



Guia de Instalação e Utilização do plugin para Reconstrução Tomográfica em SPECT



Índice

C

Comentários	3
-------------	---

I

Instalação	4
------------	---

R

Reconstrução tomográfica pelo método <i>FBP</i>	5
---	---

Reconstrução tomográfica pelo método <i>MLEM</i>	7
--	---

Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

frida

Comentários

O plugin NucMed foi desenvolvido para ser utilizado em integração com o aplicativo *ImageJ*, desenvolvido pela *National Institute of Mental Health (NIMH)*. O *ImageJ* é utilizado para visualização, análise e processamento de imagens, com suporte para vários formatos como TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS and "raw". A escolha deste aplicativo para o desenvolvimento do plugin ocorreu pois ele apresenta características importantes: uso de domínio público; execução em diversas plataformas (Windows®, Linux, UNIX); suporte para diversos formatos de imagens; e uma plataforma de programação relativamente simples.

No site <http://rsb.info.nih.gov/ij/> encontram-se as documentações referentes ao programa *ImageJ* e os plugins já criados por outros pesquisadores. Existe também um fórum no qual o usuário pode interagir com outros usuários do programa, compartilhando informações e dúvidas.

Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

frida

Instalação

A instalação do plugin para Reconstrução Tomográfica em SPECT (**NucMed**) possui duas etapas:

1. Instalação do *ImageJ*

Inicialmente deve-se fazer o download do programa principal *ImageJ*. Este download pode ser feito no site do *ImageJ*, onde é possível escolher o sistema operacional que será utilizado e a versão da JVM (*Java Virtual Machine*).

Esta etapa da instalação é muito importante e bastante simples, pois o *software* dispõe de um programa instalador, particularmente para o sistema operacional Windows®. Procure instalar o programa *ImageJ* em sua pasta padrão (Arquivos de Programas), que é pré-definida no instalador, pois dessa forma a instalação do plugin torna-se mais fácil. No site do *ImageJ*, existem tutoriais para a instalação e configuração do programa.

2. Instalação do Plugin para Reconstrução Tomográfica em SPECT

O download do plugin **NucMed** é feito através do site <http://www.pucrs.br/fisica/nucmed/>. Existem duas versões para instalação: a versão com os arquivos compactados e a versão com um arquivo instalador.

2.1 Versão com os arquivos compactados

Para a instalação, deve-se descompactar o arquivo na pasta *Plugins* dentro da pasta de instalação do *ImageJ*. Após realizar este procedimento, execute o *ImageJ* e verifique se foi adicionado no menu *Plugins* o sub-menu "**NucMed**". Se isto ocorreu, o plugin já está instalado. Caso contrário deve-se repetir o procedimento de instalação do plugin.

2.2 Versão com um arquivo instalador

A instalação do plugin pode ser efetuada através do arquivo instalador disponível no site, que automaticamente descompacta e instala o plugin **NucMed**. É necessário observar que o instalador pressupõe que o *ImageJ* tenha sido instalado no seu local padrão (Arquivos de Programas), permitindo a instalação automática. Caso o local de instalação não seja o local padrão, deve-se informar corretamente o local corrente para o instalador do plugin. Deve-se ressaltar que este arquivo instalador somente funciona na plataforma Windows®. Para a instalação em outros tipos de sistemas operacionais, deve ser utilizado o primeiro método.

A figura 1 apresenta a interface final do programa *ImageJ* após a instalação do plugin de reconstrução tomográfica em SPECT **NucMed**.

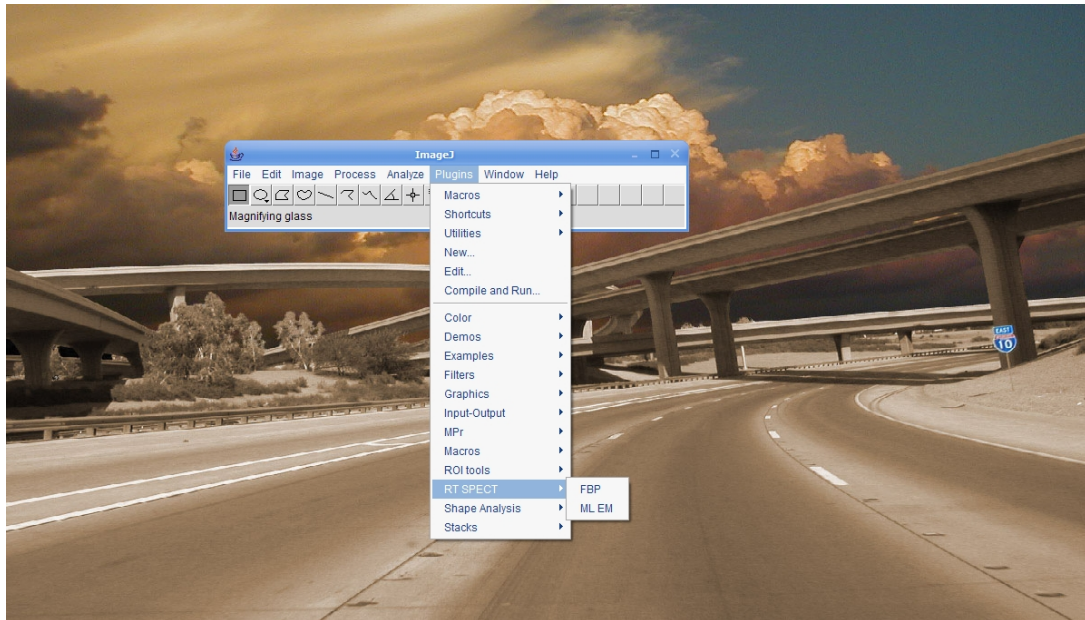


Figura 1 Screenshot da interface do *ImageJ* e acesso ao plugin **NucMed**.

Reconstrução tomográfica pelo método *Filtered Backprojection* - FBP

Para utilizar o método de reconstrução tomográfica por Retroprojeção Filtrada ou *Filtered Backprojection* (**FBP**), após a instalação do plugin, clique em *Plugins* → *NucMed* → **FBP**.

Neste método é possível escolher várias combinações de filtro/janelas. Também é possível reconstruir tomograficamente a imagem sem a aplicação de filtro.

Na figura 2, visualiza-se a tela do plugin **FBP** configurada para reconstruir sem a aplicação de filtro, denominada reconstrução simples. Para que isto ocorra é necessário que não seja selecionado nenhum filtro. Nesta opção não são especificados parâmetros.



Figura 2 Reconstrução Simples.

Na figura 3, o plugin **FBP** está configurado para a reconstrução tomográfica com o filtro Rampa. Com esta seleção, a tela do plugin exibe a opção para a informação da "frequência de corte" a ser utilizada. Para esta opção somente deve-se selecionar a caixa ao lado do filtro *Rampa*.



Figura 3 Reconstrução por FBP com filtro *Rampa*.

A figura 4 mostra a seleção de uma combinação filtro e janela (*Rampa/Butterworth*). Somente para esta opção são exibidos dois campos de parâmetros, “*Ordem*” e “*Frequência Crítica*”.

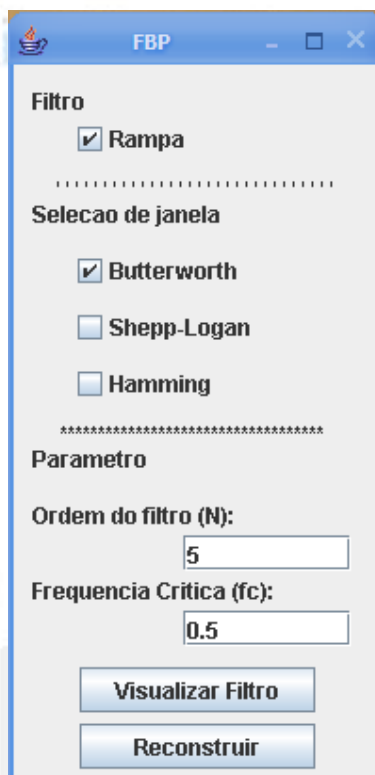


Figura 4 Reconstrução por FBP com filtro *Rampa/Butterworth*.

As figuras 5 e 6 exemplificam a seleção de outras duas combinações filtro/janela, nas quais deve ser informado o parâmetro “*Frequência de Corte*”.



Figura 5 Reconstrução por FBP com filtro *Rampa/Shepp-Logan*

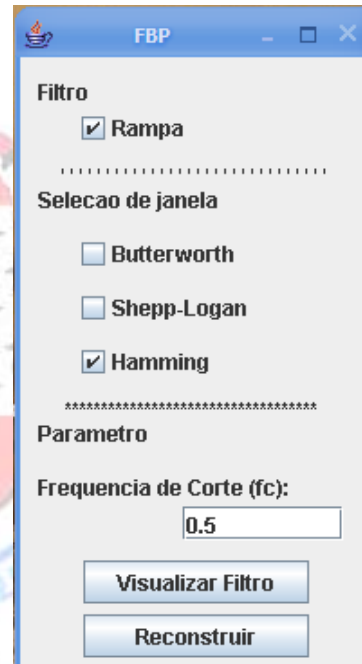


Figura 6 Reconstrução por FBP com filtro *Rampa/Hamming*

Observe que existe outro botão além de “Reconstruir”, chamado “Visualizar Filtro”, que gera um gráfico relacionado com a frequência de corte, as frequências contidas na imagem e o fator de atenuação. A figura 7 mostra o gráfico referente ao filtro *Rampa/Butterworth* com $N = 5$ e $fc = 0,5$ que é gerado pelo botão “Visualizar Filtro”. São visualizados os valores da curva do filtro que atenuarão cada componente de frequência da imagem.

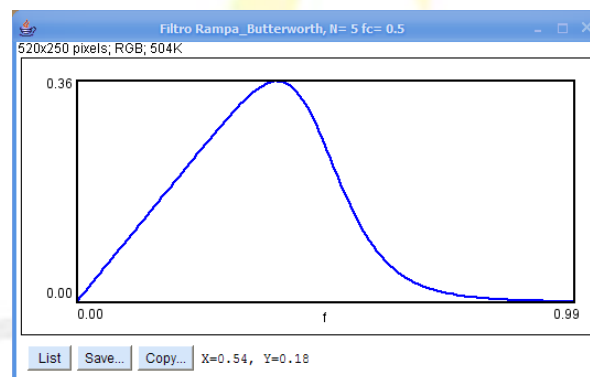


Figura 7 Gráfico do filtro *Rampa* e janela *Butterworth*, com $N = 5$ e $fc = 0,5$.

Os campos de parâmetros para os filtros são limitados aos seguintes valores: a ordem (N) poderá assumir somente valores inteiros entre 1 e 10; a frequência de corte (fc) poderá assumir qualquer valor entre 0,0 e 1,0.

Reconstrução tomográfica pelo método *Maximum Likelihood Expectation Maximization*

Para utilizar o método de reconstrução tomográfica por Máxima Verossimilhança Maximização da Esperança ou *Maximum Likelihood Expectation Maximization* (**ML-EM**), após a instalação do plugin, clique em *Plugins* → *NucMed* → **MLEM**.

O método de reconstrução de imagens **ML-EM** é um método iterativo. A interface gráfica deste método não necessita muitas configurações. O usuário possui apenas duas opções: escolher se realizará ou não a correção de atenuação; escolher o número de iterações do processo de reconstrução. A configuração padrão da interface gráfica não aplica correção de atenuação e realiza 5 iterações. A figura 8 mostra a janela utilizada para a reconstrução tomográfica com a configuração padrão.

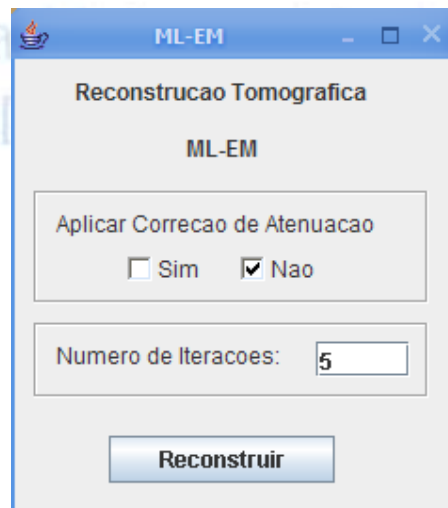


Figura 8 Reconstrução por ML-EM sem correção de atenuação e com 5 iterações.

A realização de um número muito pequeno de iterações afeta a qualidade da imagem reconstruída. Quanto maior for o número de iterações, maior será o tempo de processamento exigido para a reconstrução e maior será a amplificação do ruído.

A figura 9 exibe a janela na qual é escolhida a imagem que contém os dados a serem reconstruídos tomograficamente e a imagem que representa o mapa de atenuação, para o caso da reconstrução com a aplicação de correção de atenuação.

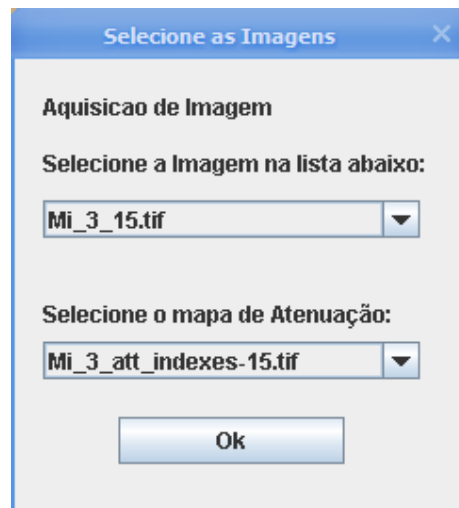


Figura 9 Reconstrução por ML-EM com correção de atenuação.

Pontificia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul



Exemplo de utilização do plugin *NucMed*

Em qualquer método a ser utilizado para reconstrução tomográfica, os dados de entrada devem corresponder a um sinograma ou conjunto de sinogramas (*stack*). O sinograma apresenta os perfis de projeção de um corte transversal em função do ângulo de rotação do detector. A figura 10 apresenta a visualização 2D de um conjunto de perfis de projeção de uma fonte pontual, conhecido como sinograma. Cada linha corresponde a um perfil de projeção individual apresentado sequencialmente de cima para baixo. Uma fonte pontual de radioatividade descentrada descreve um caminho sinusoidal.

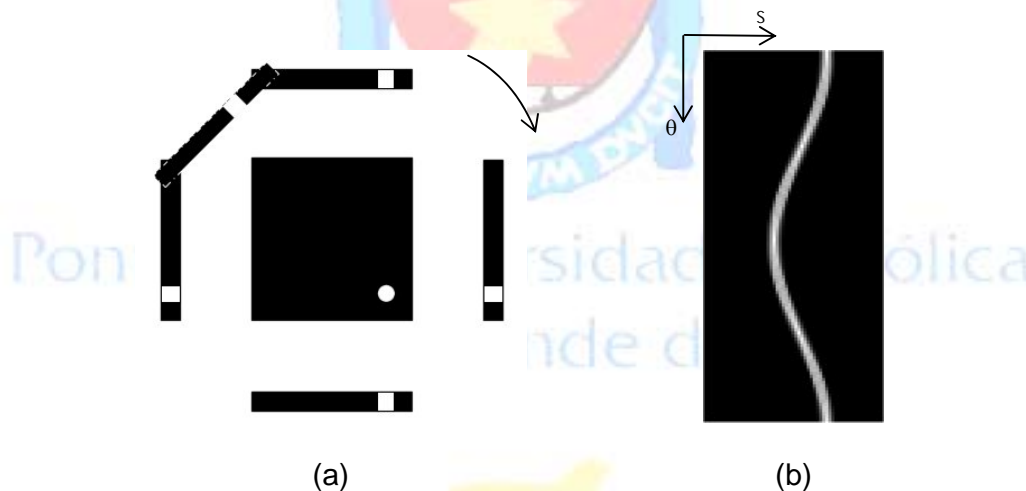
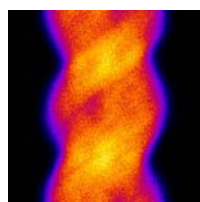


Figura 10 Visualização 2D do sinograma de uma fonte pontual descentrada.

A configuração do sinograma deve sempre apresentar os ângulos de rotação (θ) no eixo vertical e a localização na projeção (s) no eixo horizontal. Caso essa ordenação seja invertida, a imagem não será reconstruída corretamente.

A seguir são apresentados exemplos de reconstruções pelos métodos FBP e ML-EM com diferentes parâmetros, a partir do sinograma de uma imagem cerebral.



Sinograma de uma imagem cerebral



Imagem Reconstruída com FBP, filtro Rampa (fc=0,15)

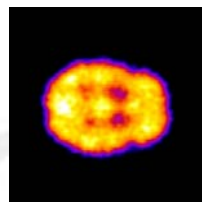


Imagem Reconstruída com FBP, filtro Rampa, janela Butterworth (fc=0,15, N=9)

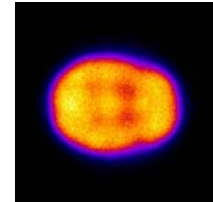


Imagem Reconstruída com ML-EM, sem correção de atenuação