processo produtivo de combustível	
3	NOME DO COORDENADOR PRINCIPAL DO PROJETO	ELITA FONTENELE URANO DE CARVALHO	
4	Equipe	Nº	Nome do pesquisador
			Lauro Roberto dos Santos
			Giovanni de Lima Cabral Conturbia
			Mayara Costa de Castro (bolsista)
5	Ano de Vigência do Projeto	Janeiro a Dezembro de 2017	
6	Orgão Fomentador	CNEN	
7	Valor total do Projeto	(R\$) 20.200,00	

SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

1 Introdução

Durante muitos anos, o IPEN-CNEN/SP trabalhou no desenvolvimento do processo de fabricação de elementos combustíveis usados internacionalmente em reatores de pesquisas, visando a nacionalização da sua produção para utilização no seu reator IEA-R1. Desde sua inauguração e durante quase três décadas, ao longo de uma época de incertezas quanto ao mercado de materiais nucleares, o reator IEA-R1 dependeu totalmente da importação dos elementos combustíveis necessários para sua operação, fornecidos durante este período pela GENERAL ATOMICS americana (93 % em ^{235}U) e NUKEM (20 % em ^{235}U) /1/.

Este contexto determinou a necessidade de implantação de uma nova unidade de produção no Centro do Combustível Nuclear, planejada para utilizar, no momento, U_3Si_2 /2/ na fabricação dos elementos combustíveis a produção de combustíveis à base de U_3Si_2 . Esta nova instalação foi idealizada para ampliar a capacidade atual de elementos combustíveis tipo MTR (combustível plano a base de dispersão).

Considerando-se a importância social e estratégica da produção de radiofármacos no país e o contínuo crescimento de dispêndios na importação dos radioisótopos necessários para atender a essa produção o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação estabeleceu como meta em seu Plano de Ação em 2007 a construção de um reator Multipropósito, com o intuito de tornar-se autossuficiente na produção de radiofármacos. Atualmente, são realizados mais 1,5 milhões de procedimentos envolvendo radiofármacos no Brasil. Os radiofármacos são substâncias emissoras de radiação e são utilizadas principalmente na medicina para tratamento e diagnóstico por imagem. Em sua maioria os radioisótopos – que são os elementos ativos dos radiofármacos - são importados gerando um gasto de pelo menos 30 milhões de reais por ano.

O novo reator, denominado de Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), será de grande porte e terá 30 megawatts de potência, e terá três funções principais: fornecer radioisótopos para aplicação na saúde, indústria, meio ambiente e agricultura; criar capacidade nacional para testar e qualificar materiais e combustíveis nucleares e facilitar a instalação de um laboratório nacional de pesquisa com feixes de nêutrons.

O Centro de Combustível Nuclear (CCN), localizado no Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares (IPEN), a cerca de 30 anos é o único fornecedor nacional de combustíveis para reatores de pesquisa. Sendo assim será o responsável pela fabricação dos combustíveis nucleares para este novo reator. A capacidade atual do CCN é cerca de dez combustíveis ao ano, e para atender a nova demanda foi projetada uma planta que possibilitará a produção máxima de 60 combustíveis ao ano.

A nova instalação operará de modo integrado, na qual todas as atividades de fabricação serão realizadas sob um plano mais coerente, tendo origem na reconversão do UF_6 até a montagem final do elemento combustível.

As atividades realizadas no Centro do Combustível Nuclear –CCN envolvem a manipulação e o processamento de hexafluoreto de urânio (UF_6), na forma gasosa, fluoreto de urânio (UO_2F_2), nitrato de urânio (NU), na forma líquida, tetrafluoreto de urânio (UF_4), urânio metálico (U^0), trióxido de urânio (UO_3), diuranato de amônio (DUA) e siliceto de urânio (U_3Si_2), na forma sólida.

A manipulação destas substâncias gera, inevitavelmente, efluentes líquidos, sólidos e gasosos e rejeitos radioativos, que são característicos dos processos desenvolvidos nesta instalação. Estes materiais são controlados visando a proteção de trabalhadores, indivíduos do público e do meio ambiente.

No CCN, utilizam-se os termos rejeitos radioativos e efluentes. Para rejeitos radioativos adota-se a definição apresentada na norma CNEN-NE-3.01/3/ “ *Rejeito radioativo – qualquer material*

SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

resultante de atividades humanas que contenha Radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção de acordo com a norma específica da CNEN, e para o qual a reutilização é imprópria ou não previsível.”

Define-se como efluente qualquer material gerado de determinado produto ou processo (uso do produto) podendo estar na forma sólida, líquida ou gasosa que possa mas que possa ser tratado, servir para outra finalidade (reutilização) ou até ser reciclado. O rejeito é um tipo específico de resíduo e que todas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem já foram esgotadas e não houver solução final para o item ou parte dele, trata-se de um rejeito, e as únicas destinações plausíveis são encaminhá-lo para um aterro sanitário licenciado ambientalmente ou incineração ou um confinamento em caso de rejeito radioativo.

O crescimento da atividade, com caráter industrial, com conseqüente geração de maior quantidade de efluentes e poluentes, tem forçado o desenvolvimento de novas tecnologias para os processos produtivos, simultaneamente à necessidade de novas técnicas administrativas voltadas ao gerenciamento dessas atividades, com preocupação ambiental. Ao mesmo tempo em que os governos passaram a dedicar-se à busca de soluções para problemas ambientais, organismos normalizadores, passaram a trabalhar em normas técnicas de orientação às empresas, visando o desenvolvimento de uma melhoria contínua. A produção de elemento de combustível gera vários tipos efluentes (contendo urânio ou não) com características físicas e químicas diferentes. Estes efluentes devem ser tratados, recuperados devendo retornar ao processo produtivo, entre eles podemos destacar os efluentes como soluções aquosas, como os gerados na obtenção de UF₄, DUA, refugos sólidos na forma de pó como U₃Si₂ contaminados, escórias de MgF₂ proveniente da redução de UF₄ a urânio metálico, placas e briquetes refugados da produção e montagem do elemento combustível assim como restos de amostras utilizadas em análises de controle e efluentes líquidos gerados em análises metalografia.

Com toda essa preocupação com o meio ambiente, surgiram normas com o objetivo de fiscalizar as empresas e reduzir os impactos ao meio ambiente. Mas, com o decorrer dos anos, a preocupação das empresas com multas e autuações referentes as legislações não seguidas passaram a ficar em segundo plano e vem sendo substituídas por um maior cuidado com a imagem da empresa.

Foi nesse contexto que se desenvolveu a gestão ambiental, um conjunto de ações que envolvem políticas públicas, o setor produtivo e a sociedade de forma a incentivar o uso racional e sustentável dos recursos ambientais. É um processo que liga as questões de conservação e do desenvolvimento em todos os níveis.

Considerando a evolução histórica da preocupação com o meio ambiente até o então desenvolvimento da gestão ambiental, busca-se com este trabalho tornar o Centro de Combustível Nuclear (CCN) do IPEN/CNEN-SP capaz de gerenciar e controlar seus efluentes gerados no processo produtivo do combustível nuclear.

Combustível Nuclear Produzido no IPEN/CNEN-SP

O CCN é responsável pela produção do combustível nuclear para o reator IEA-R1, o elemento combustível produzido é do tipo MTR (*Materials Testing Reactor*) em forma de placas. Este tipo de combustíveis apresenta um núcleo que é composto por materiais físséis e férteis; no caso do combustível produzido pelo CCN o material físsil (onde ocorrem as reações nucleares) utilizado é o urânio. Estes combustíveis apresentam um revestimento de modo a garantir a sua integridade e estabilidade estrutural, este é composto por uma liga de aço inoxidável.

SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

O EC se baseia na dispersão de siliceto de urânio (U_3Si_2) em alumínio com uma densidade de $3gU.cm^{-3}$. O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) é o fornecedor de urânio, o qual possui um enriquecimento de até 20% do isótopo U^{235} .

O processo de fabricação dos elementos combustíveis no CCN é realizado em três áreas distintas:

- Processamento Químico (CCR),
- Processamento de Ligas Especiais (CCL) e
- Processamento Mecânico-Metalúrgico (CCP).

Cada área é responsável pelas seguintes atividades apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Atividades realizadas em cada setor de produção do EC.

Área	Etapas Processo	
Processamento Químico	Reconversão de UF_6 (RC)	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência do UF_6, • Produção de tetrafluoreto de urânio (UF_4) a partir da hidrólise do hexafluoreto de urânio (UF_6) enriquecido a 20% em peso de U-235
	Recuperação de Urânio (RU)	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação do urânio contido em subprodutos rejeitados na linha de fabricação.
	Tratamento de Efluentes Industriais (TE)	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento dos efluentes convencionais
Processamento de Ligas Especiais	Redução e Fusão de Ligas (RF)	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de urânio metálico (U^0) a partir do pó de UF_4 • Produção da liga de siliceto de urânio (U_3Si_2) a partir do urânio metálico
Processamento Mecânico-Metalúrgico	Processamento de Pós e Briquetes (PPB)	<ul style="list-style-type: none"> • Produção dos núcleos combustíveis a partir do pó de U_3Si_2 e alumínio
	Fabricação de Placas e Montagem do EC (FPM)	<ul style="list-style-type: none"> • Produção das placas combustíveis com os núcleos de U_3Si_2-Al • Montagem dos elementos combustíveis
	Metrologia e Controle de Processo (MCP)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de Imagem

SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

A linha de produção de elementos combustíveis gera vários tipos diferentes de efluentes líquidos e sólidos que devem ser tratados e recuperados os valores de urânio presente, de diferentes características físicas e químicas e diferentes concentrações.

Os principais efluentes gerados pelo CCN estão listados abaixo:

1. Efluente da precipitação de UF_4 ;
2. Efluentes da precipitação de DUA;
3. Solução proveniente do processo de purificação de urânio por extração por solvente.
4. Efluente da lavagem do TBP;
5. Pó de U_3Si_2 com eventual contaminação e finos cima de 20% em peso;
6. Pó de U_3O_8 com eventual contaminação e finos cima de 20% em peso;
7. Escória de CaF_2 da redução do UF_4 por magnetotermia;
8. Briquetes e placas combustíveis a base de $U_3Si_2 - Al$ rejeitadas;
9. Efluente gerado na digestão do alumínio dos briquetes e placas combustíveis;
10. Aluminato de sódio proveniente da dissolução do alumínio dos briquetes e placas rejeitadas;
11. Soluções aquosas de decapagem de U metálico e U_3Si_2 contendo urânio;
12. Sólidos de limpeza de capelas e de pias contendo urânio;
13. Suspensão de resíduos da metalografia contendo urânio;
14. Solução gerada nos lava-olhos e chuveiro de emergência.

Com o aumento da capacidade produtiva de elementos combustíveis deverá ser gerado mensalmente um volume máximo de $5m^3$ de efluentes líquido e 3kg de efluentes sólidos industriais que deverão ser tratados e preparados para o descarte ao meio ambiente.

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é capacitar o Centro do Combustível Nuclear do IPEN-CNEN/SP em gerenciar e controlar os efluentes que são gerados durante todo o processo produtivo de obtenção do combustível nuclear, em consonância de segurança e saúde ambiental da instituição e da Unidade de Negócio (CCN) atendendo inclusive as normas CNEN-NE-1.04 /4/, CONAMA Nº237/5/.

3 Metodologia

Descreve-se os estudos realizados no desenvolvimento e definição do método a ser aplicado visando alcançar os objetivos propostos neste trabalho.

- a) Levantamento e Análise da legislação ambiental vigente no país;
Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico enfocando a legislação ambiental vigente e de interesse para identificar os aspectos e impactos ambientais significativos /4,13,15,16/;
- b) Análise do fluxo dos processos produzido;
Nesta etapa foi realizada uma avaliação detalhada do processo produtivo de elementos combustíveis no CCN, visando coletar dados que permitam identificar e caracterizar todos os processos. O levantamento de dados foi feito por meio de (1) acompanhamento do processo produtivo, (2) consulta e avaliação de documentos técnicos existentes sobre o objeto de estudo e (3) entrevistas junto aos responsáveis pela condução dos processos e/ou atividades selecionadas no estudo;
- c) Coleta de amostras dos efluentes gerados;
- d) Caracterização de todos os efluentes (líquidos e sólidos) radioativos e convencionais gerados durante o processo de fabricação de elementos combustíveis, levando em consideração os parâmetros físicos e contaminantes específicos;

SUBMISSÃO ANUAL DE PROJETOS DE P&D DOS CENTROS À DPDE

- e) Avaliação e definição da Segregação dos efluentes de modo a agrupar os que requerem o mesmo tratamento, separando-os dos que requerem tratamentos específicos.

Estes efluentes deverão ser analisados e avaliados quanto as suas características químicas e físicas para que possam posteriormente ser gerenciados e tratados em grupos ou individualizados. Impactos ambientais provenientes do descarte de efluentes contendo urânio ou mesmo outro material não radioativo que possa causar problemas de poluição no sistema de água natural a um longo prazo deverá ser previsto no nosso estudo

Cronograma de atividades

ATIVIDADES		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	Quantificar todas as emissões geradas no processo produtivo do elemento combustível (EC) do tipo MTR													
2	Caracterizar química e fisicamente as emissões líquida, sólida e gasosa do processo produtivo do elemento combustível nuclear;													
3	Avaliar os efluentes quanto à legislação de meio ambiente													
4	Segregar os efluentes de modo a agrupar os que requerem o mesmo tratamento, separando-os dos que requerem tratamentos específicos													
5	Idealizar um flowchart integrado com uma nova concepção, com caráter industrial e capacidade produtiva maior													