

GARANTIA DA QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS PARA O REATOR DE PESQUISAS IEA-R1/IPEN-CNEN/SP

P.E.O. Lainetti*, R.M. de Lima*, W.C. Lima*, H.G. Perez**

* Departamento de Tecnologia de Combustíveis - MC
Diretoria de Materiais - M
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Travessa R, n.º. 400, Cidade Universitária - S.Paulo - SP - Brasil
e-mail: lainetti@net.ipen.br
e-mail: rmlima@net.ipen.br
e-mail: wclima@net.ipen.br

** Divisão de Desenvolvimento do Elemento Combustível - MCP
Departamento de Tecnologia de Combustíveis - MC
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Travessa R, n.º. 400, Cidade Universitária - S.Paulo - SP - Brasil
e-mail: jasouza@net.ipen.br

RESUMO

Este trabalho descreve as atividades que vêm sendo desenvolvidas no Departamento de Tecnologia de Combustíveis do IPEN-CNEN/SP com o objetivo de aperfeiçoar o sistema existente de documentação e registros da qualidade, emissão e revisão de documentos, estabelecimento de auditorias da qualidade, certificação de laboratórios e treinamento de pessoal, no contexto do programa de fabricação de combustíveis, e de novos desenvolvimentos, tanto para atender as necessidades do reator de pesquisas, do tipo piscina, IEA-R1, quanto nos desenvolvimentos e campanhas de fabricação de núcleos combustíveis para outros reatores de pesquisa nacionais.

INTRODUÇÃO

O Departamento de Tecnologia de Combustíveis - MC do IPEN por meio das três Divisões que o compõem, a saber: Processos Químicos - MCR, Processos Metalúrgicos - MCM e Desenvolvimento do Elemento Combustível - MCP, cuja estrutura organizacional pode ser observada na figura 1, tem sido a unidade responsável pela fabricação dos núcleos combustíveis de diversos reatores de pesquisa nacionais (alguns núcleos foram fabricados há mais tempo, em unidades administrativas diferentes, que precederam a criação do Departamento, mas cuja infraestrutura e pessoal passaram a compô-lo) tais como: IEA-R1 (elementos combustíveis constituídos por dispersões U_3O_8 -Al na forma de placas), IPEN-MB 01 ou Unidade Crítica (pastilhas de UO_2 enriquecido) no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN-CNEN/SP, Argonauta do Instituto de Engenharia Nuclear - IEN-CNEN/RJ -(dispersões U_3O_8 -Al na forma de placas), Unidade Subcrítica do Instituto de Pesquisas de Exército IPEX, Reator Subcrítico de Óxido - RESUCO - da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (pastilhas de UO_2 natural), - Arranjo Subcrítico do

Instituto Militar de Engenharia - IME - SUBLIME (pastilhas de U_3O_8 natural) [1,2,3,4]. Gradativamente, e com o acúmulo da experiência adquirida ao longo dos diversos objetivos atingidos, vêm sendo implantados diversos métodos, tanto a nível de processos de fabricação, como análises de caracterização físico-química, seja para controle de processos e de produtos intermediários, seja para controle da qualidade de produtos acabados. Os métodos de caracterização e controle foram desenvolvidos tanto internamente, como em outros Departamentos, como o de Caracterização de Materiais - ME e o de Engenharia de Materiais - MM.

Atualmente, ênfase vem sendo dada à fabricação de combustíveis para a continuidade da operação do reator de pesquisas IEA-R1. Este programa compreende uma estrutura multisetorial de atividades, destacando-se os processos químicos, cerâmicos, metalúrgicos e de caracterização físico-química, necessários para a concretização dos objetivos. Dessa forma, procura-se criar um sistema que integre de forma equilibrada e homogênea as três Divisões que compõem o Departamento, e as demais áreas de apoio, respeitando-se, contudo, as peculiaridades

de cada setor. Além da criação de uma "mentalidade voltada para a qualidade", procura-se obter, com estas atividades, a racionalização e o aprimoramento contínuo dos processos e do produto, a melhoria das instalações e, principalmente, a eficiência voltada ao atendimento dos nossos clientes, já que são prestados diversos serviços além

da fabricação do combustível. A seguir, são descritas algumas atividades já executadas e em implantação, com vistas à implantação de um programa de Garantia de Qualidade no Departamento de Tecnologia de Combustíveis.

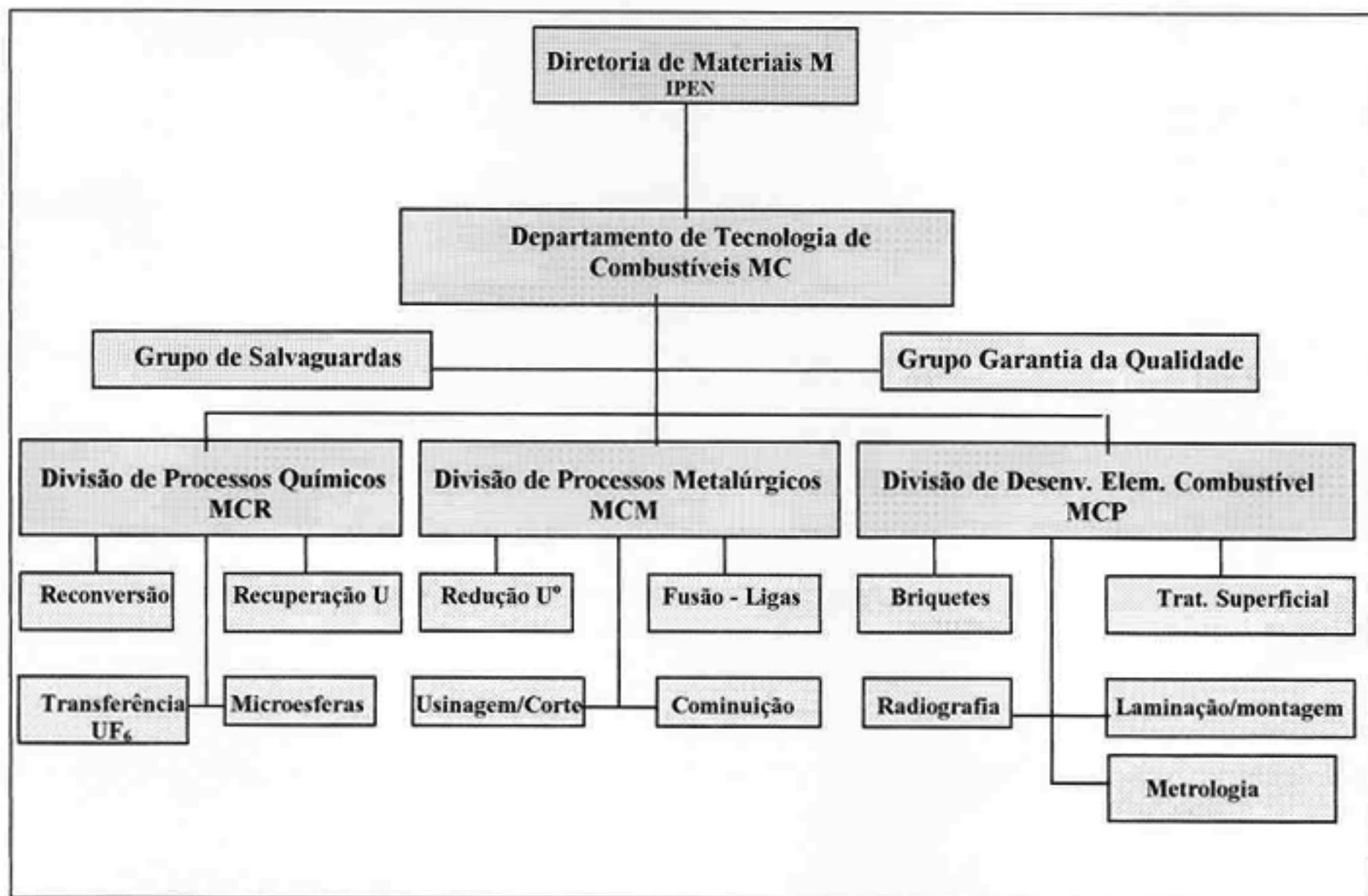


Figura 1: Estrutura organizacional do Departamento de Tecnologia de Combustíveis e suas Divisões

CONTROLE DA QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE PASTILHAS DE UO_2

A partir do ano de 1984 até o ano 1988, o atual Departamento de Tecnologia dos Combustíveis - MC, na época Projeto Combustível Nuclear, iniciou o desenvolvimento no IPEN do processo de fabricação de pastilhas combustíveis a base de dióxido de urânio (UO_2) enriquecido a 4,3% em peso de ^{235}U , para atender o reator IPEN-MB 01, unidade crítica. Com um processo inédito nacionalmente, o desenvolvimento envolvia desde o projeto de equipamentos e reconversão de hexafluoreto de urânio a tricarbonato de amônio e urânio (TCAU) até a produção de pastilhas combustíveis, processos estes realizados em escala piloto nas unidades que compunham o processo.

Durante a etapa de desenvolvimento, a necessidade de um controle mais eficaz sobre as diversas etapas integrantes do processo acarretou a criação de um Setor de Controle de Qualidade, cuja função primordial era garantir a reprodutibilidade na fabricação das pastilhas. O

primeiro passo foi a elaboração de procedimentos de processo e planilhas de acompanhamento para cada etapa de fabricação. Os documentos gerados constituíram a memória técnica do programa, podendo ser considerados como registros da qualidade. Posteriormente foi incluído também um laboratório de controle, que tinha como finalidade garantir a qualidade das matérias primas e dos produtos intermediários.

Finalmente, com a especificação de pastilhas combustíveis sinterizadas de UO_2 , elaborada pela Engenharia de Projetos do IPEN/COPESP, teve início um controle de qualidade visando a atender aos requisitos especificados para o produto final. Um total de 23 requisitos deveriam ser atendidos, acarretando o desenvolvimento de ensaios e análises, até então não realizados pelos diversos Departamentos da Diretoria de Materiais. Inicialmente, foram desenvolvidos os métodos de análises e ensaios pelos diversos Departamentos. Posteriormente, após a consolidação dos métodos, iniciou-se a elaboração dos documentos descritivos dos métodos

de controle de qualidade, totalizando 28 procedimentos. Finalmente, foi realizada uma avaliação da aplicação dos métodos de fabricação e de controle, com a participação de uma auditoria independente realizada pelos inspetores do Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear (IBQN).

Além de avaliar os métodos de ensaios e análises, os inspetores independentes acompanharam a entrega dos lotes de pastilhas de UO_2 ao cliente. A documentação gerou um "data book", por parte do Setor de Controle de Qualidade do MC, contendo um plano de amostragem para os diversos lotes de pastilhas; todos os procedimentos de controle de qualidade, de ensaios e de análises; todos os certificados resultantes dos ensaios e análises e ainda os certificados de não-conformidade. Esta documentação, avaliada pela Engenharia de Projeto IPEN/COPESP (antiga Coordenadoria para Projetos Especiais do Ministério da Marinha) e pelos inspetores do IBQN, garantiu a qualidade das 43000 pastilhas de UO_2 enriquecido fabricadas pelo MC, que constituíram a única carga até hoje fabricada no País deste tipo de combustível (pastilhas), utilizadas posteriormente no núcleo do reator IPEN-MB 01, e qualificadas por um órgão independente.

CONTROLE DA QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS TIPO PLACA

A mesma filosofia adotada na fabricação das pastilhas norteou, a partir de 1987, o desenvolvimento dos processos e a produção de combustíveis na forma de dispersões, para atender às necessidades do reator IEA-R1.

Desde 1988, 22 elementos combustíveis completos, dos tipos padrão e controle, foram produzidos. Cada um destes elementos possui o respectivo "data book", onde são descritas todas as atividades de fabricação e os resultados das análises físico-químicas e metrologicas dos produtos intermediário e final. Já existem, entre métodos de fabricação, amostragem e caracterização, 43 procedimentos estabelecidos. Atualmente, realiza-se um esforço para subdividir os procedimentos de fabricação, com maior nível de detalhamento descritivo de cada etapa. Este trabalho é acompanhado de uma reavaliação crítica dos processos de fabricação, com o objetivo de integrar melhor todo o pessoal envolvido e racionalizar as atividades.

IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE

O elemento combustível constitui, por si mesmo, um produto de sofisticação tecnológica considerável, tanto pelos processos de fabricação envolvidos, quanto pelos métodos de controle utilizados, já que seu desempenho no reator é um fator crítico, o que justificou a implantação de um programa de Garantia da Qualidade. Já existe um grande número de procedimentos escritos e implantados, além de registros da qualidade, tanto a nível dos processos de fabricação, como dos métodos de caracterização. Como já foi dito anteriormente, cada elemento combustível é

entregue ao reator acompanhado de um "data book", que resume o histórico da fabricação e os respectivos resultados das análises de caracterização físico-química e metrologica dos produtos intermediários e final. Existem equipes no Departamento que vêm revisando o sistema de garantia de qualidade e reavaliando os processos de fabricação.

Como resultados que vêm sendo atingidos, podemos citar alguns exemplos:

- projetos otimizados de ferramentas e equipamentos utilizados nos processos;
- readequação de equipamentos;
- otimização de rendimentos de processos;
- redução de índices de defeitos e de retrabalho pela reavaliação crítica de processos;
- auditoria no fornecedor de componentes estruturais dos elementos combustíveis;
- simplificação da montagem dos elementos pela revisão do projeto/especificações;
- obtenção de "cermets" U_3O_8-Al com maiores concentrações de urânio e sem perda da qualidade, com redução da necessidade de elementos.

Além disso, existe uma série de aspectos que determinam o interesse em um Plano da Gestão da Qualidade, que seria mais abrangente, já que proporciona ferramentas para criação de um "ambiente" voltado para a qualidade. O resultado final deste processo seria:

- maior qualidade e produtividade;
- maior satisfação e motivação do pessoal;
- envolvimento de todos na solução dos problemas/delegação das responsabilidades;
- consolidar procedimentos, documentação, fluxo de informações, ações corretivas e tratamento de não-conformidades;
- operação com qualidade e segurança;
- identificar necessidades de treinamento;
- acompanhar a evolução técnica e gerencial de forma sistemática e contínua.

A estratégia de implantação desse sistema implica na execução de determinadas etapas, algumas já concluídas, tais como reuniões para esclarecimentos quanto ao programa, montagem de grupos de trabalho, identificação de todos os procedimentos existentes e elaboração de procedimentos mais detalhados (subdivisão dos processos em operações mais simples).

CONCLUSÕES

A tarefa de implantar um Sistema de Gestão da Qualidade, e criar uma "atmosfera" voltada para a Qualidade, é uma tarefa extremamente complexa, principalmente considerando-se atividades multisetoriais, onde cada área apresenta culturas e peculiaridades próprias, sobretudo onde há poucos instrumentos gerenciais disponíveis. Contudo, vem se procurando conscientizar o pessoal e delegar responsabilidades, criando um clima de automotivação. A identificação e a solução de problemas pelos próprios executores das tarefas

é um mecanismo fundamental, que deve ser estimulado e valorizado.

Enfatiza-se a necessidade da existência de recursos destinados exclusivamente ao treinamento constante do pessoal envolvido, como forma de lograr a motivação e a criação de uma mentalidade voltada à "Qualidade Total".

REFERÊNCIAS

[1] Souza Santos, T.D., Haydt, H.M., Freitas, C.T. **Experimental Studies for Argonauta Fuel Plates Fabrication**. Transactions no.37, Study Group Meeting on the Utilization of Research Reactors, São Paulo 1963, , V.1, p. 279-297, AIEA, Viena, 1965.

[2] Souza Santos, T.D.; Haydt, H.M.; Freitas, C.T. **Principais Características Metalúrgicas dos Elementos Combustíveis Fabricados para o Conjunto Subcrítico "RESUCO"**. Publicação IEA no. 143, S. Paulo, junho 1967.

[3] Souza Santos, T.D., Haydt, H.M. & Freitas, C.T. **Developments in Fuel Fabrication for Research Reactors in Brazil**. Proceedings - Third International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, V.10, p. 26-29, ONU, New York, 1965.

[4] Souza Santos, T.D., Haydt, H.M., Freitas, C.T. **Fabricação de Elementos Combustíveis para o Reator Argonauta, do Instituto de Engenharia Nuclear**. Publicação IEA n°.95, São Paulo, maio 1965.

ABSTRACT

The objective of this paper is to describe the ongoing activities related to the Quality Assurance System at the Fuel Technology Department of IPEN-CNEN/SP. It is described the approach to integrate the different tasks of the multisectorial fuel element production process. The proposed system will allow to improve quality documents, quality records, document elaboration and revision, to establish quality audits, to certificate laboratories and personnel training, in the context of the nuclear fuel fabrication and development, to accomplish the fuel needs of the IEA-R1 swimming pool research reactor or any other national research reactor.