



ENXERTIA DE N-VINIL PIRROLIDONA SOBRE TUBOS  
DE BORRACHA DE SILICONE POR IRRADIAÇÃO GAMA

Carlos A. Julio e Olga Z. higa  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares -  
IPEN/CNEN-S.P.



SUMARIO

A modificação de materiais constituídos por borracha de silicone (SR) pode ser amplamente obtida utilizando-se de técnicas de enxertia induzida pela radiação ionizante. Com a enxertia de hidrogéis sobre substratos poliméricos hidrofóbicos, há um aumento da hidrofilicidade da superfície que pode levar a uma maior compatibilidade do substrato com os fluidos biológicos, tornando o material biocompatível. Neste trabalho estudou-se os parâmetros de enxertia da N-vinil pirrolidona (NVP) sobre os tubos de borracha de silicone pelo método da irradiação simultânea em fonte de  $^{60}\text{Co}$ . Foi observada a influência da concentração do NVP, dose de irradiação e taxa de dose sobre o processo de enxertia. O conteúdo de água dos tubos enxertados aumentou com o nível de enxertia, evidenciando um aumento de hidrofilicidade dos tubos.

biomateriais, enxertia, radiopolimerização,  
borracha de silicone, n-vinil pirrolidona

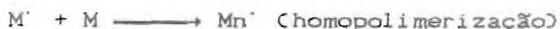
INTRODUÇÃO

Biomateriais representam uma classe de materiais utilizados em contato com fluidos ou tecidos biológicos, que podem ser constituídos por metais, cerâmicas, tecidos naturais ou polímeros [1]. Há um grande interesse na utilização de polímeros na medicina devido a suas propriedades físico-químicas, diversidade de composição e forma, facilidade de obtenção, disponibilidade comercial e por possibilitarem modificações estruturais em sua superfície [2].

Os métodos de enxertia utilizados na modificação das propriedades físicas e químicas dos materiais poliméricos, podem ser por agentes químicos, U.V., descarga de plasma ou radiação ionizante. Este último oferece vantagens significativas em relação aos demais métodos devido a sua simplicidade, pela capacidade de penetração no material, por não utilizar iniciadores químicos e por ser independente de temperatura e do material [3]. Materiais compostos por borracha de silicone têm sido utilizados em medicina como implantes cirúrgicos, e tubos de equipamentos dializadores ou oxigenadores, devido a suas propriedades mecânicas e por serem atóxicos. A enxertia de monômeros vinílicos (hidrogéis) sobre materiais compostos por borracha de silicone promove um aumento da hidrofilicidade destes materiais, podendo resultar na melhoria de suas propriedades biocompatíveis [4].

O método da irradiação simultânea utilizado na modificação do polímero consiste na irradiação do substrato polimérico em contato com uma solução do monômero, em atmosfera inerte ou vácuo. A

radiação promove a formação de radicais livres na cadeia polimérica e no monômero, que iniciarão o processo de enxertia e homopolimerização, de acordo com as equações:



onde: P representa a cadeia polimérica  
M representa o monômero  
P' representa o radical livre formado na cadeia polimérica  
M' representa o radical livre formado no monômero  
PM' representa o copolímero de enxerto  
Mn' representa o homopolímero

Este trabalho tem como objetivo o estudo dos parâmetros de enxertia do N-vinil pirrolidona sobre os tubos de borracha de silicone, e da relação entre o nível de enxertia e a hidrofilicidade dos copolímeros de enxerto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os tubos de borracha de silicone de 3 mm de diâmetro interno, 5 mm de diâmetro externo e 4 cm de comprimento foram lavados com ultrassom em mistura de água/detergente, água/etanol e finalmente em acetona. Foram

secos sob vácuo até atingirem peso constante. As amostras foram imersas em ampolas contendo solução de NVP/benzeno, e após borbulhamento de nitrogênio, foram seladas e irradiadas em fonte de  $^{60}\text{Co}$ . Após a irradiação os tubos foram lavados em etanol em ebulição por 24 horas e em água destilada à temperatura ambiente por 72 horas, para extrair totalmente o homopolímero não enxertado. Em seguida as amostras foram secas sob vácuo e pesadas.

O nível de enxertia foi obtido pela equação:

$$\frac{P_e - P_i}{P_i} \times 100$$

onde:  $P_e$  representa o peso do substrato enxertado

$P_i$  representa o peso inicial do substrato

Na avaliação do conteúdo de água, os tubos foram imersos em água destilada por 24 horas. O excesso de água foi removido por papel de filtro e cotonetes antes dos tubos serem pesados.

O conteúdo de água foi obtido pela equação:

$$\frac{P_u - P_s}{P_u} \times 100$$

onde:  $P_u$  representa o peso do substrato úmido

$P_s$  representa o peso do substrato seco

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, que representa a relação entre a enxertia e a concentração do monômero, observa-se que o nível de enxertia aumentou até a concentração de 50 % de NVP, atingindo-se um nível de 110 %. Acima desta concentração ocorreu uma diminuição do nível de enxertia. Este



Fig.1- Efeito da concentração de NVP na enxertia sobre tubos de SR. Dose de irradiação: 9 kGy, taxa de dose: 0,12 kGy/h.

comportamento é devido ao aumento da difusão do monômero pelo substrato até a concentração de 50 %. Aumentando a concentração do NVP, prevalece a homopolimerização do monômero, dificultando sua difusão no substrato e resultando na diminuição da enxertia.

O aumento da dose de irradiação resultou na elevação do nível de enxertia atingindo o ponto de saturação a 90 % na dose de 6 kGy (fig.2). Com o aumento da dose de irradiação ocorre um aumento da quantidade de radicais livres formados no substrato, elevando o nível de enxertia.

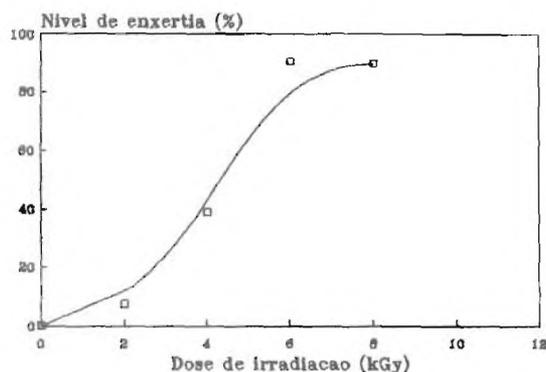


Fig.2- Efeito da dose de irradiação na enxertia de NVP sobre tubos de SR. Concentração de NVP: 50 %, taxa de dose: 0,12 kGy/h.

Na irradiação à diferentes taxas de dose, observou-se que o aumento da taxa de dose resultou na diminuição do nível de enxertia (fig.3), passando de 70 % de enxertia à 0,2 kGy/h, para 20 % à 0,75 kGy/h, na dose total de irradiação de 6 kGy. Com o aumento da taxa de dose ocorre a elevação da velocidade de homopolimerização, diminuindo o tempo para a difusão do monômero pela matriz polimérica e assim diminuindo o nível de enxertia.

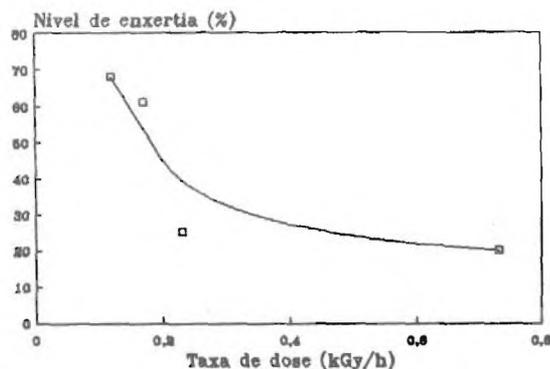


Fig.3- Efeito da taxa de dose na enxertia da NVP sobre tubos de SR. Concentração de NVP: 50 %, dose de irradiação: 6 kGy.

Na figura 4 observa-se um aumento gradativo do conteúdo de água nos substratos com o nível de enxertia,

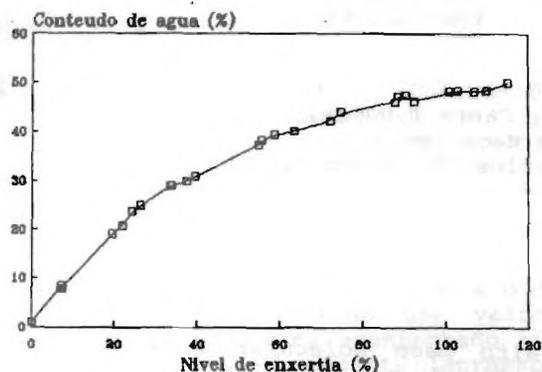


Fig.4- Relação entre o nível de enxertia e o conteúdo de água dos tubos enxertados com NVP. Tempo de imersão: 48 hs.

#### CONCLUSÕES

O método de irradiação simultânea demonstrou-se eficiente na modificação dos tubos de borracha de silicone utilizando o sistema NVP/benzeno, atingindo-se níveis elevados de enxertia, e alterando as características do material, como pode ser evidenciado pelo aumento de hidrofiliidade comprovado pela medida do conteúdo de água.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HOFFMAN, A.S. Application of synthetic polymeric biomaterials in medicine and biotechnology. In "Polymeric biomaterials", A.S. HOFFMAN & E. PISKIN (eds.), Martinus Nijhoff Publishers (Netherlands), pp.1-14. (1989).
- [2] HOFFMAN, A.S. Applications of ionizing radiation and plasma gas discharge processing in medicine and biotechnology. IEAE-TECDOC-486, Vienna, pp.25-48, (1988).
- [3] CHAPIRO, A. Radiation induced grafting. *Radiat. Phys. Chem.*, 9:55-67, (1977).
- [4] WICHTERLE, O.; LIM, D. Hydrophilic gels for biological use. *Nature*, 9:117-118, (1960).

#### SUMMARY

Silicone rubber (SR) materials have been modified by radiation grafting techniques. Hydrophilic vinyl monomers grafted onto SR substrates increase the hydrophilicity of the tubes which can improve the biocompatibility of the materials. In this work, it was studied the radiation grafting of N-vinyl pyrrolidone onto silicone rubber tubes by the simultaneous method in  $^{60}\text{Co}$  source. The influence of monomer concentration, dose rate and irradiation dose on the grafting yield was observed. The water content increased with the grafting yield.