



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO & CONTROLE PARA O IRRADIADOR GAMA DO CDTN

Luiz Carlos D. Ladeira, Amir Z. Mesquita*

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear
(CDTN/CNEN)

Campus da UFMG – Pampulha, Belo Horizonte - Brasil

lcdl@cdtn.br, amir@cdtn.br

RESUMO

O Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), uma instituição de pesquisa da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), está localizado em Belo Horizonte (Brasil). O CDTN opera, desde 2002, o Laboratório de Irradiação Gama (LIG), concebido para demonstrar a aplicabilidade da tecnologia de irradiação no tratamento de alimentos e em diversas outras aplicações. O Laboratório é equipado com um Irradiador de fabricação canadense que possui uma fonte de cobalto metálico com atividade de 60.000 Ci (2.200 GBq), totalmente confinada em invólucros de aço inoxidável e na sua blindagem de transporte. O volume útil da câmara de irradiação é de 57 m³ com possibilidades de posicionamento de amostras no plano horizontal com afastamento da fonte de até 3,5 metros. A irradiação ocorre no modo conhecido como panorâmico, com a carga, descarga e manuseio das amostras ocorrendo ao nível do piso.

Este trabalho apresenta uma proposta que busca a otimização do uso do Irradiador, através da implantação de um sistema automático de carregamento que possibilitará, por exemplo, irradiações de curta duração sem a necessidade de desligamento do mesmo.

Esta inovação, cujo desenvolvimento abrangerá todos os aspectos técnicos de engenharia, instrumentação & controle, segurança, dosimetria e licenciamento, poderá inclusive, ser disponibilizada para outras instalações do mesmo tipo.

Do ponto de vista da otimização do uso do irradiador o sistema contribuirá para o aumento de sua eficiência pela disponibilização de mais tempo disponível para irradiação, decorrente da diminuição do número de interrupções para carga e descarga.

Palavras Chaves: Irradiador gama, automação e controle, cobalto-60

REFERÊNCIAS

[1] Ladeira, L.C.D.; Pinto, F.C. Relatório de Análise de Segurança do Laboratório de Irradiação Gama – Capítulo 4 – Descrição Detalhada do Irradiador, (RASIR/LIG/CDTN, Rev. 1). Belo Horizonte, 2002.

[2] IAEA, International Atomic Energy Agency. Directory of Gamma Processing Facilities in Member States. IAEA-DGPF/CD ISBN 92-0-100204-1. Vienna, 2004.

[3] IAEA, International Atomic Energy Agency. Lessons Learned from Accidents in Industrial Irradiation Facilities, Vienna, 1996.

1. INTRODUÇÃO

As descobertas dos raios X e da radioatividade conduziram a intensas pesquisas sobre os efeitos resultantes das interações destas radiações com a matéria. Inicialmente, a maioria destas pesquisas foi focada nos raios X, obtidos pela desaceleração de elétrons ao interagir com materiais, em aceleradores. Os resultados destas pesquisas, rapidamente, mostraram que a radiação ionizante poderia modificar propriedades físicas, químicas e biológicas de materiais.

Este fato levou ao desenvolvimento de diferentes aplicações em áreas tais como a Indústria farmacêutica, tecnologia de alimentos, desenvolvimento de materiais, indústria química, etc. Surgiu daí a indústria de processamento por irradiação. Esta indústria teve um impulso significativo com o advento dos reatores nucleares que são capazes de produzir radioisótopos. Assim, radionuclídeos emissores de raios gama como o cobalto-60 tornaram-se fontes populares de radiação para aplicações médicas e industriais.

Uma das grandes metas do planejamento estratégico da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN/Brasil) na década de 1990 foi o estabelecimento de um Programa de divulgação, junto à sociedade, dos benefícios da tecnologia de irradiação. O Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) que liderou este Programa, a nível nacional, logo detectou a necessidade de uma Instalação própria, que funcionasse como vitrine, já que a sua falta havia se transformado em um obstáculo ao esforço de divulgação e de demonstração da tecnologia no âmbito regional junto ao empresariado, a entidades de ensino e pesquisa, a organismos estatais e privados ligados à fruticultura e outros produtos agrícolas, além de outras instituições com interesses diversificados. Neste cenário foi concebido o Laboratório de Irradiação Gama-LIG, inaugurado em 2002 [1].

O LIG foi equipado com um Irradiador panorâmico de ^{60}Co , com um suprimento inicial de 60.000 curie, selecionado dentre os mais flexíveis e versáteis existentes no mercado internacional o que permitiu, desde então, a sua utilização de maneira abrangente para fins semi-comerciais, pesquisa, treinamento de pessoal e desenvolvimento de técnicas especiais. Este irradiador foi adquirido da MDS Nordion do Canadá e é do tipo multipropósitos de carregamento manual, com geometria de exposição panorâmica, sendo a fonte de ^{60}Co estocada a seco [2].

Este trabalho apresenta uma proposta que busca a otimização do uso do Irradiador, através da implantação de um sistema automático de carregamento que possibilitará, por exemplo, irradiações de curta duração sem a necessidade de desligamento do mesmo.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Esta inovação, cujo desenvolvimento abrangerá todos os aspectos técnicos de engenharia, instrumentação & controle, segurança, dosimetria e licenciamento, poderá inclusive, ser disponibilizada para outras instalações do mesmo tipo.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

De 2001 até hoje o Irradiador foi recarregado duas vezes, em 2006 e 2011, dentro de um planejamento que previa recargas a cada meia-vida, baseado na otimização de sua eficiência.

O custo da segunda recarga aumentou, substancialmente devido a uma alta expressiva no preço internacional do cobalto, basicamente motivada pelo fechamento de reatores moderados à água pesada no Canadá, que responde por cerca de 80% do comércio internacional do produto [3] e [4].

A Figura 1 mostra a evolução do custo das recargas.

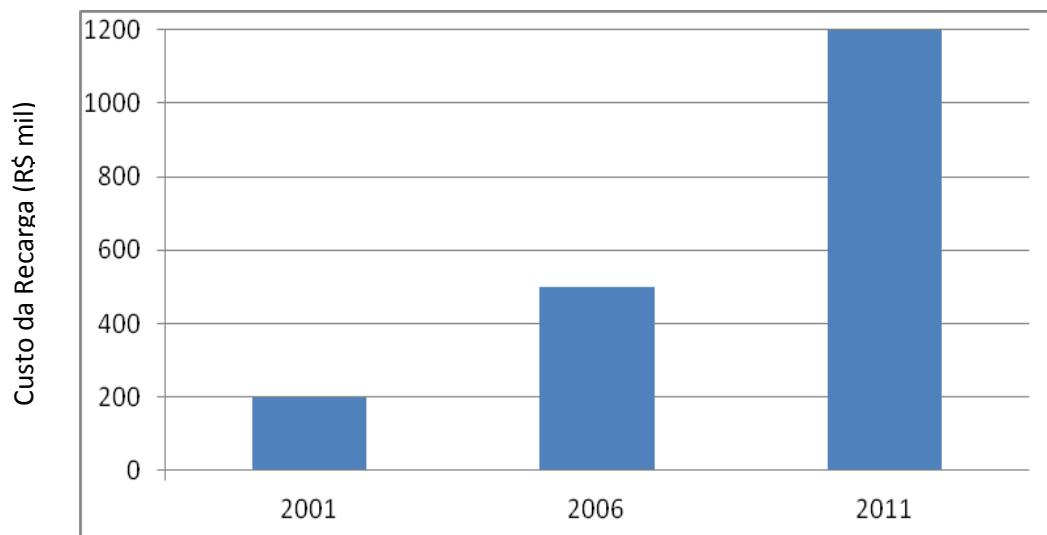


Figura 1 – Evolução do preço das diferentes recargas

A atividade do cobalto no Irradiador é o fator principal para a determinação da capacidade de processamento do mesmo. Além de ser o principal determinante da capacidade, o cobalto também representa uma parcela substancial do custo de exploração de uma Instalação. Como resultado, o ponto em que uma instalação se torna rentável depende, em grande medida, da carga de cobalto e da eficiência de utilização da mesma. Por este fato e, considerando a evolução dos custos, faz-se necessária a operação do irradiador com a máxima eficiência possível.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Em Irradiadores com estocagem do cobalto em piscinas podem-se diminuir os tempos de processamento, e com isto o aumento do volume de produtos processados, com quantidades adicionais de cobalto, o que se traduz no aumento da atividade total. Esta flexibilidade não é encontrada em Instalações com estocagem a seco, que é o nosso caso, pois seus projetos não admitem adições de cobalto, sendo este colocado de uma só vez, com atividade no valor máximo permitido. Assim para estas Instalações apenas parâmetros relativos ao aumento do tempo de uso da máquina são passíveis de otimização, na busca da eficiência máxima.

Desde que o cobalto decai continuamente, a máxima eficiência é obtida quando se opera o Irradiador 24 horas por dia, sete dias por semana, minimizando os tempos de paradas programadas. Assim, para aumentar o fator de disponibilidade do irradiador implantou-se e licenciou-se o funcionamento noturno monitorado a distância. Esta medida levou a um ganho substancial no índice de desempenho, definido como a razão entre o tempo real de operação e tempo disponível para operação, a partir de 2012, como mostra a Figura 2.

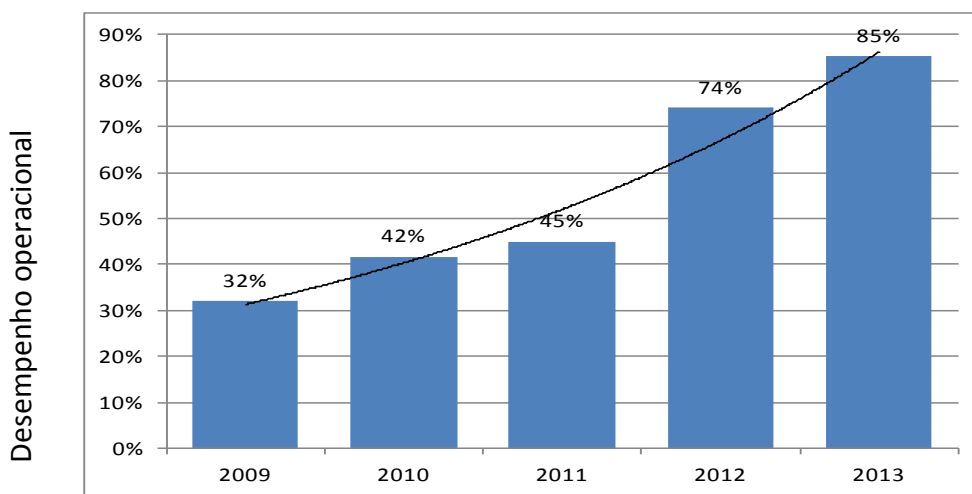


Figura 2 – Desempenho operacional do irradiador do CDTN

Para aumentar ainda mais a eficiência o desafio é encontrar alternativas seguras, do ponto de vista de radioproteção, que se contraponham ao decaimento do cobalto, cuja taxa é de aproximadamente 12,3% da atividade em curso por ano.

Tomando-se como exemplo o ano de 2013, observando-se a distribuição das paradas (Figura 3), programadas ou não, para carregamento e descarregamento de produtos, irradiações de curta duração ou qualquer outro motivo, nota-se que o número relativo às irradiações de curta duração representa cerca de 20% do total.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

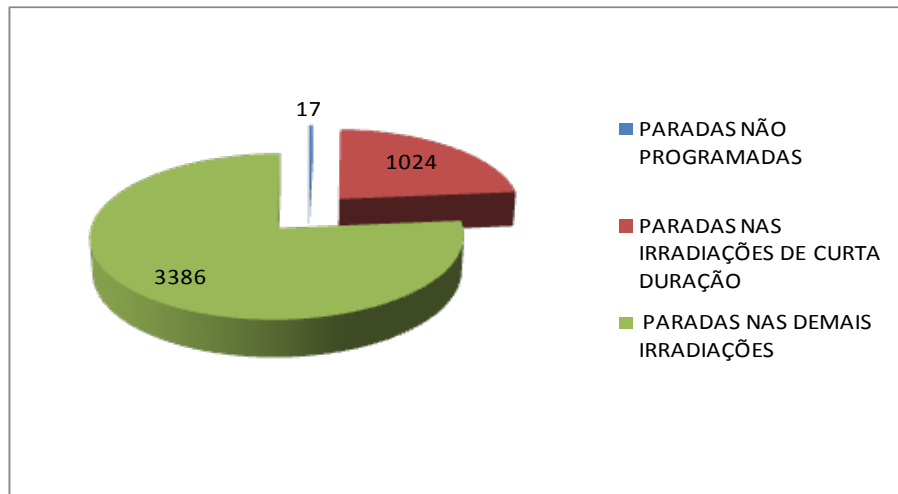


Figura 3 – Distribuição das paradas do Irradiador em 2013

Por outro lado o tempo com elas despedido representa, apenas, cerca de 4% do tempo total de operação do Irradiador no período, como pode ser visto na Figura 4.

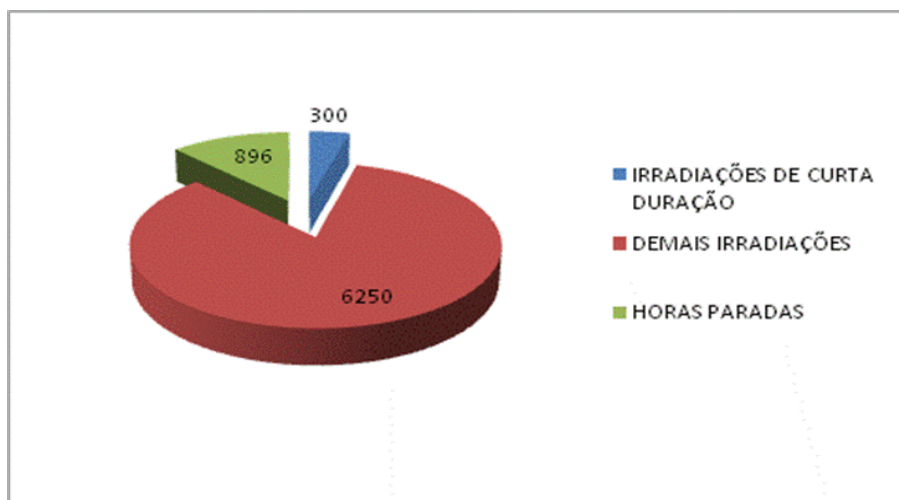


Figura 4 – Distribuição do tempo de uso do Irradiador em 2013

É importante frisar que considerando o tempo de transito da fonte, desde o seu ponto de repouso até a posição de exposição plena ou vice-versa e o tempo necessário para o decaimento do ozônio produzido na irradiação, são despendidos cerca de seis minutos. Assim, ações no sentido de minimizar o número e o tempo de interrupção do Irradiador resultariam na possibilidade do aumento do tempo de uso do Irradiador, com conseqüente aumento da sua eficiência.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

A proposição descrita neste artigo visa à otimização do uso do Irradiador, cujo *lay-out* é mostrado na Figura 5, através da implantação de um sistema automático de carregamento que possibilitará, por exemplo, irradiações de curta duração sem a necessidade de desligamento do mesmo. Esta inovação poderá inclusive ser disponibilizada para outras Instalações do mesmo tipo.

No desenvolvimento do sistema proposto serão envolvidos os aspectos de segurança da Instalação, dosimetria e licenciamento. A metodologia que será utilizada para a automação e controle do sistema adotará conceitos explorados quando da modernização da instrumentação do reator de pesquisa TRIGA [5], [6] e [7], que atendeu a recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), no tocante a modernização da instrumentação e controle dos reatores de pesquisa dos seus países membro. O objetivo destas recomendações aponta para uma operação mais segura destes reatores [8], [9] e [10].

A concepção do sistema proposto se dará através de adaptação de soluções de automação disponíveis no mercado nacional, observando os aspectos de funcionalidade e segurança exigidos para Instalações desta natureza. O fluxograma geral do projeto é apresentado na Figura 6.

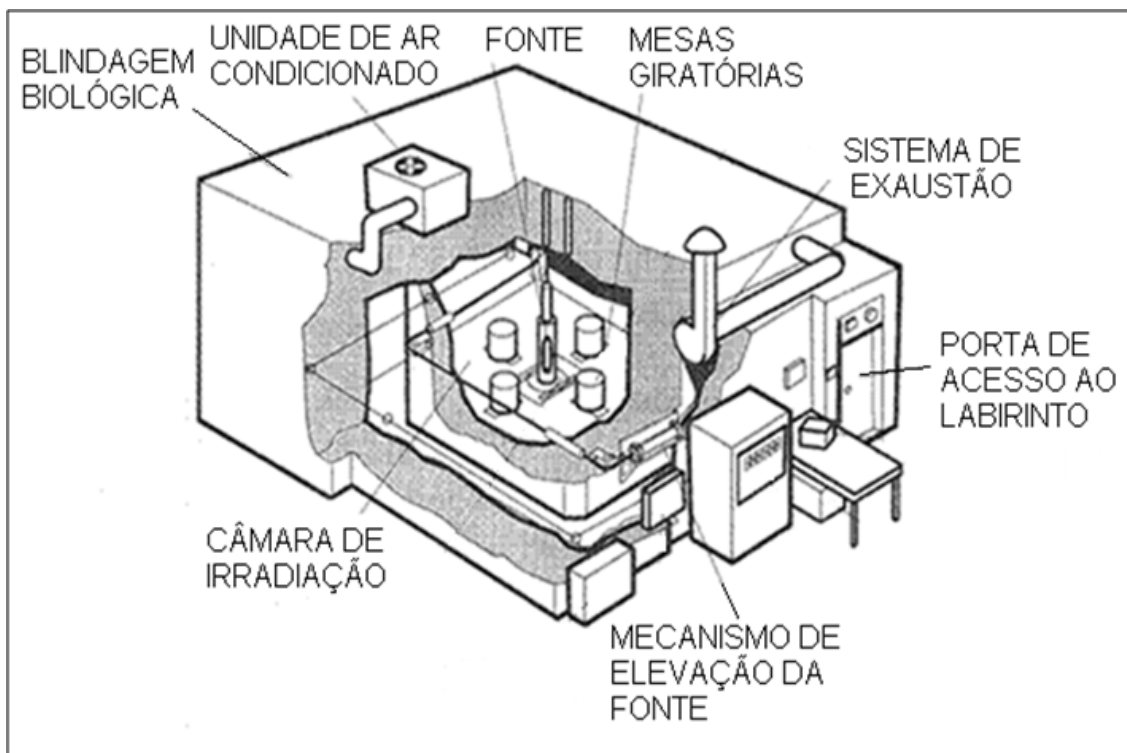


Figura 5 – Lay-out do irradiador do CDTN



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Para o transporte dos produtos a serem irradiados para o interior da câmara de irradiação prevê-se a utilização de uma monovia posicionada no teto da casamata de blindagem, conforme ilustrado na Figura 7. Ela correrá ao longo do labirinto, devendo se estender até a um metro da fonte. A monovia será equipada com um carro que transportará os produtos dentro de um container. O acesso ao container se dará através de uma escotilha na porta de entrada do labirinto. Já no local de irradiação, o carro posicionará o container verticalmente e fará a sua rotação, para permitir a homogeneização das doses absorvidas.

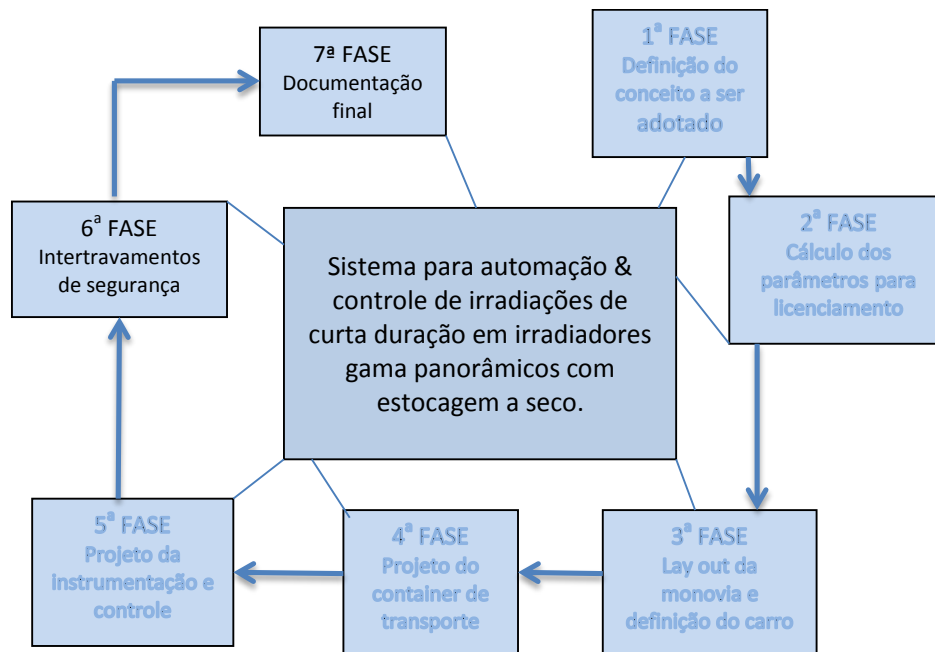


Figura 6 – Fluxograma geral do projeto

A movimentação será considerada como de manuseio descontínuo, para efeito de classificação dos equipamentos. A configuração macro dos equipamentos que comporão o sistema estará diretamente vinculada ao seu movimento no espaço. Como são previstos três movimentos, para cada um estará implícito um mecanismo independente que deverá ser motorizado. Ou seja:

- Movimento vertical: mecanismo de levantamento;
- Movimento de translação: mecanismo de translação longitudinal;
- Movimento de rotação da carga: mecanismo de giro.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

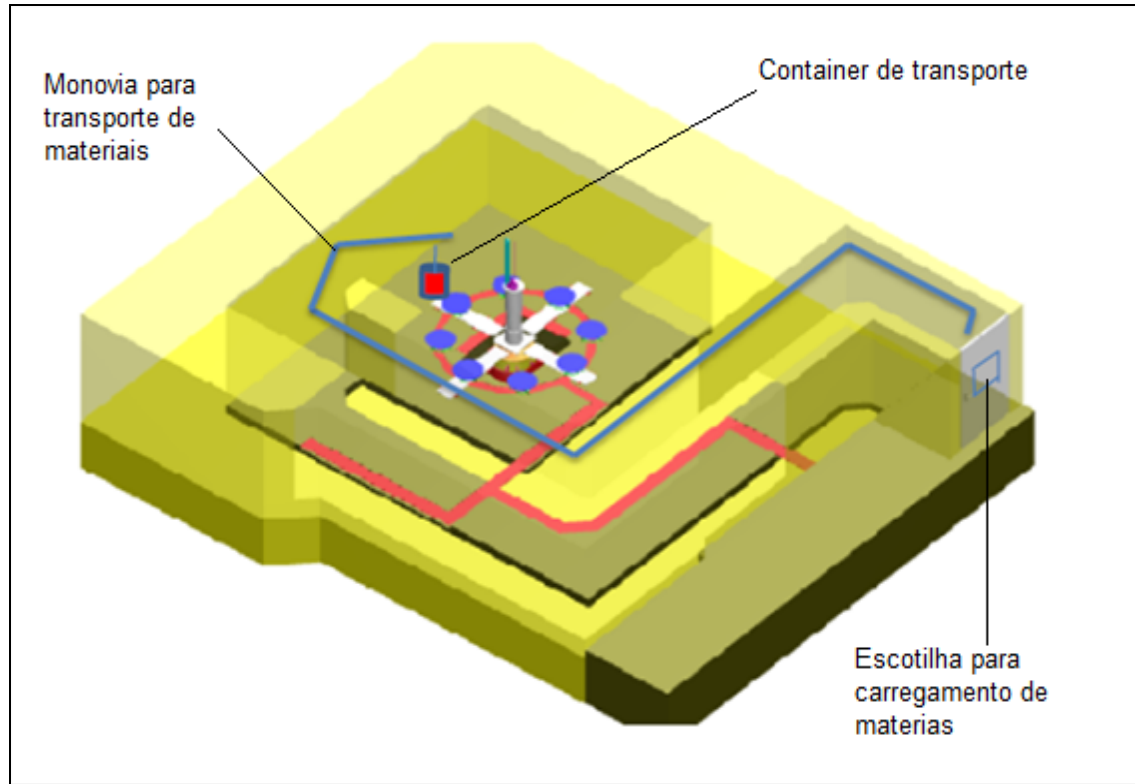


Figura 7 – Monovia para transporte de materiais

4. CONCLUSÕES

A Implantação do Sistema aqui proposto dotará a instalação de um mecanismo de irradiação que utiliza soluções modernas, típicas do estado da arte em controle e automação. Pode-se prever também um crescimento do tempo disponibilizado pelo Irradiador, para projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. No desenvolvimento deste trabalho, soluções inéditas serão investigadas e projetadas para a Instalação, conferindo originalidade ao Projeto.

5. REFERÊNCIAS

[1] Ladeira, L.C.D. e Pinto, F.C, Relatório de Análise de Segurança do do Laboratório de Irradiação Gama – Capítulo 1 - Introdução, (RASIR/LIG/CDTN, Rev. 1). Belo Horizonte, **2002**.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

[2] Ladeira, L.C.D. e Pinto, F.C, Relatório de Análise de Segurança do do Laboratório de Irradiação. Gama – Capítulo 4 – Descrição Detalhada do Irradiador, (RASIR/LIG/CDTN, Rev. 1). Belo Horizonte, 2002.

[3] WNA, World Nuclear Association, Clinton's Cobalt Campaign, Londres, Disponível em: <http://www.world-nuclear-news.org/>. Acessado em 07.02.2014.

[4] NRCAN, Natural Resources Canada, The Canadian Nuclear Industry and its Economic Contributions, Ottawa, 2010, Disponível em: <http://www.nrcan.gc.ca/home>. Acessado em 02.02.2014

[5] Mesquita, A. Z. Modernização do Controle e Instrumentação do Reator Nuclear de Pesquisa TRIGA IPR-1, Projeto de Pesquisa Edital FAPEMIG No 019/2006. Belo Horizonte, 2006.

[6] Mesquita, A. Z. Atualização e Recuperação da Instrumentação do Reator Nuclear de Pesquisa TRIGA IPR-R1, Belo Horizonte. Edital 03/08, Programa Pesquisador Mineiro II, Projeto de Pesquisa, Processo FAPEMIG 031-08. 2008.

[7] Mesquita, A. Z.; Costa, A. C. L.; Souza, R.M.G.P. Modernisation of the CDTN IPR-R1 TRIGA Reactor Instrumentation and Control. International Journal of Nuclear Energy, Science and Technology, v. 6, p. 153-165. Editor: Alexander M. Agapov. ISSN: 1741-6361. DOI: 10.1504/IJNEST.2011.041649. July 2011.

[8] AEA, International Atomic Energy Agency. Safety Standards Series, Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, Safety Guide No. Ns-G-1.3, Vienna, 2002.

[9] IAEA, International Atomic Energy Agency. Specifications of Requirements for Upgrades Using Digital Instrumentation and Control Systems, IAEA-TECDOC-1066, IAEA, Vienna, 1999.

[10] IAEA, International Atomic Energy Agency, Modern Instrumentation and Control for Nuclear Power Plants: A Guidebook, Technical Reports Series No. 387, IAEA, Vienna, 1999.

Agradecimentos

Este projeto de pesquisa é apoiado pelos seguintes órgãos de fomento brasileiros: Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).