

Uso de polímeros em Medicina Veterinária

Domingos José Sturion¹, E. L. Buck², Neide M. Tanaka³
Márcio Henrique Germani³, Marco Aurélio T. Sturion⁴

Resumo

O cloreto de polivinila (PVC), apesar de apresentar vantagens na sua aplicação em ortopedia (rigidez, podendo ser moldado ao formato desejável durante o ato cirúrgico, além de estáveis mesmo quando esterilizados no calor, e baixo custo), desencadeia reações inflamatórias crônicas granulomatosas no tecido fibroso que envolve o implante, bem como sinais de toxicidade local no osso adjacente, sistêmica e no baço. Dentre os biomateriais empregados na área médica, destacam-se os metais, as cerâmicas e os polímeros. Nos últimos anos, houve um grande avanço no campo de biopolímeros como o polimetilmetacrilato, cloreto de polivinila (PVC) e o polímero de óleo da mamona (*Ricinus comunis*), todos com vasta aplicação nas áreas médica, odontológica e biológica. Além das vantagens e desvantagens, todos apresentam um campo de aplicação determinado e restrito, não existindo um biopolímero ideal. Entretanto, a resina do óleo de mamona, por apresentar fácil processabilidade, boa flexibilidade, excelentes propriedades estruturais, ausência de vapores irritantes e de reações inflamatórias do tipo corpo estranho, ausência de toxicidade, baixíssima hidrofília, pouca aderência bacteriana e fácil esterilização, é um material de excelente biocompatibilidade e de perfeita interação com o organismo. O maior entrave da aplicação do óleo de mamona são os custos. Há necessidade de mais estudos a fim de se baixar os custos para tornar este material de uso corrente e comum em Medicina Veterinária. O metacrilato de metila apresenta reações como erupções na pele, falha respiratória e vapores irritantes, que podem provocar reações alérgicas no manipulador do material, e preparo laborioso que restringe seu uso.

Palavras-chave: polímeros, cloreto de polivinila, polimetilmetacrilato, poliuretano de mamona.

STURION, D. J.; BUCK, E. L.; TANAKA, N. M.; GERMANI, M. H.; STURION, M. A. T. Uso de polímeros em Medicina Veterinária. *UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 103-115, out. 1999.

Introdução

Plásticos

O cloreto de polivinila (PVC) é um plástico rígido, originado da polimerização do monômero cloreto de vinila. Por estar sujeito à degradação pelo calor, oxigênio e radiação solar, são acrescentadas à matéria prima, no momento da síntese (Golding, 1959; Vinyl, 1979; Gottesman & Goodman, 1985).

Nas áreas médica e veterinária, o PVC é utilizado na fabricação de sondas nasojejunais e uretrais, próteses maxilofaciais e dentárias, catéteres intravasculares, cardiovasculares e intra-uterinos, contraceptivos intra-uterinos, drenos das vias biliares ou das vias lacrimais, tubos para diálise peritoneal, cânulas ruminais e intestinais, tampões esofágicos e corações artificiais (Janisch *et al.*, 1972; Sabadeanu *et al.*, 1972; Boucheier-Hayes, 1973; Schimdt, 1973; Hauhurst & Wyman, 1975; Bebelein, 1985; Miller & Maltby, 1986; Kemp & Krueger, 1987; Cervera *et al.*, 1989; Goodwin & Chester, 1990;

¹ Docente Titular da Disciplina de Técnica Cirúrgica e Anestesiologia do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Norte do Paraná UNOPAR. Campus Universitário. Rod PR 218, Km 01. Caixa Postal 560. CEP 86702-000. Araçongas, Paraná, Brasil.

² Médico Veterinário.

³ Docentes da Disciplina de Técnica Cirúrgica da Universidade de Marília, Marília (SP-Brasil).

⁴ Acadêmico de Medicina Veterinária da Universidade Norte do Paraná.

Vasilev *et al.*, 1991; Huibregtse, 1993; Pawde & Marudwar, 1993; Raats *et al.*, 1993; Zanghellini *et al.*, 1993; Walker *et al.* 1994).

Vantagem do PVC na ortopedia

O polivinilideno é utilizado na confecção de placas ortopédicas que podem ser facilmente cortadas e moldadas durante a cirurgia (Yurraspe & Lumb; 1972 ; Renegar, 1990) , além de propiciarem sua fixação, por fios de aço, substituindo os parafusos (Horlein, 1978; Müller, 1991).

Almeida & Rezende (1990) e Rezende & Almeida (1990) inovam a cirurgia ortopédica veterinária, utilizando placas de PVC. As placas são confeccionadas à semelhança das placas ortopédicas metálicas, utilizadas na reparação de fraturas de ossos longos. Obtém-se placas de baixo custo, flexíveis, com comprimento e espessura variados, resistentes à flexão, à torção e à maioria dos antissépticos, além de serem mais leves que as suas semelhantes de aço inoxidável. Outra vantagem é serem preparadas sob medida, conforme o osso a ser operado, adaptando-se aos seus contornos e podendo ser perfuradas e cortadas mesmo durante o ato cirúrgico.

O processo de consolidação óssea ocorre dentro do tempo previsto e , pelo acompanhamento radiológico, a ocorrência de reações típicas de corpo estranho e de alterações do osso cortical não são observados.

Rodriguez Alvarez (1990), utilizando as placas de PVC na imobilização de fraturas do terço distal do rádio e da ulna, de cães com idade inferior a três meses, cita que estas placas são uma alternativa econômica e recomendável na prática ortopédica veterinária, apesar de observar ruptura de placa, reação periosteal, seroma e áreas de necrose do osso cortical próximas ao implante (Figura 1).

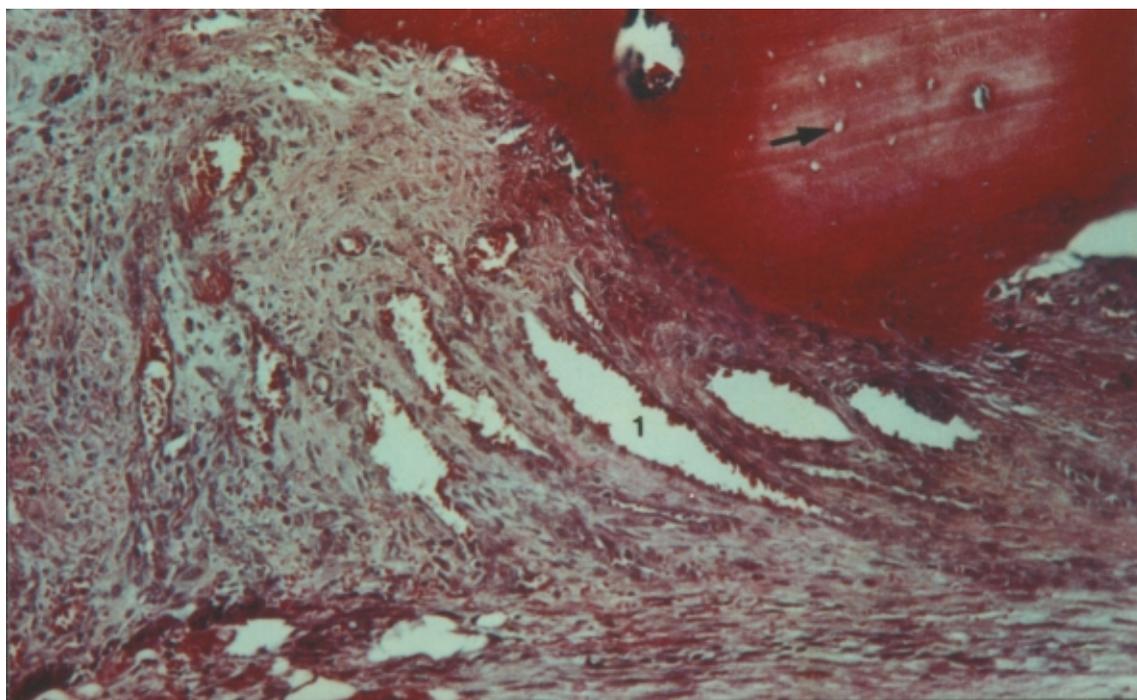


Figura 1: neoformação vascular do tipo cavernosa (1) no conjuntivo peri-cortical do processo espinhoso. Foco de osteonecrose na cortical, caracterizado por lacunas osteocísticas vazias (seta) H.E 125 x (Fonte: Tudury, 1995).

As placas ortopédicas plásticas, por serem rígidas, chegam a provocar menos da metade da osteoporose (Bradley *et al.*, 1979; Clães, 1989) e têm também a vantagem de não sofrerem corrosões (Kelley *et al.*, 1987).

Desvantagens do uso de placas de PVC na ortopedia

O fluoreto de polivinilideno não é totalmente inócuo, pois gera reações subclínicas (histológicas) do tipo corpo estranho (Swain *et al.*, 1987). Além disso, sua superfície interrugosa predispõe a infecções (Hoerlein, 1978). Mesmo assim, Brasmer (1984) e Swain (1987) consideraram as placas plásticas superiores às metálicas na fixação dos processos espinhosos.

O PVC tem a capacidade de absorver substâncias do meio, como benzocaína, calcitriol, clometiozole, clomipramina, diazepam, miconazole, midazolam, nitroglicerina, óxido de etileno, paraldeído, uroquinase e vitamina A que, além de amolecerem a resina, poderão ser liberados no organismo, com diversas conseqüências (WHAT'S..., 1968; Nedich & Grove, 1973; Jones, 1979; Kowaluk *et al.*, 1984; Welty *et al.*, 1988; Ruiz *et al.*, 1991; Holmes & Aldous, 1991; Patel *et al.*, 1991; Pelosky *et al.*, 1992; Airaudo *et al.*, 1993). Durante a sua degradação, o PVC pode, gradualmente, liberar ácido clorídrico (Golding, 1959).

Tempo de permanência de materiais confeccionados com PVC no organismo

Materiais de uso médico, feito em PVC, como sondas, catéteres, contraceptivos, drenos, tubos dializadores, cânulas ruminais e intestinais, tampões esofágicos, próteses bucodentárias, placas otopédicas e corações artificiais (Janisch *et al.*, 1972; Sabadeanu *et al.*, 1972; Hauhurst & Wyman, 1975; Miller & Maltby, 1986; Kemp & Krueger, 1987; Cervera *et al.*, 1989; Rezende & Almeida, 1990; Goodwin & Chester, 1990; Vasilev *et al.*, 1991; Huibregtse, 1993; Pawde & Marudwar, 1993) permanecem no organismo de pacientes humanos e animais por períodos de dias até 18 meses. Rodriguez Alvarez (1990), mantendo as placas ortopédicas de PVC durante 30 dias, em cães, conclui que novas pesquisas devem ser realizadas para comprovar a inocuidade do material, por períodos mais longos de permanência.

Reações do organismo frente aos implantes de PVC

As reações do organismo frente à presença de um polímero podem ser de aceitação, rejeição ou destruição enzimática e fagocitária. Na maioria das vezes forma-se uma cápsula fibrosa, com maior ou menor infiltração de células inflamatórias, podendo ter macrófagos e células gigantes (Figura 2) (Gebelein, 1985).

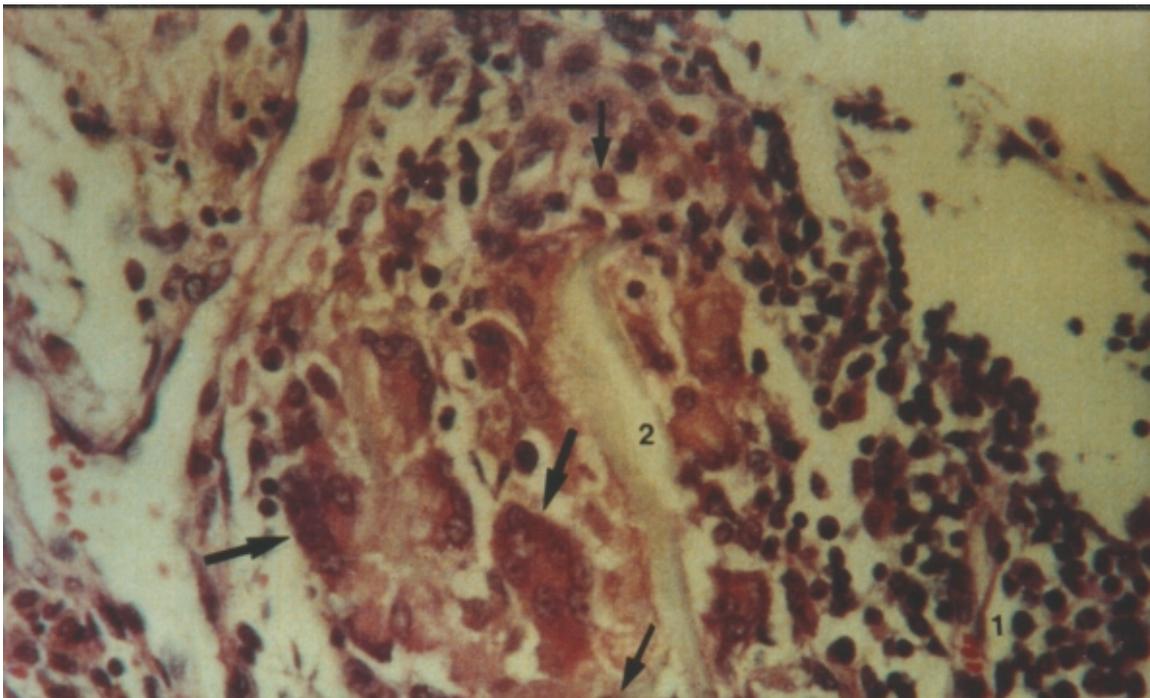


Figura 2: cápsula fibrosa da placa de PVC. Reação inflamatória linfoplasmocitária (1), restos de PVC (2), células epitelióides (setas estreitas) e células gigantes multinucleadas (setas largas, fagocitando os restos de plásticos). H.E. 400x. (Fonte: Tudury, 1995)

Enquanto bordas arredondadas e superfícies lisas diminuem a ocorrência de reações inflamatórias, a movimentação do implante e a presença de plastificantes, estabilizantes e catalisadores a exarcebam (Gebelein, 1985).

Nas experiências com fragmentos de PVC, colocados em tecido subcutâneo ou intramuscular, de ratos e coelhos, observam-se reações inflamatórias de intensidades variáveis (quase nulas, mínimas, moderadas ou intensas), progressivas ou não, acompanhadas, as vezes, de necrose de tecidos circunvizinhos (Guess & Autian, 1966; Guess & Stetson, 1968; Ray *et al.*, 1981; Sharma & Vansudesan, 1982; Marchant *et al.*, 1986; Spilezewski *et al.*, 1988)

É unânime a opinião dos autores de que as diferenças nas reações teciduais não se devem ao polímero, mas sim ao tipo de plastificantes (PVCs flexíveis), aos estabilizantes, e a outros aditivos agregados ao composto. Geertz *et al.* (1974) identificaram, em materiais médicos, vários plastificantes e estabilizantes causadores de reações inflamatórias teciduais. Rodriguez Alvarez (1990), utilizando placas ortopédicas de PVC-Tigre®, não observou alterações histológicas no tecido fibroso que as envolve.

Os objetos confeccionados a partir de PVC, no entanto, não estão isentos de efeitos tóxicos. O cloreto de vinila, componente principal do plástico, quando presente livre (não polimerizado), pode ocasionar, nas espécies animais, menor ganho de peso; acrosteólise; neoplasias; hepáticas, encefálicas, pulmonares, renais, vasculares, peritoniais, mamárias e outras; hepatopatias e nefropatias não tumorais; hepato e esplenomegalia; esclerodermia; síndrome de Raynaud; alergia cutânea; asma; edema e hiperemia pulmonar; degeneração axonal; púrpura por vasculite, assim como aumento da atividade hematopoiética do baço.

A literatura não indica a ocorrência de tumores induzidos pelo PVC ou pelo cloreto de vinila. Uma cânula de PVC, implantada por 12 meses, no intestino de um cavalo, induz a formação de um fibroma (Gerhardz *et al.*, 1991).

A administração de PVC via oral, em cães, junto com alimento, além de ocasionais fezes amolecidas, não exibe alterações clínicas, nos exames sanguíneos de necropsia ou histológicas dos órgãos (Johnson & Schmidt, 1977). Em cães expostos ao cloreto de vinila, pela via aérea, em concentrações de 200 ppm, sete horas por dia, durante 6 meses, não se observam alterações com relação ao peso corporal, peso do pulmão, coração, rim, baço e testículos; hemograma, FA; ALT; AST; uréia, urinálise e histopatologia hepática. Embora, no mesmo experimento, ratos e coelhos exibam lesões hepáticas e renais (Torkelson *et al.*, 1961).

Fatores que influenciam a liberação do cloreto de vinila do PVC

Os fatores de liberação do cloreto de vinila do PVC depende de sua concentração livre no polímero, da afinidade química do monômero pelo elemento envolvente, e das condições de temperatura e umidade (Demertzis & Kontominas, 1986).

A temperatura elevada desencadeia a maior liberação de cloreto de vinila, assim como, os meios oleosos (mais do que os meios aquosos), o contato com a água (mais do que com o ar livre). O PVC com baixa concentração residual do monômero, provoca pequena ou nenhuma liberação do cloreto de vinila, uma vez que os sítios ativos do polímero o retém no seu interior (Kontominas *et al.*, 1985; Demertzis & Kontominas, 1986)

A liberação do monômero não ocorre quando as concentrações no PVC são de 0,01 ppm (Gilbert, 1976), 1 ppm (Rawls, 1975) e 3 ppm (Kontominas *et al.*, 1982). Entretanto, Galea *et al.* (1977) verificaram que ratos, recebendo pelo período de 90 dias água e óleo em contato com o PVC em concentração de 200 ppm, não mostram qualquer sinal clínico, ou nos exames laboratoriais, de intoxicação.

Processo de diminuição da concentração do cloreto de vinila e aditivos no PVC

O cloreto de vinila, plastificantes e estabilizantes, podem ser eliminados ou diminuídos em concentrações, se o plástico, antes de ser utilizado, for lavado com água e detergente, deixando em local ventilado, por 14 dias, e submerso sucessivamente em água destilada, álcool e óleo de oliva (não conservados em recipientes de PVC), por 4 horas (Rawls, 1975; Dressman & Farren, 1978; Figue *et al.*, 1978; Kontominas *et al.*, 1985; Demertzis & Kontominas, 1986; Wu *et al.*, 1989)

Poliuretana derivada da mamona

Em 1984, surgiu no Grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímero da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, coordenado pelo professor Gilberto Chierici, uma resina poliuretana extraída do óleo de mamona (*Ricinus comunis*), que mostrou, logo de início, propriedades compatíveis de um biopolímero. Ela pode ser utilizada como cimento ósseo ou preparada previamente com diferentes consistência e forma, características que a torna muito versátil (Ignácio *et al.*, 1996). Por apresentarem propriedades físicas tais como resistência à abrasão, inatividade química e resistência mecânica, esta resina tem tido um aumento nas suas aplicações como biomateriais (Mazzu & Smrih, 1984; Sturion *et al.*, 1997).

No que se refere à utilização, o poliuretano de origem vegetal, sintetizado a partir do óleo de mamona, não tem sido estudado sistematicamente. Atualmente, a resina de poliuretano é introduzida no interior de alvéolos dentais, após a extração dental, em animais de experimentação, na tentativa de verificar sua participação na remodelação e reparação óssea e alveolar (König, 1997). O óleo da mamona é classificado no mercado internacional por tipos de números de 1 a 3, sendo que o primeiro é obtido por drenagem a frio para ser destinado a fins medicinais (Schaal *et al.*, 1993).

Vantagens do uso da resina da mamona

Ignácio *et al.* (1996), em estudo experimental com coelhos, demonstram que a poliuretana da mamona apresenta propriedades de osteocondução, atuando como espaçador biológico e permitindo que o osso neoformado desenvolva-se ao longo de sua superfície externa. Também permite a regeneração tecidual orientada do osso, na interface osso-polímero. A resina apresenta resistência mecânica compatível com o suporte de carga (compressão axial), que é biocompatível, não tendo ocasionado reações adversas nos tecidos vizinhos. Além de não ser reabsorvida nem substituída por osso neoformado, nos períodos de estudo estipulados.

A notável maleabilidade da resina do óleo da mamona proporciona condições de confecção de próteses penianas flexíveis, próteses vaginais e próteses testiculares, empregadas em seres humanos, apresentando grande aceitação orgânica, nenhuma infecção das próteses implantadas e pouco desconforto em relação ao paciente (Schaal *et al.*, 1993). Próteses confeccionadas em poliuretana derivada da mamona, colocadas em meios biológicos agressivos, mostraram-se inertes, não ocorrendo bioerosão (Hennig *et al.*, 1989).

Dudco (1990), experimentou compósitos de metal-polímeros como prótese de cabeça de fêmur em pacientes idosos. Foram avaliados poliamida/titânio, e as endopróteses tiveram bom desempenho quanto à biocompatibilidade. A associação de metais com polímeros mostra-se vantajosa em relação a simples utilização de metal ou de polímeros isoladamente.

Schaal *et al.* (1993) relatam as principais vantagens da poliuretana da mamona, que seriam a fácil processabilidade, flexibilidade de formação, versatilidade da temperatura de cura, ausência da emissão de irritantes ou vapores tóxicos, e controle do pico exotérmico na transição líquido-gel. Pode ser usada em cirurgias que geram grandes temperaturas e esforços mecânicos. Além do mais, o óleo da mamona (*Ricinus communis*) é abundante e barato no Brasil, garantindo fornecimento de matéria-prima sem interferência externa e sem monopólio.

Ota (1987), Hessenling *et al.* (1989), Bakker *et al.* (1990), Hanthorn *et al.* (1990), Mc Loy *et al.* (1990) e Soldani *et al.* (1991), estudando a bio-compatibilidade de polímeros de poliuretanas, revelam ser, até o momento, um material extremamente bio-compatível, com baixíssima hidrofília, permitindo, inclusive, a regeneração de tecidos orgânicos sobre estes. A ausência de infecções no pós-operatório revelou que a autoclavagem é um método de esterilização, bem como o óxido de etileno (Schaal *et al.*, 1993).

A pesquisa de biopolímeros tem se intensificado nas últimas décadas, sendo grandes as contribuições na área de implantes cardiovasculares, odontológicos, ópticos, neurocirúrgicos e reconstrutivos (Schaal *et al.*, 1993).

Desvantagens do uso da resina da mamona

Os autores consultados demonstram qualidades e vantagens da resina derivada de mamona. Entretanto, Ignácio *et al.* (1996) e König (1997), relatam a necessidade de mais pesquisas para revelar os limites da aplicabilidade do poliuretano da mamona e de suas possíveis reações adversas ao organismo.

Comportamento do organismo frente ao implante poliuretano da mamona

Teixeira (1995), em estudos de resina vegetal de mamona, durante o processo de reparação de defeitos induzidos em mandíbula de rato, demonstrou que a resina teve grande aceitação orgânica, não ocorrendo a formação de cápsula nem migração local de células inflamatórias.

Caruso (1995) e Vlarinho (1995) relatam a presença de células multinucleadas, o que sugere a reabsorção do material implantado. Uma grande limitação ao uso de materiais reabsorvíveis parece estar na dificuldade de se conseguir o equilíbrio correto entre a absorção do material e o crescimento ósseo (Gross & Strunz, 1985)

A substância básica do polímero é o óleo *Ricinuns communis*, um ácido graxo, que se “potaria” como um lípide, permitindo, portanto, a sua degradação por um mecanismo de lipólise (Chierice, 1997).

A poliuretano da mamona pode ser adicionada ao carbonato de cálcio. A adição do carbonato de cálcio à resina tem a função de fornecer os íons cálcio, facilitando a troca iônica na interface de contato osso-resina, levando a um incremento no mecanismo de deposição de íons de cálcio na matriz colágena, nas diversas fases do processo de reparação óssea (Fujiu & Ogino, 1984; Berry *et al.*, 1986; Lin *et al.*, 1995); além da presença de sais de carbonato, que aumentam os níveis de dissolução, com a manutenção de uma superfície de constantes trocas iônicas (Ong *et al.*, 1994).

Por ser uma substância com pH alcalino, o carbonato de cálcio estimularia a resposta orgânica com conseqüente liberação de íons ácidos, para normalizar esta variação no pH, determinando uma reação química com liberação de íons cálcio e dióxido de carbono (Chierece, 1997).

Kharmandayan (1997), em seu estudo da interface de contato entre osso e implantes de poliuretano em coelhos, com e sem carbonato de cálcio, empregando microscopia de luz e eletrônica de varredura, concluiu que o processo de reparação tecidual foi gradual, havendo o preenchimento do espaço ao redor do pino por tecido colágeno e a neoformação de tecido ósseo (Figura 3 e 4), e que ocorreu de forma mais intensa nos animais do grupo de 360 dias de pós-operatório.

A microscopia eletrônica de varredura revelou, nos diferentes períodos experimentais, que a superfície de interface entre o tecido ósseo e o pino foi preenchida, e mostrou a formação de uma camada densa de tecido colágeno, a neoformação óssea, e as trabéculas do tecido ósseo adjacente em aspectos tridimensionais (Kharmandayan, 1997).

A microscopia eletrônica de varredura demonstrou que houve pequenas diferenças qualitativas, na superfície do pino, ao longo dos períodos analisados, sendo mais evidente nos que continham carbonato de cálcio. A alteração mais acentuada foi verificada nos animais de 360 dias pós-operatório (Kharmandayan, 1997).

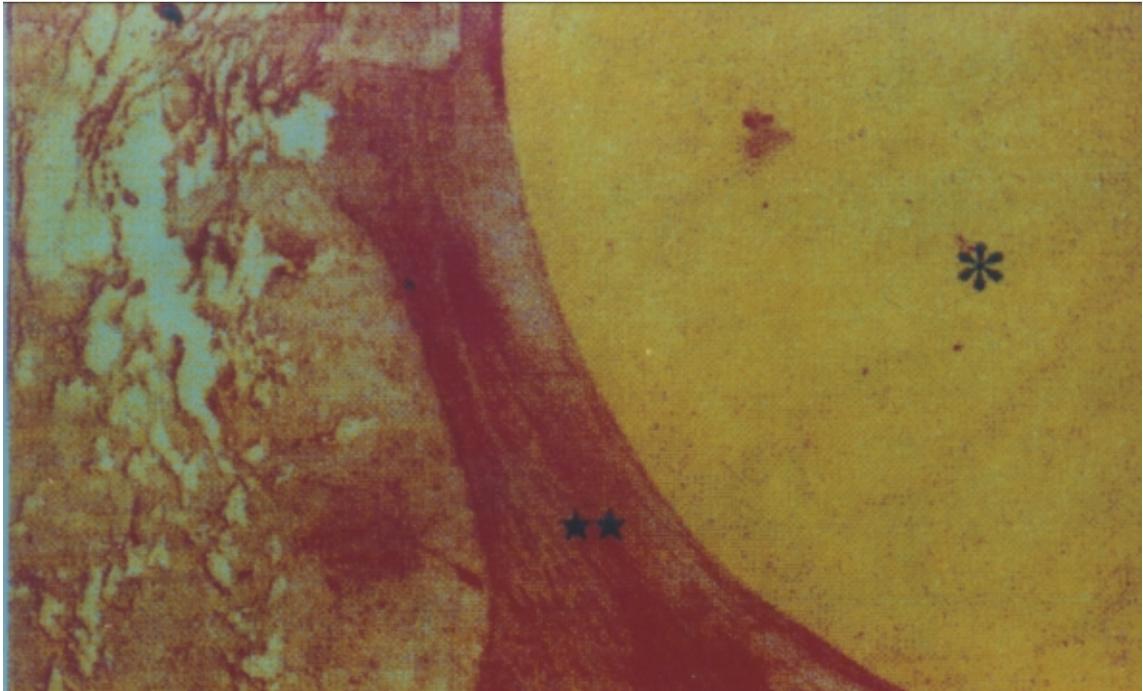


Figura 3: fotomicrografia de corte histológico de tíbia de coelho. Implante sem carbonato de cálcio, 180 dias de pós-operatório. Aspecto geral da superfície de corte do implante (*) e tecido colágeno envolvente (**). 80x. Azo-carmin. (Fonte: Kharmandayan, 1997).

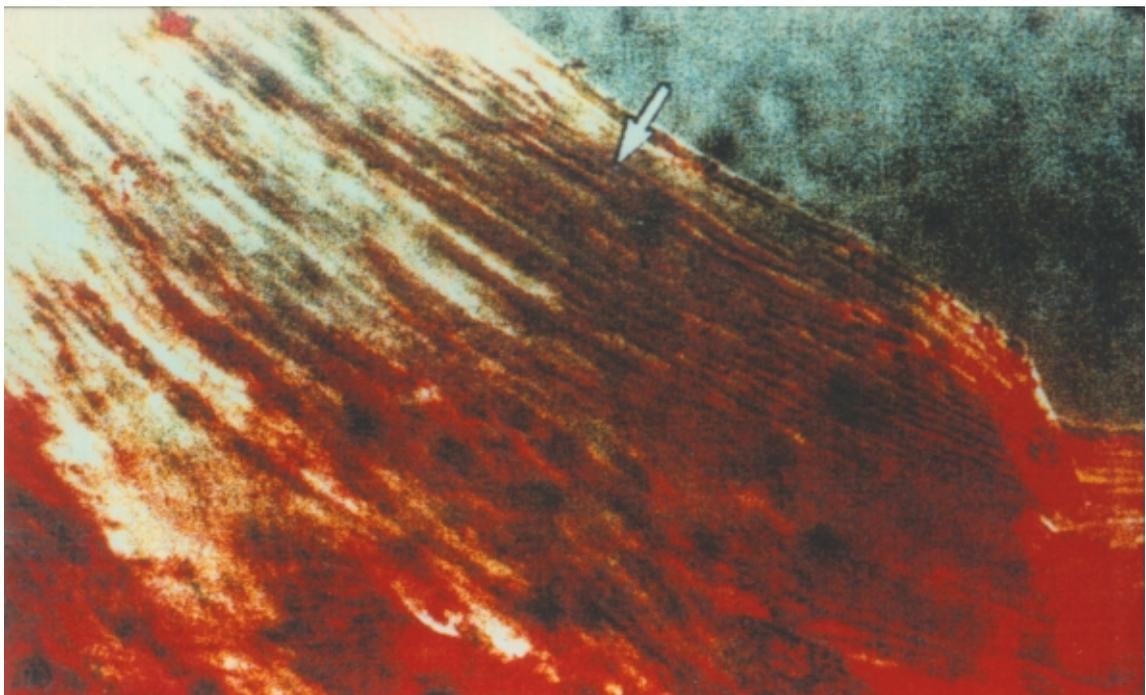


Figura 4: fotomicrografia de luz polarizada. Corte histológico de tíbia de coelho. Implante com carbonato de cálcio, 180 dias de pós-operatório. Observar fibras colágenas densas junto à superfície do pino (seta). 240x. Picosírios. (Fonte: Kharmandayan, 1997).

Metacrilato

O metacrilato de metila, frequentemente com uma ligação por união dupla do tipo acrilato, é comercializado sob a forma de pó e líquido. O pó é o metacrilato de metila, pré-polimerizado, e o líquido é o monômero de metacrilato de metila. Quando da mistura de pó e líquido, uma massa plástica é produzida e pode ser moldada à forma desejável. Esse polímero é mais usado em odontologia (O'Brien *et al.*, 1981; Metalman *et al.*, 1989).

Vantagens do uso do metacrilato

Em Medicina Veterinária, o uso do metacrilato de metila tem obtido resultados satisfatórios, em confecções de pinos de Steinmann para grandes e pequenos animais, e pinos de fixação externa de traturas (Ross *et al.*, 1993; Martens *et al.*, 1996).

Beaver *et al.* (1996) relatam o uso polimetilmetacrilato em cirurgia estética em equinos; prótese de testículos foram confeccionadas e pós implantadas na saco escrotal. Não houve interferência na qualidade de espermatozoides, produzidos pelo testículo vizinho ao implante. O polímero é resistente à torção, tração e flexão. Porém, a resistência à tração é ligeiramente maior; são também resistente ao impacto (O'Brien *et al.*, 1981; Metalman *et al.*, 1996). O polimetilmetacrilato é resistente à abrasão, e podem entrar na composição de próteses que exijam atrito (Leinfelder *et al.*, 1989).

Desvantagens do uso do metacrilato

O processo de confecções de próteses com o polimetilmetacrilato é laborioso, e exige do profissional treinamento para que a peça (prótese) não adquira porosidade, o que leva a uma infiltração de água na estrutura da prótese (Leinfelder *et al.*, 1989). O metacrilato é prejudicial à pele e ao aparelho respiratório do manipulador (O'Brien *et al.*, 1981).

Reações do organismo frente aos implantes de metacrilato

O contato com resinas não polimerizadas adequadamente podem causar sensibilidade, resultando em erupções na pele ou falha respiratória nos casos severos (O'Brien *et al.*, 1981).

Conclusão

Na revisão sobre a aplicação e reações orgânicas frente aos implantes de biopolímeros (plásticos, poliuretana derivada da mamona, polimetilmetacrilato) conclui-se que: (1) O cloreto de polivinila (PVC), apesar de ser um plástico rígido, pode ser moldado ao formato desejável, e pode ser largamente utilizado nas áreas médica e veterinária, mostrando grande valia na ortopedia, pois permite a confecção de placas sob medida para cada animal durante o processo cirúrgico, além de serem estáveis e poderem ser esterilizadas pelo calor. (2) Peças confeccionadas com PVC, para estabilização de fraturas, desencadeiam reações inflamatórias crônicas granulomatosas no tecido fibroso que envolve a resina, bem como sinais de toxicidade local no osso adjacente, sistêmica e no baço. Portanto, há necessidade de mais estudos sobre segurança da utilização do PVC e de sua biocompatibilidade. (3) A resina derivada do óleo da mamona (*Ricinus communis*) demonstrando fácil processabilidade, boa flexibilidade, excelentes propriedades estruturais, ausência de reações inflamatórias do tipo corpo estranho e toxicidade, excelente biocompatibilidade, baixíssima hidrofília e pouca aderência bacteriana, revelou-se um material perfeito para a confecção de próteses ósseas e implantes moles com grande interação orgânica. (4) Apesar da poliuretana da mamona apresentar esta série de vantagens, são necessários mais estudos para verificar completamente a sua eficácia, bem como para baratear o seu uso. (5) O polimetilmetacrilato, quando não totalmente polimerizado, provoca erupções na pele ou

falha respiratória nos casos severos. (6) Há necessidade de mais estudos para verificar a eficácia do metacrilato de metila em implantes e próteses.

Referências Bibliográficas

- AIRAUDO, C. B.; BIANCHZ, C.; VERDIER, M, *et al.* Comparative sorption of clomipramine, viloxagine, and maprotiline hydrochlorides in polyvinylchlorides bags and glass vials. *Clin. Ther.*, v. 14, n. 2, p. 192-195, 1992.
- AIRAUDO, C. B.; GAYTE-SORBIER, A.; BIANCHZ, C. Comtibility of dezapam (Valium), clorozepate dipotassium salt (Trascene) and midazolam hydrochloride (Hyprovel) with stedim 6 , a new multilayer polyethylene-lined film for infusion bags. *J. Pharm. Ther.*, v. 18, n. 6, p. 389-392, 1993.
- BAKKER, D.; VON BLITTER SWITSH, C. A; HESSENLING , S. C.; KOERTEN , H. K.; KWIJERS, W.; GROTE, J. J. Biocompatibility of a polyester urethane, polypropilene oxide and polyether polyestes copolymer. A qualitative and quantitative study of there alloplastic tympanic membrane materialsin the rat umiddle ear. *J. Biomed.Mater. Res.*, v. 124, p. 489-515, 1990
- BEAVER, D. P.; Mac PHERSON, G. C. *et al.* Methyl-mothacrylate and bone serew repoir of seventh lumbar fracture-luxations in dogs . *School of Veterinary Medicine-Winsconsin-Madison*, v. 37, n. 8, p. 381-386, 1996.
- BERRY, J. L.; GEIGER, S. M.; MONAN, J. M.; SKARABA, J. S.; GRENWALD, A. S. Use of tricalium phosphatase or eletrical stimulation to enlance the bone-porous implant interface. *J.Biom. Mater. Nes.*, v. 20, p. 65-77, 1986.
- CARUZO, S. L. Implantes de Resina Poliuretana Vegetal em Arco Zigomático de ratos. In: JORNADA ACADÊMICA DE ARARAQUARA – UNESP , 9., 1995 , Araraquara. *Anais...* Araraquara : UNESP, 1995. p. 116
- CENVENA , M. ; DOLZ, M.; HENNAEZ, J. V. Evolutions of the elastic behanious of central venous PVC, polyurethane and silicone catheters. *Phys. Med. Biol. London*, v. 2, n. 34, p. 177-183, 1989.
- CHIERICE, G. O. *Comunicação Pessoal*, 1997.
- DERMERTZIS, P. ; KONTOMINAS, M. G. Study of sorption of vinylcholvide on unplasticized polyvinylcholvide in mold food systems by classical partition : Effect of monomer concentration , temperature and polymer particule size . *Lebensmittel-Wissenschaft Und Techologil Kuesnacht*, v. 19, n. 1, p. 1-6, 1986.
- DRESSMAN, R. C.; Mc FARREN, E. F. Determination of vinylchlovide migration from polyvinyl chlovide pipe into water. *J. Am. Water Eorks Assoc. Demer*, v. 70, n. 1, p. 29-30, 1978.
- DUDLO, G. E. Experience with using polymer-metal endo prothesis in the elderly patients. *Ortop Travmotol. Protez.* v. 2, p. 46-48, 1990.
- FIGGE, K.; KOCH, J.; FREYTAG, W. The suitability os simultants for foodstuffs, cosmetics and pharma-ceutical products in migration studies. *Food Cosmet. Toxicol.*, Oxford, v. 16, p. 135-148, 1978.
- FUJUI, T.; OGINO, M. Difference of bond bonding behavior among surface active glasses and sintered apatite. *J. Biom. Mater. Nes.*, v. 18, p. 845-54, 1984.
- GALEA, V.; PREDA, N.; POPA, L. *et al.* Potentialul de contaminase de vinil a unor alimente ombalate in de PVC. *Igiena, Bucharest*, v. 26, n. 3, p. 209-212, 1977.
- GEBELEIN, C. G. Medical applications of polymers. In: TESS, N. W.; POEHLEIN, G.W. *Appleid polymer sciense*. 2. ed. Washington : Chemical Society, 1985. p. 535-556.
- GEERTZ, W.; DYER, K.; JOHNSON, D. *et al.* Polyvinil chovide biomedical products: Toxicity testing and identification of addtives. *Trans. Amer. Soe. Artif. Int. Organs*, v. 20, p. 42-45, 1974.

- GERHARDS, H.; NADICKE, S.; HIPPEL, K.P. Anlage, pflege und nutzung von dünndarfsteln bei ponys. *Pferdeheil-Kunde*, v. 7, n. 5, p. 243-248, 1991.
- GILBERT, S. G. Migration of minor constituents from food packaging materials. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 41, n. 4, p. 955-958, 1976.
- GNOSS, U.; STRUNZ, V. The interface of various glasses and ceramics with a bony implantation bed. *J. Bom. Mater. Nes.*, v. 19, p. 251-71, 1985.
- GOLDIN, B. Polimers and resins. [S. l.]: *Princeton: van Nostrand*, 1959. 744p.
- Prostatectomy using latex or polyvinyl chloride three-way catheters. *Royal Coll. Surg. England; London*, n. 72, p. 125-127, 1990.
- GOTTESMAN, R. T; GOODMAN, D. Poly (vinyl) chloride. In: TESS, R. W., POEHLEIN, G. W. Applied polymer science. 2 ed. Washington : American Chemical Society, 1985. p. 383-440.
- GUESS; W. L.; AUTIAN, J. Incidence of formation in rats implanted with medically used polyvinyl chloride tubings. *Acta Pharm. Sulcica*, v. 3, p. 123-128, 1966.
- GUESS, W. L.; STETSON, S. B. Tissue reactions to organotin-stabilized polyvinyl chloride (PVC) catheters. *J. Am. Med. Assoc.*, v. 204, n. 7, p. 590-584, 1968.
- HAYHUNST, E. G; WYMAN, B. Morbidity associated with prolonged use of polyvinyl feeding tubes. *Am. J. Dis. Child*, Chicago, n. 129, p. 72-74, 1979.
- HENNING, E.; JOHN A; ZANTANAK, F.; LEMM, W.; BUCHERL, E. S.; WICK, G.; GERLACH, K. Biostability of polyurethanes. *Z. EXP. CHIN. Transplant Kunstli Che Organe*, v. 22, n. 4, p. 204-20, 1989.
- HOLMES, S. E. S. Stability of microgels in peritoneal dialysis fluid. *Am. J. Pharm.*, v. 48, n. 2, p. 286-290, 1991.
- HUIBREGTSE, K. Plastic or extensive biliary endoprotheses? *Scandinaviam J. Gastroenterol.*, v. 200, n. 28, p. 3-7, 1993.
- IGÁCIO, H.; MAZZER, N.; BARBIERI, C. H.; CHIENICI, G. Estudo sobre a aplicabilidade médica da poliuretana da mamona. *Resenha Ortopédica*, v. 2, n. 6, p. 10-12, 1996.
- JANISCH, H.; MICHALICA, W.; PICHA, E. *et al.* Mukopyometra und Korpuskarzinom. *Strahlentherapie, Munich*, v. 5, n. 143, p. 511-515, 1972.
- JOHNSON, W. S.; SCHIMIDT, N. E. Effects of polyvinyl chloride ingestion by dogs. *Am. J. Vet. Nes.*, v. 38, n. 11, p. 1891-19-892, 1977.
- JONES, A. B. In vitro evaluation of hemolytic and cell culture toxicity potential of residual ethylene oxide in selected medical materials. *J. Biomed. Mat. Res.*, New York, n. 13, p. 207-216, 1979.
- KEMP, C.; Knuger, J. S. S. Atrial cannulation for long term sequential blood collection. *Am. J. Vet. NES*, Schamburg., v. 6, n. 48, p. 990-991, 1987.
- KHARMANDAYAN, P. *Estudo da interface de contato entre osso e implantes de poliuretano com e sem carbonato de cálcio, empregando microscopia de luz e eletrônica de varredura, em coelhos*. São Paulo, 1997. 175p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, Escola de Medicina.
- KÖNIG JR, B. *Comunicação Pessoal*. 1997.
- KONTOMINAS, M. G.; DEMERTZIS, P. G.; GILBERT, S. G., Sorption of vinyl chloride on to polyvinyl chloride by classical partition and inverse gas chromatography: Comparison of two methods. *J. Food Process. Preserv. Westport*, v. 9, n. 4, p. 223-234, 1985.
- KONTOMINAS, M. G.; MILTZ, J.; GILBERT, S. G. Sorption Of VCM In PVC Selected Food Simulants Systems. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 47, p. 1208-1210, 1982.
- KOWALUK, E. A.; ROBERTS, M. S.; POLACK, A. E. Dynamics of clomethiazole edisylate interaction with plastic infusion system. *J. Pharm. Sci.*, v. 73, n. 1, p. 43-47, 1984.
- LEINFELDER, K. F.; LEMONS, J. E. *Clínica Restauradora*. São Paulo : Ed. Santos, 1989. 380p.

- LIN, F. H.; C. C.; LU, C. M.; LIU, H. C.; SUN, S. S.; WANG, L. Y. Mechanical properties and histological evaluation of sintered B2P2O7 With Na2 P2O7. 10 H2O addition. *Biomaterials*, v. 16, p. 793-802, 1995.
- MARCHANT, R. E.; ANDERSON, J. M.; DILLIGHAM, E. ° Zn Vivo Biocompatibility studies. VO. Inflammatory response to polyethylene and to a cytotoxic Polyvinylchloride. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 20, p. 37-50, 1986.
- MARTENS, A.; STEENHAUT, M. Conservative and surgical treatment of tibial fractures in cattle. *Faculty of Veterinary, Dep. Of. and anesth. State University of Ghent.*, v. 4, n. 2, p. 127-135, 1996.
- MAZZU, A. L.; SMITH, C. P. Determination of extractable methylene dialene in thermoplastic polyurethane by HPLC. *J. Biom. Mater. Res.*, v. 24, p. 961-8, 1984..
- MCLOY, T. T.; WABERS, H. D.; COOPER, S. L. Series shunt evaluation of polyurethane vascular graft materials in chronically. A. V. shunter caniner. *J. Biomed. Mater. Res.* v. 24, p. 107-129, 1990.
- METELMAN, L. A. *et al.* A mechanical evaluation of the resistance of various interfragment wire configurations to torsions. *Dep. Of. Clinical Sci. college of veterinary medicine and biomedical Sciences, Colorado State University*, v. 25, n. 3, p. 213-220, 1996.
- MILLER, W. H.; MALTBY, M. A. A. Rumen cannula for small ruminants. *J. Rangel Monage, Denver.*, v. 5, n. 49, p. 974-975, 1986.
- MÜLLER, D. LUBRAPLATTENTECHNIK ZUR STABILISIERUNG VON WIRBELSULENFRAKTUREN. *Pratische tierozt, hannover.*, v. 9, n. 12, p. 729-732, 1991.
- NAATS, J. G; COCKCNOFT, B. K; CLANKE, D. A. *et al.* Surgical procedure and closing device for large oesophageal fistulae in goats. *Small Ruminant Nes.*, v. 1, n. 11, p. 65-70-, 1993.
- NEDICH, R. L.; GNOVE, M. Vitamin absorption from plastic in bags. *J. Am. Med. Assoc.*, v. 224, n. 11, p. 1531-1532.
- OBRIEW, W. J.; RYGE, G. *Materiais Dentários*. Rio de Janeiro : Panamericana, 1981. 382p.
- ONG, S. L.; CHITTUNR, K. K.; LUCAS, L. L. Dissolution/Reprecipitation and adsorption studies of calcium phosphate coatings by FT- IN/ ATR Techniques. *J. Biom. Metre. Nes.*, v. 28, p. 1337-46, 1994.
- OTA, K. Towards an ideal polyurethane graft for hemodialysis. *J. Biomater. Appl.*, v. 4, p. 141-157, 1989.
- PATEL, J. L.; TRAN, L. T.; SINAI, W. J. *et. al.* Activity of urokinase diluted in 0,9% sodium chloride injectin or 5% dextrose injection and stored in glass or plastic syringer. *Am. J. Hosp. Pharm.*, v. 48, p. 1511-1514, 1992.
- PAWDE, A. M.; MANUDWAN, S. S. Peritoneal dialysis in experimental peritonitis cabres. *Indian Vet. S.*, v. 7, n. 70, p. 645-647, 1993.
- PECOSKY, D. A.; PANASNAMPUNIA, S., L. C. *et al.* Stability and sorption of calcitriol in plastic tuberculin springs. *Am. J. Hosp. Pharm.*, v. 49, n. 6, p. 1463-1466, 1992.
- RAWLS, R. L.. PVC Makers Confident on Food-contact Uses. *Eng. News*, Washington, v. 53, n. 37, p. 11-12, 1975.
- RAY, A. R.; VERMA, K.; CHAUDHNY, V. P. Evaluation of biocompatibility for peritoneal dialysis catheter. *Indian J. Med. Res.*, v. 74, p. 308-311, 1981.
- ROSS, J. T.; MATTHIESEN, D. T. The use of multiple pin and methacrylate external skeletal fixation for the treatment of orthopedic injuries in the dog and cat. *Veterinary And Comarative-Orthopaedics and Traumatology*, v. 6, n. 2, p. 115-121, 1993.
- RUIZ, F. B.; ALANC, A. E. M. A. .S.; SERRANO, A. L. *et al.* Perdidas de nitroglicerina intravenosa al administrarla mediante sistemas de infusión de cloruro de polivinilo. *Med. Clin.*, v. 96, n. 4, p. 129-131, 1991.

- SABADEANU, V.; POPA, P. D.; MULFAY, V. Une methode nouvelle de fixation de la prothese lacrymale. *Arch. Opthalol.*, Paris, v. 2, n. 32, p. 151-154, 1972.
- SCHAAL, C. H., R. P.; MAEDA, M. P.; MAUAD, L. M. Q. *Relatório do Hospital veterinário Amaral Carvalho*: relatório dos resultados preliminares da aplicação do polímero vegetal em próteses e orteses, 1993.
- SCHIMIDT, H. Alterações de cor em copolímero de cloreto e acetato polivinílicos, de uso em protese buco-maxilo-facial. *Rev.Fac. Odont. São Paulo.*, v. 2, n. 11, p. 245-252, 1973.
- SHARMA, R.; VASUDESAN, P. Biocompatibility screening of poly (vinyl) cholovide implants. *Biomaterials*, v. 9, p. 253-256, 1988.
- SOLDANI, G.; MEICOGLIANO, R. Bioartificial polymeric material obtarneal from blends of synthec polymers with fibrin and collagen. *Int. J. Art. Org.*, v. 14, p. 29-503, 1991.
- SWAIN, S. F.; RIBBLE, G. A.; WILSON, J. W. Histolgy evaluation of response to implantation of polyvinilidene plates in dogs And Rats. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v. 17, n. 5, p. 278-281, 1988.
- SWAIN, S. F. Vertebral and spinal iord sugery. In: OLIVER, J. E.; HOERLEIN, B. F.; MAYHEW, Z. G. *Veterinary neurology*. Philadelphia : Saunders, 1987. p. 416-469.
- TEIXEIRA, H. M. Reação a resina Vegetal de Mamona Durante o Processo de Reparo em Defeitos Ósseos Induzidos no Corpo da Mandíbula. In: JORNADA ACADÊMICA DE ARARAQUARA-UNESP, 9., 1995, Araraquara. *Anais...* Araraquara : UNESP, 1995.
- TORKELSON, R. R., Y.; ROWE, V. K. The toxicity of vinyl cholvide as determined by repeted expinsure of laboratory animals. *Am. Ind. Hyg. Assc. J.*, p. 354- 361, 1961.
- TUDURY, E. A. *Imobilização interna na coluna vertebral lombar com placas de cloreto de polivinila em cães*. Belo Horizonte, 1995. 116p. (Estudo Experimental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola Veterinária.
- VALISEV, D; FILIPOV, S. *et al.* Our experience with the use of the new bulgarion intrauterine contraceptive device, the venus 300. *AKUSH. Ginekol, Sofia*, v. 2, n. 30, p. 39-43, 1991.
- VILARINHO, R. H. Comportamento dos Tecidos Oculares Frente ao Implante de Poliuretano Vegetal. In: JORNADA ACADÊMICA DE ARARAQUARA- UNESP, 9., 1995, Araraquara. *Anais...* Araraquara : UNESP, 1995.
- VINYL chloride, polyvinyl chloride and vinyl chloride-vinyl acetate copolymers. *Monogr. Eval. Carcinog. Risk Chem. Hum.*, Lyons, v. 19, p. 377-438, 1979.
- WALKER, J. A ; HARMON, D. L; GROSS, K. L. *et al.* Evaluation of nutrient utilization in the canine using the cannulation technique. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 124, n. 12, p. 2672s-2676s, 1994.
- WALKER, J. A.; HANMON, D. L; GROSS, K. L. *et al.* Evaluations of nutriente utilization in the canine using the ideal commulation technique. *J. Nuth.*, v. 12, n. 124, p. 2672s-2676s, 1994.
- WALKER, T. L.; TOMLINSON, S.; SORJONEM, D. D. *et al.* A new esophogal Plug. *J. Range. Monage.*, v. 38, n. 2, p. 185-187, 1985.
- WLTY, T. E.; CLOYD, J. C.; MONEM, M. M. A. Delivery of paraldehyde in 5% destrose and 0,9% sodium clovide injections through polyvinyl chloride i. v. Setes and burettes. *Am. J. Hosp. Pharm.*, Bethesda, v. 45, p. 131-153, 1988.
- WHAT'S in PVC. *Lancet*, London, v. 2, p. 34, 1968.
- WU, W.; ROBERTS, R. R.; CHUNG, Y. C. *et al.* The Extraction Of Organation Compounds From Polyvinyl Chlovide Pipe. *Aech. Environ. Contam. Toxicol.*, New York, v. 18, p. 839-843, 1989.
- YTUNNASPE, D. S; LUMB, W. V. The use of plastic spinal plates for internal fiscation of the canine spene. *J. Amer. Vet. Med. Anoe.*, v. 12, n. 161, p. 1651-1657, 1972.
- ZANGEHELLINI, G; RHEINBERGER, V; ARENDS, J. Quantification of deposits formed in the oral cenity on varioups materials after a 2 year period. *J. Prosthetic Dent.*, n. 70 , p. 414-420, 1993.

The use of polymers in Veterinary Medicine

Abstract

Despite the fact that polyvinyl chloride (PVC) presents advantages in its application in orthopedics in terms of rigidity, as it can be molded to desirable formats during surgical acts and it is stable when sterilized in heat at low cost, it triggers granulomatous chronic inflammatory reactions in the fibrous tissue involving implants, as well as presenting signs of toxicity in the adjacent bone, systemic and spleen toxicity. Among biomaterials utilized in the medical area, metals, ceramics and polymeric materials stand out. In recent years, there has been great progress in the biopolymer field, such as polymethylmethacrylate, polyvinyl chloride (PVC) and the polymer of castor oil (*Ricinus comunis*); all with wide application in medical, odontological and biological areas. Despite their advantages and disadvantages, they can only be applied in specific and restricted fields, as the ideal biopolymer does not yet exist. However, castor oil resin is a material of excellent biocompatibility and of perfect interaction with the organism as it bears properties such as easy processing, good flexibility, excellent structural properties, absence of irritating vapors or inflammatory reactions of the foreign body type, absence of toxicity, low hydrophily and bacterial adherence and easy sterilization. The greater restraint of the application of castor oil may be its cost. More studies are necessary to reduce the cost of this material so as to make it accessible and widely used in Veterinary Medicine. Methylmethacrylate causes reactions such as eruptions in the skin, respiratory fails, irritating vapors which can lead to allergic reactions in the manipulator of the material. It also requires laborious preparations, which can restrict its use.

Key words: polymers, polyvinyl chloride, polymethylmethacrylate, castor oil polyurethane.

STURION, D. J.; BUCK, E. L.; TANAKA, N. M.; GERMANI, M. H.; STURION, M. A. T. The use of polymers in Veterinary Medicine. *UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 103-115, out. 1999.

