 **UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro**



**IPRJ - Instituto Politécnico**

**Graduação em Engenharia Mecânica**

**Proposta de Projeto de Final de Curso**

**Simulações de Problemas Inversos com Aplicações em Engenharia Nuclear usando Técnicas de Transporte de Nêutrons Monoenergéticos na Formulação Unidimensional de Ordenadas Discretas**

**Orientador: Ricardo Carvalho de Barros**

**Aluno: Arthur Tardin Erthal**

**Sumário**

Introdução.........................................................................................................................3

Objetivo............................................................................................................................5

Cronograma......................................................................................................................6

Recursos Necessários.......................................................................................................7

**1 - Introdução**

Neste projeto consideramos dois problemas inversos que tratam o fenômeno de transporte de partículas neutras: o problema inverso de contorno e o problema inverso de fonte fixa. Tais problemas inversos estão no contexto de duas áreas de aplicação da engenharia nuclear: respectivamente, a terapia através de radiações nucleares (radioterapia e braquiterapia) e o armazenamento e o transporte físico de fontes radioativas.

A terapia de captura de neutrons por boro (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) é uma forma de radioterapia que usa um feixe de nêutrons para interagir com núcleos de Boro-10, antes injetados de forma intravenosa no paciente. O Boro-10 adere às células cancerosas. Os nêutrons são produzidos em um reator nuclear e antes de adentrarem ao tecido do paciente, passam por um moderador de nêutrons e são freados por colisões para se tornarem nêutrons térmicos. Os nêutrons térmicos então interagem com cada núcleo de Boro-10, gerando um núcleo excitado de Boro-11 que prontamente desintegra-se em Lítio-7 e uma partícula alfa. A partícula alfa e o íon de Lítio produzem ionizações muito próximas à área da reação (aproximadamente a espessura do diâmetro de uma célula), o que permite que o dano celular provocado pela reação ocorra em uma pequena vizinhança espacial, poupando o tecido são.

O problema inverso de contorno busca justamente estabelecer o fluxo de partículas neutras que precisa ser incidido em um meio de material com parâmetros físicos e espessura conhecidos para que alcancem as células doentes com uma magnitude definida por um protocolo de tratamento.

Para o armazenamento e o transporte de fontes radioativas, é imperativo que um invólucro seja capaz de blindar a radioatividade da fonte. Um problema inverso de fonte visa a definir a magnitude da fonte que pode vir a ser transportada no interior de uma cápsula de material e espessura conhecidos, mediante o conhecimento da fuga segura de partículas, definida pelos órgãos de segurança nuclear competentes.

Embora os núcleos criados com energia de excitação maior que a energia de ligação dos nêutrons podem decair por emissão de nêutrons, estes estados altamente excitados não são produzidos como resultado de qualquer processo de decaimento radioativo conveniente. Consequentemente, isótopos fontes de nêutrons não existem na prática assim como fontes de raios gama estão disponíveis a partir de diferentes núcleos por decaimento beta. Especificamente, o decaimento beta com a mais longa meia-vida que leva um isótopo a um estado excitado para o posterior decaimento por emissão de nêutrons é  e . Devido à meia-vida deste decaimento ser de apenas 55 segundos, ele é inviável como fonte de nêutrons em laboratório. As possíveis escolhas para fontes de nêutrons por radioisótopos são muito mais limitadas e se baseiam em reações nucleares nas quais a partícula incidente é o produto de um processo de decaimento convencional, tal como , no qual a partícula alfa é proveniente do elemento Rádio, por exemplo, ou fissão espontânea, evento responsável pela emissão de vários nêutrons rápidos. A fissão espontânea ocorre da mesma forma que a fissão induzida, mas não se auto-sustenta já que o fluxo de nêutrons não é suficiente para alcançar a criticalidade e continuar a fissão. No entanto, a fissão espontânea liberta nêutrons e pode servir de meio para obter esses nêutrons. A fonte de fissão espontânea mais comum é o Califórnio-252, cuja meia vida de 2,65 anos é longa o suficiente para este isótopo ser convenientemente usado para geração de nêutrons.

A seguir, apresentamos na seção 2 os objetivos deste projeto; na seção 3 incluímos o cronograma tentativo para o desenvolvimento do trabalho; e concluímos na seção 3, onde listamos os recursos que serão utilizados.

**2 – Objetivos**

* Modelagem computacional de problemas inversos de contorno usando a formulação unidimensional de ordenadas discretas para o fenômeno de transporte de nêutrons monoenergéticos;
* Modelagem computacional de problemas inversos de fonte fixa usando a formulação unidimensional de ordenadas discretas para o fenômeno de transporte de nêutrons monoenergéticos;
* Desenvolvimento de aplicativo computacional livre na plataforma SciLab para Windows, que implementa a simulação dos problemas inversos supracitados.

**3 – CRONOGRAMA**

|  |  |
| --- | --- |
| Período | Atividade |
| Abril e Maio de 2012 | Preparação teórica sob orientação do método de matriz resposta com esquema iterativo de inversão nodal parcial para cálculos de transporte de nêutrons monoenergéticos na formulação SN. |
| Junho e Julho de 2012 | Início da implementação computacional. |

**4 - Recursos Necessários**

Não há necessidade de recursos além dos disponíveis no IPRJ, para a realização do

presente trabalho. A plataforma computacional que utilizaremos será baixada do sítio [www.scilab.org](http://www.scilab.org) para o sistema operacional Windows.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Aluno:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Orientador:**