

## Análise macroscópica e histológica do emprego da poliuretana derivada do óleo de mamona (*Ricinus communis*) aplicada na tíbia de cães em fase de crescimento<sup>1</sup>

Patricia Popak Maria<sup>2</sup>  
 João Guilherme Padilha Filho<sup>3</sup>  
 Márcio Botelho Castro<sup>4</sup>

---

Maria PP, Padilha Filho JG, Castro MB. Análise macroscópica e histológica do emprego da poliuretana derivada do óleo de mamona (*Ricinus communis*) aplicada na tíbia de cães em fase de crescimento. Acta Cir Bras [serial online] 2003 Jul-Ago;18(4). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/acb>.

**RESUMO – Objetivo:** Estudar o efeito da poliuretana de mamona aplicada ao osso de cães em crescimento. **Métodos:** Foram utilizados 12 cães subdivididos aleatoriamente em 3 grupos, os quais receberam o implante de mamona na face medial proximal da tíbia, com análise macroscópica e histopatológica aos 30 (GIII), 60 (GII) e 90 (GI) dias. **Resultados:** A poliuretana foi recoberta por uma cápsula conjuntiva fibrosa, não ocorrendo proliferação óssea ao seu redor. **Conclusão:** A poliuretana é biocompatível, comportando-se como espaçador biológico em cães. Nesta espécie não ocorre a osteointegração.

**DESCRITORES** – Biomaterial. Mamona. Cão. Osso.

---

### Introdução

Na cirurgia ortopédica, freqüentemente, ocorrem situações de alterações na continuidade óssea, especialmente devido aos traumatismos de alta energia, tumores ou infecções. As alternativas para a reparação óssea incluem a utilização dos vários tipos de enxertos ósseos, o transporte ósseo e os implantes de biomateriais. Dentre os que são amplamente utilizados em cirurgias ortopédicas e traumatológicas, odontológicas e maxilo-faciais, destacam-se os materiais metálicos, as cerâmicas e os biopolímeros<sup>1</sup>.

Vários materiais foram avaliados quanto à biocompatibilidade e desempenho como próteses e veículos para reparo dos ossos, sendo concluída a viabilidade

no uso das resinas de poliuretana<sup>2</sup>. Em 1984, o grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros da Universidade de São Paulo, em São Carlos, desenvolveu um novo polímero derivado do óleo de mamona<sup>3</sup>. A síntese de resinas poliuretanas a partir de origem vegetal é extremamente interessante para um país com potencial agroindustrial como o Brasil<sup>4</sup>. A poliuretana de mamona pode ser utilizada pura ou em associação com o carbonato de cálcio<sup>3</sup>. A função do carbonato é fornecer íons cálcio, o que facilita a troca iônica na interface osso-resina, com incremento do mecanismo de deposição de cálcio na matriz colágena nas várias fases do processo de reparação óssea<sup>3,5,6</sup>.

Um ensaio bacteriológico demonstrou o potencial bactericida da resina contra cepas multiresistentes do

- 
1. Trabalho realizado no Departamento de Clínica e Cirurgia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP – Campus de Jaboticabal.
  2. Aluna do curso de Doutorado em Cirurgia Veterinária na UNESP – FCAV.
  3. Prof. Assistente Doutor do Departamento de Clínica e Cirurgia – UNESP – FCAV.
  4. Aluno do curso de Doutorado em Medicina Veterinária, Área de concentração em Patologia Animal, Departamento de Patologia – UNESP – FCAV.

*Staphylococcus aureus*<sup>7</sup>. A biocompatibilidade da resina poliuretana de mamona foi analisada após implantação no côndilo femoral em coelhos; nesta espécie a resina não é tóxica, formando uma reação fibrosa, a qual evoluiu para neoformação óssea após 40 dias<sup>4</sup>.

Em outro estudo, a resina derivada de mamona foi implantada na câmara anterior do olho de camundongos. Os autores verificaram que este material foi bem tolerado pelo organismo receptor, desencadeando inicialmente reação inflamatória, a qual diminuiu com o passar do tempo<sup>8</sup>. A biocompatibilidade do material foi também comprovada após implantação da poliuretana em alvéolo dental de ratos. Neste caso, ocorreu a osteointegração progressiva da resina, sem reação inflamatória ou de corpo estranho após seis semanas<sup>9</sup>.

A poliuretana de mamona empregada na córnea de coelhos também foi biocompatível; neste trabalho o autor recomendou sua utilização em situações de emergência para o salvamento do globo ocular<sup>10</sup>. Em outro estudo em coelhos, o tendão de Aquiles foi substituído parcialmente por prótese de poliuretana de mamona e novamente o material mostrou-se biocompatível, sendo que a integração da poliuretana ocorreu por meio de proliferação de tecido conjuntivo ao redor da prótese<sup>11</sup>.

Assim, a biocompatibilidade e a possibilidade de crescimento ósseo ao redor e na porosidade da resina poliuretana de mamona abrem grandes perspectivas de utilização do material no campo ortopédico, como por exemplo, com a função de “espaçador”, substituindo o emprego do enxerto ósseo nos casos de perdas ósseas<sup>4</sup>.

Este trabalho almejou estudar o efeito da poliuretana aplicada ao osso do cão em fase de crescimento, para avaliar sua biocompatibilidade nesta espécie.

## Métodos

Foram utilizados 12 cães sem raça definida, entre 3 e 4 meses de idade, com peso médio de 5,1 kg. Os implantes foram preparados conforme instruções do fabricante, por meio da mistura de 16 ml de polioliol, 24 ml de pré-polímero e 20 gramas de carbonato de cálcio, e moldados em diversos tamanhos, de acordo com a espessura do canal medular de cada animal. Os cães foram distribuídos em 3 grupos (GI, GII e GIII), cada qual constituído por quatro animais. Todos receberam o implante de mamona na face proximal medial da tíbia direita e os cuidados pós-cirúrgicos necessários. Os animais do GI foram submetidos à eutanásia aos 90 dias, os do G II aos 60 dias e os do G III aos 30 dias, por meio da administração de tiopental sódico, por via intravenosa, em dose suficiente para anestesiá-los,

seguida da administração de cloreto de potássio, também por via intravenosa.

Os cães receberam como medicação pré-anestésica, levomepromazina na dose de 1 mg/kg, por via intravenosa, seguida da indução anestésica com tiopental sódico na dose média de 12,5 mg/kg, pela mesma via. A manutenção anestésica foi feita com halotano diluído em oxigênio, por inalação em circuito semifechado.

## Procedimento cirúrgico

Após incisão medial cutânea e subcutânea, estendendo-se desde o terço distal do fêmur até a crista tibial, o perióstio foi abordado e descolado do osso. A osteotomia longitudinal foi realizada na parte central da face medial proximal da tíbia, onde um canal foi preparado para colocação do pino de poliuretana. Este leito foi direcionado para o canal medular e o diâmetro do pino empregado foi aproximadamente igual ao canal medular da tíbia. A poliuretana foi implantada abaixo da placa metafisária e, da maneira como foi introduzida, ficou em contato com o osso esponjoso e cortical dos cães. O perióstio e o tecido subcutâneo foram reaproximados em padrão contínuo simples com material de sutura absorvível 2,0 e a pele em padrão interrompido simples com nylon 3,0. No período pós-operatório, foi utilizado um colar do tipo “elizabetano”, administrado antiinflamatório não-esteroidal e antibiótico, além da realização de curativo da ferida cirúrgica com iodo povidine.

A avaliação macroscópica da crista da tíbia e do local de implantação do polímero foi executada em todos animais, com finalidade de observar neoformações ósseas, reação dos tecidos moles e característica dos implantes. Após avaliação macroscópica e fotografia das peças, as lâminas foram preparadas. O material foi fixado em formol a 10% e descalcificado em ácido tricloroacético a 20%. Posteriormente, os fragmentos foram desidratados em etanol ascendente até absoluto, diafanizados em xilol, incluídos em parafina e seccionados em cortes de 5m. As lâminas foram coradas pela técnica da hematoxilina-eosina (H.E.) e o material examinado ao microscópio óptico.

## Resultados

Macroscopicamente todos animais apresentaram espessamento da porção proximal medial da tíbia e abundante proliferação óssea sobre a linha de osteotomia, as quais diminuíram com o tempo. A porção proximal dos implantes estava recoberta por tecido fibroso, aparentemente ocorrendo recobrimento ósseo em ape-

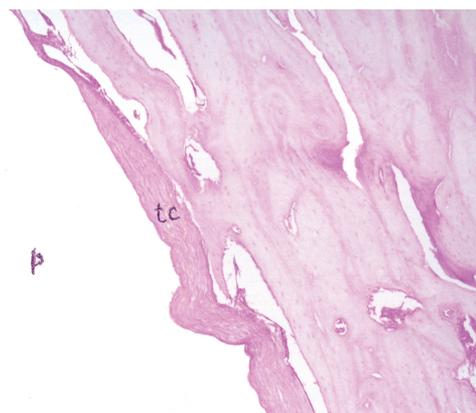
nas um animal. Os implantes encontravam-se deslocados distalmente no interior do canal medular, em relação ao local inicial de implantação (Figura 1).



**FIGURA 1** – Imagem fotográfica ilustrando em corte longitudinal, do animal número 4, pertencente ao grupo I; aspectos macroscópicos aos 90 dias. Notar a presença da poliuretana dentro do canal medular deslocada de seu local de inserção inicial (seta). O implante não apresenta alterações em sua estrutura.

Ao corte longitudinal da tibia, alguns implantes soltaram-se espontaneamente e os restantes foram facilmente retirados. Verificou-se que as poliuretanas apresentavam aspecto semelhante ao inicial, sem irregularidades estruturais.

O exame histopatológico do osso desmineralizado em estudo mostrou aspectos semelhantes em todos os grupos. Não foram observados fenômenos correspondentes a processos infecciosos ou de rejeição nos tecidos estudados. Basicamente, observou-se em todos animais a presença de cápsula conjuntiva fibrosa composta por fibras colágenas dispostas em faixas paralelas ao redor do implante, ausência de proliferação óssea em direção à poliuretana e marcante proliferação óssea na face medial da tibia (Figura 2). Nas peças analisadas aos 90 dias, encontrou-se osso trabeculado interno modelado ao redor do implante. Os achados foram resumidos e agrupados na Tabela 1.



**FIGURA 2** – A fotomicrografia mostra aos 60 dias presença de cápsula fibrosa (tc) ao redor do implante de poliuretana (p) (HE 4x)

**TABELA 1** - Avaliação histopatológica semiquantitativa das principais alterações observadas, em cães submetidos ao implante de poliuretana de mamona aplicado em defeito ósseo produzido na face medial proximal da tibia.

ANIMAIS	GRUPO I				GRUPO II				GRUPO III			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Espessura da cápsula conjuntiva fibrosa ao redor do implante</b>	+	++	+	+	++	+	+	++	+++	+	++	+
<b>Proliferação óssea ao redor do implante</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Inflamação</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Proliferação periosteal</b>	++	++	++	++	++	++	+	++	+++	+	+	++
<b>Proliferação de tecido ósseo trabecular</b>	++	+	+	+	++	++	+	+	+++	++	++	++

Legenda – → Ausente + → Discreto ++ → Moderado +++ → Intenso

### Discussão

Uma vez que este trabalho foi realizado em cães jovens, e que o leito confeccionado para a implantação

dos polímeros tratava-se de uma linha de osteotomia, o processo de formação do calo ósseo, com aumento local de volume e posteriormente a reorganização tecidual que caracteriza a reparação óssea<sup>12</sup>, foi evidenciado.

Embora estudos realizados em coelhos tenham demonstrado, ao exame macroscópico, a presença de tecido fibroso e posteriormente osso recobrimdo os corpos de prova<sup>3,7,14</sup>, o recobrimento dos implantes apenas por tecido fibroso, documentado neste estudo, concorda com os resultados publicados por outros pesquisadores que empregaram o cão como modelo experimental<sup>1,13</sup>. Estes fatos são um indício de que o material se comporta de maneira diferente entre as espécies.

O deslocamento distal dos implantes no interior do canal medular foi mais acentuado no grupo I, em razão do estudo ter sido conduzido em cães jovens, os quais apresentam grande potencial de crescimento ósseo longitudinal. A implantação abaixo da placa metafisária foi importante para que não ocorresse fechamento prematuro e comprometimento do crescimento ósseo<sup>15</sup>.

Em estudos realizados em coelhos, foi observado que os implantes também se destacavam com facilidade durante o exame macroscópico direto, embora as poliuretanas estivessem firmemente adaptadas ao invólucro de osso neoformado<sup>3,7,14</sup>. A ausência de fixação da poliuretana no local de implantação é um indicativo de que não ocorreu a interligação mecânica entre o implante e o osso hospedeiro.

A ausência de fenômenos correspondentes a processos infecciosos ou de rejeição, documentado em nosso estudo histopatológico, não foi inesperada, uma vez que resultados semelhantes foram observados em todas as espécies em que o polímero foi implantado<sup>1,3,4,7,8,9,10,11,13,14</sup>.

No que se refere à interação entre a poliuretana de mamona e o osso, nossos achados histopatológicos foram semelhantes aos obtidos por Ignácio, em 1999<sup>1</sup> e Fernandes et al., em 2000<sup>13</sup>. Entretanto, discordamos de Ohara et al., em 1995<sup>4</sup>, que também verificaram inicialmente uma camada conjuntiva fibrosa ao redor do implante, porém, aos 40 dias, este tecido transformou-se em osso, com abundantes osteoblastos e trabéculas ósseas neoformadas que preencheram as porosidades da poliuretana.

## Conclusão

A poliuretana de mamona não desencadeia processos infecciosos ou de rejeição no tecido hospedeiro e é biocompatível, permanecendo biotolerante ao longo do tempo, sem osteointegração.

## Referências

1. Ignácio H. Avaliação da poliuretana da mamona nas formas compacta e porosa no preenchimento de falha óssea: estudo experimental em cães [Tese – Doutorado]. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo; 1999.
2. Schmitt-Fournier JA, Sertl GO, Skondia V. The use of a biocompatible orthopaedic polymer in the treatment of loose total hip prostheses. J Int Med Res 1989; 17(3): 254-61.
3. Ignácio H. Utilização do cimento derivado do polímero da mamona no preenchimento de falha óssea estudo experimental em coelhos [Dissertação – Mestrado]. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo; 1995.
4. Ohara GH, Kojima KE, Telles M, Soares JVC, Salomão C, Sanda M. Estudo experimental da biocompatibilidade do polímero poliuretano da mamona implantada intra-óssea e intra-articular em coelhos. Acta Ortop Bras 1995; 3(2): 62-8.
5. Fujii T, Ogino M. Difference of bond bonding behavior among surface active glasses and sintered apatite. J Biomed Mater Res 1984; 18(7): 845-59.
6. Berry JL, Geiger JM, Moran JM, Skraba JS, Greenwald AS. Use of tricalcium phosphate or electrical stimulation to enhance the bone – porous implant interface J Rheumatol 1986; 20(6):1066-9.
7. Ignácio H, Mazzer N, Barbieri CH, Chierici G. Estudos sobre a aplicabilidade médica da poliuretana derivada da mamona. Resenha Ortop 1996; 6:10-2.
8. Vilarinho RH, Hetem S, Ramalho LTO. Implante de resina de poliuretana vegetal na câmara anterior de olho de camundongo. Odonto 2000 1996; 1(00): 25-9.
9. Carvalho TL, Araujo CA, Teofilo JM, Brentegani LG. Histologic and histometric evaluation of rat alveolar wound healing around polyurethane resin implants. Int J Oral Maxillofac Surg 1997; 26(2):149-52.
10. Morales A. Emprego experimental da poliuretana derivada de óleo de mamona (*Ricinus communis* L.) em implantes lamelares, interlamelares e penetrantes na córnea de coelhos (*Oryctolagus cuniculus* L.) [Tese – Doutorado]. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 1999.
11. Silva MC. Poliuretano de óleo de mamona como substituto de tendão: estudo experimental em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) [Dissertação – Mestrado]. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais; 2000.
12. Coughlan, A.; Miller, A. Manual de reparación y tratamiento de fracturas en pequeños animales. Ediciones, Barcelona, 1999; 489p.
13. Fernandes ES, Borges APB, Vilória MIV, Fehlberg AF, Franco KL. Emprego da poliuretana derivada do óleo de mamona (*Ricinus communis*) em defeito ósseo provocados da diáfise proximal da tíbia de cães: avaliação histológica Ciênc Anim Bras 2000; 1(suplemento): 75.
14. Ignácio H, Mazzer N, Barbieri CH, Chierici G. Uso da poliuretana derivada do óleo de mamona para preencher defeitos ósseos diafisários segmentares do rádio. Rev Bras Ortop 1997; 32(10): 815-21.
15. Schaefer LS, Johnson KA, O'Brien RT. Compensatory tibial overgrowth following healing of closed femoral fractures in young dogs. Vet Comp Orthop Traumat 1995; 8: 159-62.

---

Maria PP, Padilha Filho JG, Castro MB. Macroscopic and histopathologic evaluations of the use of polyurethane resins derived from castor oil (*Ricinus communis*) applied in the tibia of the puppies. Acta Cir Bras [serial online] 2003 Jul-Aug;18(4). Available from URL: <http://www.scielo.br/acb>.

**ABSTRACT – Purpose:** To analyze the effects of castor oil derived poliurethane, when applied to bones of puppies. **Methods:** Twelve dogs, randomly divided in 3 groups, received a castor oil derived poliurethane at the medial side of the proximal tibia. Gross and histopathologic evaluations were performed at 30 (GIII), 60 (GII) and 90 (GI) days. **Results:** The poliurethane was enclosed in a connective fibrous tissue capsule and there was no new bone formation around it. **Conclusion:** The castor oil derived poliurethane is biocompatible and behaves as a biological “stand off” in dogs. Osteointegration does not occur in this species.

**KEY WORDS –** Biomaterial. Castor bean. Dog. Bone.

---

Conflito de interesse: nenhum  
Fonte de financiamento: FAPESP

Correspondência:  
Patrícia Popak Maria  
Rua Saldanha Marinho, 459  
13870-270 São João da Boa Vista – SP  
popak@pucpcaldas.br

Data do recebimento: 04/04/2003  
Data da revisão: 18/04/2003  
Data da aprovação: 26/04/2003