

AVALIAÇÃO DE UM FIO DE IRÍDIO/PLATINA DE PRODUÇÃO BRASILEIRA PARA USO EM BRAQUITERAPIA

Maria Elisa C. M. Rostelato* e Maurício David M. das Neves**

*IPEN-TEA/CNEN/SP
Caixa Postal 11049
05499-970, São Paulo, SP, Brasil
e-mail: elisaros@net.ipen.br

**IPEN-MMM/CNEN/SP
Caixa Postal 11049
05499-970, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

A cada ano aumenta o número de casos de câncer no Brasil e, parte desses pacientes são tratados com braquiterapia usando fontes de irídio-192 na forma de fios. O IPEN vem desenvolvendo um projeto para capacitar o País na produção destas fontes. As fontes para braquiterapia são usualmente na forma de fios flexíveis de 0,3 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Estes fios consistem de um núcleo de uma liga platina-irídio 70-80/30-20 de 0,1mm de diâmetro revestido ou encapsulado em um tubo de platina. Uma amostra do fio de platina, com núcleo de platina e irídio foi fabricado por uma empresa nacional e cedido ao IPEN para análise. Empregou-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e análise por energia dispersiva (EDX) para observação da geometria do núcleo e análise química em diversos pontos. Utilizou-se a técnica de fluorescência de raios X para analisar a presença de contaminantes no revestimento e núcleo do fio. Irradiou-se a amostra no reator IEA-R1 (IPEN), com o objetivo de averiguar a homogeneidade da distribuição do irídio ao longo do fio e detectar possíveis contaminações. O fio de procedência nacional apresentou características próximas as do fio importado, necessitando pequenas modificações em seu processo de produção.

INTRODUÇÃO

No Brasil o câncer é um dos principais problemas de saúde pública, constituindo-se numa significativa causa de mortalidade¹. A cada ano aumenta o número de casos de câncer no País, e parte destes pacientes são tratados com Braquiterapia usando fontes de Irídio - 192 na forma de fios². A Braquiterapia, irradiação a curta distância, é uma forma de tratamento de lesões que se baseia na inserção de fontes, no caso, fios de Irídio ativados, em tumores. Neste processo, a radiação ionizante destrói com eficiência as células malignas³. A finalidade do trabalho é capacitar o País na produção destas fontes, tornando o produto acessível às clínicas e hospitais, com preços mais adequados à realidade brasileira.

O irídio-192 tem sido usado como fonte para braquiterapia, na forma de fios desde 1960. O isótopo é produzido em reator pela reação (n, γ) a partir do irídio-191, que possui alta seção de choque de absorção para

nêutrons (910 barns). Tem uma meia-vida de 74 dias, alta atividade específica, decai por emissão beta e gama para um isótopo estável: platina-192. Os raios beta emitidos apresentam energia na faixa de 530KeV a 670KeV, e, os principais raios gama emitidos, são os que interessam neste caso, tem em média uma energia de 370 KeV^{3,4}. As fontes para braquiterapia são usualmente na forma de fios flexíveis de 0,3 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Podem ser facilmente cortados no comprimento requerido para cada aplicação. Estes fios consistem de um núcleo de uma liga platina-irídio 70-80/30-20 de 0,1mm de diâmetro revestido ou encapsulado em um tubo de platina. O revestimento tem a finalidade de filtrar os raios beta.

Alguns cuidados devem ser tomados durante o processo de fabricação do fio de platina/irídio entre eles destacam-se: controle de qualidade da matéria prima para evitar a presença de contaminantes, preparação da liga em fornos adequados visando garantir sua homogeneidade e utilização de técnicas de deformação (trefilação) para obter

o fio nas dimensões necessárias com tratamentos térmicos intermediários para garantir ductilidade, durante e após a deformação mecânica.

A atividade específica para terapia de baixa taxa de dose (LDR) está compreendida entre 1mCi/cm e 4mCi/cm, sendo que, a principal característica requerida é a homogeneidade da atividade ao longo do fio, que não deve apresentar variação maior que 5% num fio de 50 cm de comprimento. Consequentemente, a distribuição do irídio na liga irídio-platina deve ser homogênea.

Uma amostra do fio de platina, com núcleo de platina e irídio foi fabricado por uma empresa brasileira e cedido ao IPEN para análise.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O fio de procedência nacional foi caracterizado dimensionalmente, utilizando-se um medidor de perfis. Realizaram-se medidas de microdureza Vicker nas secções transversais do revestimento (platina) e núcleo (platina-irídio). Empregou-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e análise por energia dispersiva (EDX) para observação da geometria do núcleo e análise química em diversos pontos. Utilizou-se a técnica de fluorescência de raios X para analisar a presença de contaminantes no revestimento e núcleo do fio. Para análise do núcleo, uma pequena amostra do fio foi lixada (600 mesh) na secção transversal visando a remoção do revestimento.

A ativação do produto foi efetivada em um dispositivo especial para irradiação dos fios de irídio. A irradiação foi pelo período de 40 horas, no reator IEA-R1 (IPEN). O objetivo foi averiguar a homogeneidade da distribuição do irídio ao longo do fio e detectar possíveis contaminações.

O sistema de verificação da homogeneidade da ativação somente aceita fios de comprimento igual ou maior que 25 cm. O fio de produção brasileira era de 14 cm. Por isso, foi necessário soldá-lo a um fio importado, de forma que o comprimento total ficou em 50 cm. A atividade total de cada fio foi medida em câmara de ionização tipo poço marca Capintec.

A avaliação da homogeneidade, após a irradiação, foi realizada centímetro a centímetro, com o fio de 50 cm, por 3 vezes, no sistema de controle de qualidade do laboratório de produção de fontes para braquiterapia do IPEN. O sistema consiste de fonte de alta tensão, eletrômetro, câmara de ionização, blindagem com colimador de 1 cm de largura e conjunto de polias e correia, de forma a permitir que o fio passe centímetro a centímetro em frente à janela de colimação.

Com a finalidade de detectar impurezas, cortou-se 3mm (0,0150g) do fio nacional e utilizou-se a seguinte técnica para dissolvê-lo⁵:

O fio foi "empacotado" em uma folha de zinco de 1g e martelado para que os materiais tivessem um bom contato. O "pacote" foi colocado em um cadinho de alumina e aquecido a 750°C em um forno por 45 minutos. Depois de resfriado por 30 minutos, a mistura foi imersa em água régia por 24 horas e, finalmente, o fio se dissolveu. A solução foi evaporada e o soluto foi dissolvido em 30 ml de

água régia. Esta última solução sofreu várias dissoluções e tomou-se uma alíquota de 10 ml (1:100) e analisou-se por espectrometria gama utilizando-se um detector HPGe (detector de germânio de alta pureza).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização dimensional do fio de produção brasileira foi efetuada medindo-se os diâmetros externo e do núcleo, que apresentaram respectivamente os valores de $(0,36 \pm 0,02)$ mm e $(0,16 \pm 0,02)$ mm. Não existe um valor especificado para estas dimensões, no entanto este fio será inserido em um cateter com 0,4mm de diâmetro interno, portanto existe o requisito para que o diâmetro externo do fio não seja maior do que 0,30mm.

A microdureza Vickers foi estimada nas secções transversais do revestimento (platina) e do núcleo (platina-irídio) e apresentaram respectivamente os valores de (101 ± 5) e (330 ± 15) HV. Estes valores situaram-se num intervalo, que propiciou ductilidade suficiente para manusear o fio sem que ocorra o seu rompimento.

As secções transversais e longitudinais do fio foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura. Observou-se uma distribuição irregular do núcleo ao longo da secção longitudinal. Verificou-se através da secção transversal que o núcleo não se apresentava em posição concêntrica em relação ao fio.

Realizou-se em diversos pontos ao longo da secção longitudinal do fio a análise por energia dispersiva (EDX), para a determinação da porcentagem em peso e distribuição dos constituintes. Os valores médios para as porcentagens de platina e irídio foram $(76,05 \pm 3,54)$ e $(23,94 \pm 3,54)$, respectivamente. A diferença entre as porcentagens máxima e mínima de platina e irídio situaram-se em torno de 15%.

Observou-se que a distribuição irregular do irídio e o posicionamento não concêntrico do núcleo no interior do tubo de platina ocasionaram uma dispersão na medida da atividade ao longo do fio. A variação aceita para o valor da dispersão da atividade é de 5% em relação a média aritmética de cada ponto.

Utilizou-se a técnica de fluorescência de raios-x para analisar a presença de contaminantes. Detectou-se na superfície do fio a presença de platina e pequenas concentrações (<50 mg/g) de cobre, ferro e cromo, que neste caso não alteraram significativamente o espectro. A presença dos contaminantes no fio, provenientes da matéria prima e/ou do conjunto fieira/lubrificante, deve ser a menor possível, pois podem ocasionar elementos radioativos indesejáveis. Para ensaio do núcleo, uma pequena amostra do fio foi lixada (600mesh), visando a remoção do revestimento e verificou-se a presença apenas de platina e irídio.

A média aritmética e o desvio em porcentagem em relação a essa média, para cada uma das séries de medidas, foram as seguintes:

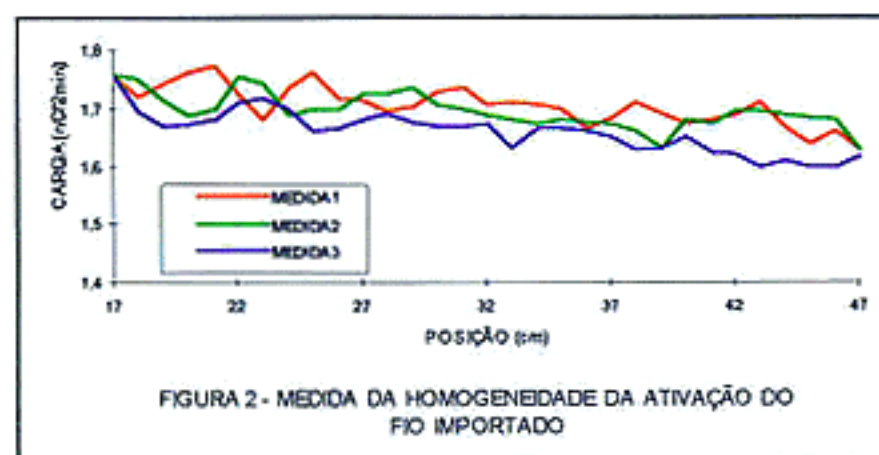
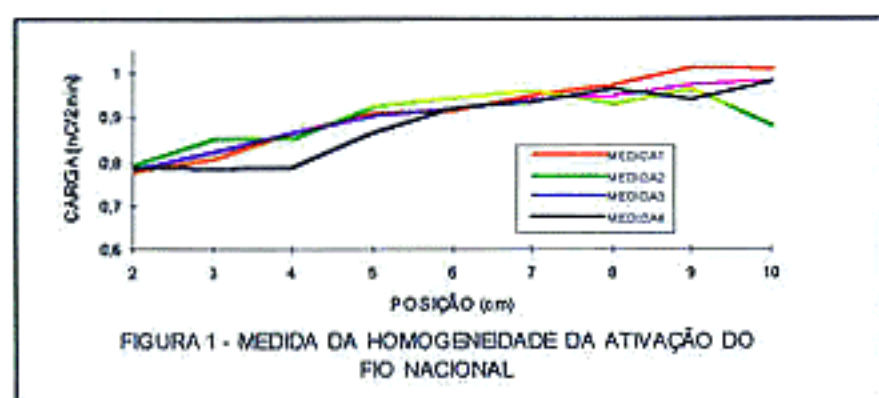
Fio de produção brasileira:

Medida 1	$X = 0,9150 \pm 0,0843$	$\Delta = 15,06\%$
Medida 2	$X = 0,9007 \pm 0,0601$	$\Delta = 12,09\%$
Medida 3	$X = 0,9054 \pm 0,0092$	$\Delta = 13,36\%$
Medida 4	$X = 0,8858 \pm 0,0817$	$\Delta = 11,79\%$

Fio importado:

Medida 1	$X = 1,7054 \pm 0,0356$	$\Delta = 4,63\%$
Medida 2	$X = 1,6959 \pm 0,0315$	$\Delta = 4,03\%$
Medida 3	$X = 1,6993 \pm 0,0376$	$\Delta = 6,04\%$

As séries de medidas são apresentadas nos gráficos das Fig. 1 e 2.



Posteriormente, o fio nacional foi separado do fio importado e, com a parte da solda desprezada, a atividade total de cada um deles foi medida em uma câmara de ionização tipo poço marca Capintec. Os valores encontrados para a atividade total foram:

Fio importado : 06/09/94 15:09h $A = 62,0\text{mCi} = 2294\text{ MBq}$
comprimento = 34 cm
massa de Iridio = 0,054 g

Fio nacional : 06/09/94 15:10h $A = 98,6\text{mCi} = 3548\text{ MBq}$
comprimento = 11 cm
massa de Iridio = 0,98 g

A solução obtida a partir da dissolução do fio foi analisada por espectrometria gama e observou-se em seu espectro apenas a presença dos elementos irídio e platina.

CONCLUSÕES

O fio de procedência nacional apresentou características próximas as do fio importado, necessitando pequenas modificações em seu processo de produção.

A dispersão normalmente aceita é da ordem de 5% de desvio em relação à média. O fio nacional apresentou variação de até 15,06%, estando, ainda, inadequado aos fins que se destina.

Com a finalidade de verificar a presença de impurezas efetuou-se a dissolução do fio de produção brasileira e analisou-se por espectrometria gama. Os únicos elementos encontrados foram Iridio e Platina.

A partir dos resultados apresentados acima, conclui-se que a causa da dispersão acima de 5% no fio nacional não é consequência de impurezas, e, sim da heterogeneidade da liga. Isto posto, recomenda-se alterações na sequência de trefilação, com a finalidade de homogeneizar a distribuição de irídio ao longo do fio.

Referências Bibliográficas

- [1] Ministério da Saúde, Instituto Nacional do Câncer (INCA) - **Câncer no Brasil** - Rio de Janeiro - 1991 - p. 09.
- [2] Rostelato, M. E. C. M. ; Rela, P. R. ; Rocca, H. C. C. ; Lepki, V. ; Dias, W. ; Racy, M. ; Nieto, W. ; Reis, A. - **Laboratório de Produção de Fontes Radioativas para Uso em Braquiterapia. II Encontro Nacional de Aplicações Nucleares** - de 25 a 29 de outubro de 1993 - Caxambu - MG - p. 231.
- [3] Cruz, J. C. ; Oliveira, V. C. ; Perez, C. A. ; Kalnicki, S. - **Implantes Intersticiais com Iridio - 192** - p. 01 - não publicado.
- [4] Norman, S. - **Iridium - 192 as a Radium Substitute** - The American Journal of Roentgenology, Radium Therapy and Nuclear Medicine, volume 93, january, 1965, p. 170 - 178.
- [5] Woods, M. J. ; Rossiter, M. J. ; Sephton, J. P. ; Williams T. T. ; Lucas, S. E. M. ; Reher, D. F.G. ; Denecke, B. ; Aalbers, A. ; Thierens, H. - **Ir-192 - Brachytherapy Sources: Calibration of the NPL Secondary Standard Radionuclide Calibrator** - Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A312, 1992, 257-262.