

**LIANA MESQUITA VILELA**

**ALOENXERTO MENISCAL DE COELHO: AVALIAÇÕES DA MORFOLOGIA, DA  
VASCULARIZAÇÃO E DA TÉCNICA CIRÚRGICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Science*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V699a  
2013

Vilela, Liana Mesquita, 1980-

Aloenxerto meniscal de coelho : avaliações da morfologia, da vascularização e da técnica cirúrgica / Liana Mesquita Vilela. – Viçosa, MG, 2013.

xii, 22 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Ricardo Junqueira Del Carlo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 18-22.

1. Coelho. 2. Meniscos (Anatomia). 3. Colágeno.  
4. Glicerina. 5. Tecido conjuntivo. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.089172

LIANA MESQUITA VILELA

**ALOENXERTO MENISCAL DE COELHO: AVALIAÇÕES DA MORFOLOGIA,  
DA VASCULARIZAÇÃO E DA TÉCNICA CIRÚRGICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de março de 2013.

---

Luiz Gonzaga Pompermayer

---

Tatiana Schmitz Duarte

---

Kelly Cristine de Sousa Pontes

---

Betânia Souza Monteiro

---

Ricardo Junqueira Del Carlo  
(Orientador)

*Aos meus pais, Rui e Nadja, e minhas irmãs, Patricia e Natália por todos os momentos de alegria e carinho, pelas palavras de incentivo, por serem exemplos de bondade e honestidade, por estarem sempre presentes na minha vida.*

*Ao meu marido Edson, por ser tão cuidadoso e compreensivo, por ter me dado força e me ajudado na realização deste trabalho e nunca me deixar desistir dos meus sonhos, pela dedicação e amizade. É muito bom tê-lo ao meu lado.*

*Ao meu avô Jurandy (in memoriam) e minha sogra Eliane (in memoriam) pelo carinho, cuidado e preocupação, por terem me feito tão feliz.*

*Ao meu orientador, Prof. Ricardo Del Carlo, por ter me ajudado a realizar este sonho, por toda compreensão, confiança, conselhos e ensinamentos. Por ser um exemplo para mim, de profissional e ser humano.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida. Por ter me dado força e perseverança para que eu seguisse o caminho que escolhi.

A Universidade Federal de Viçosa pelas condições oferecidas para o desenvolvimento da minha pesquisa.

A Capes pela concessão da bolsa de estudo, que viabilizou a realização desse experimento.

Aos professores que me ajudaram na realização deste trabalho, João Carlos Pereira da Silva, Sérgio da Matta e Rubens Chaves de Oliveira, pela paciência, aprendizado e disponibilidade.

A todos os professores do Departamento de Medicina Veterinária da UFV, pelos ensinamentos e pela ajuda.

Aos amigos e colegas de pós-graduação, Simone, Tatinha, Kelly, Ana Flora, Emily, Betânia, Pablo, Maurício e Mastoby, e aos estagiários, Amanda, Daniel e Gustavo, que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e para meu crescimento profissional e/ou pessoal.

Aos professores, alunos e funcionários do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Cesmac, pela maravilhosa convivência e aprendizado diário.

A Rosi, por sua disponibilidade em resolver tudo e seu profissionalismo.

Aos funcionários da Medicina Veterinária da UFV que sempre se mostraram disponíveis para ajudar.

## **BIOGRAFIA**

LIANA MESQUITA VILELA, filha de Rui Figueira de Mesquita Filho e Nadja Amara Silva de Mesquita, nasceu em 11 de julho de 1980, em Recife, PE.

Em setembro de 2004, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife. Em março de 2006, concluiu a Residência em Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Pequenos Animais no Centro Universitário Vila Velha (UVV), em Vila Velha, ES. Em outubro de 2008, concluiu o Mestrado em Medicina Veterinária, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em MG, concentrando seus estudos na área de Cirurgia de Pequenos Animais.

Atualmente, é professora do Centro Universitário Cesmac, em Maceió, AL, ministrando as disciplinas de Anestesiologia Veterinária, Técnica Cirúrgica Veterinária e Patologia e Clínica Cirúrgica Veterinária.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	4
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	10
<b>CONCLUSÕES</b> .....	17
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	18

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Meniscectomia medial total do joelho esquerdo. A: ligamento colateral medial e ligamento patelar afastados com fio de náilon, facilitando a visualização do menisco (seta) e a secção dos ligamentos meniscocapsulares com agulha hipodérmica 40x12. B: após visualização da porção cranial (seta) e caudal do menisco, foi feita a secção dos ligamentos meniscotibiais cranial e caudal, possibilitando a meniscectomia. a: ligamento patelar; b: ligamento colateral medial..... 6
- Figura 2.** Fios cirúrgicos aplicados no menisco. A: menisco sendo transfixado com dois pontos de reparo em “U”, com auxílio de agulha hipodérmica 13x0,45. B: menisco com fios inseridos entre o terço médio e os cornos cranial (CCr) e caudal (CCa).....6
- Figura 3.** Implantação e fixação do menisco na articulação. A: menisco posicionado sobre o platô tibial. B: fios passados do interior para o exterior da articulação. Ligamento patelar (a); ligamento colateral medial (b); fio caudal ao ligamento colateral medial (1); fio lateral ao ligamento patelar (2).....7
- Figura 4.** Método de avaliação da vascularização dos meniscos. A: cateter de silicone inserido e ligado o mais distal possível na artéria femoral. B: injeção de sulfato de bário, preenchendo a artéria femoral.....9
- Figura 5.** Fotomicrografias dos cornos de meniscos próprios (A, B, C e D) e tratados (E, F, G e H), demonstrando condrócitos envolvidos por substância intersticial. Nas figuras D e H observam-se fibroblastos e fibrócitos (setas) na região periférica dos cornos e condrócitos na região central. HE.....12
- Figura 6.** Fotomicrografias dos corpos de meniscos próprios (A e B) e tratados (D e E), demonstrando presença de fibrócitos e fibroblastos em região periférica e central. Em C (próprio) e F (tratado) observam-se condrócitos espalhados por todo o corpo do menisco. HE.....13
- Figura 7.** Fotomicrografias das fibras colágenas observadas em microscópio de luz

polarizada. Fibras colágenas tipo I: coloração amarela, laranja e avermelhada; tipo III: cor verde. Fibras colágenas organizadas foram observadas nos cornos (A e B) e corpo (C) dos meniscos próprios (MP). Nos meniscos tratados (MT) observou-se desorganização das fibras nos cornos (D e E) e organização da maioria das fibras presentes no corpo (F). Picrosirius Red.....15

- Figura 8.** Radiografias contrastadas dos meniscos tratados (MT), demonstrando vascularização nos tecidos perimeniscais e borda periférica do corpo e cornos meniscais (setas).....16
- Figura 9.** Radiografias contrastadas dos meniscos próprios (MP), demonstrando vascularização nos tecidos perimeniscais e borda periférica do corpo e cornos meniscais (setas).....17

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b>	Tamanho, forma e fixação periférica dos meniscos tratados.....	11
------------------	--	----

## RESUMO

VILELA, Liana Mesquita, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Aloenxerto meniscal de coelho: avaliações da morfologia, da vascularização e da técnica cirúrgica.** Orientador: Ricardo Junqueira Del Carlo. Co-orientadores: João Carlos Pereira da Silva e Sergio Luis Pinto da Matta.

O tratamento de escolha para as lesões meniscais é a sutura, que não pode ser realizada em todos os casos, deixando como alternativa a remoção do menisco lesionado, o que ocasiona alterações degenerativas articulares. Uma opção para evitar essas alterações é a substituição do menisco por aloenxertos. Dessa forma, este trabalho teve por objetivos avaliar a viabilidade da técnica cirúrgica de aloenxerto meniscal medial em coelhos, realizar análises macro e microscópica dos aloenxertos e avaliar a vascularização do material enxertado, comparando-os com os meniscos mediais contralaterais, não implantados. Foram utilizados 16 coelhos machos, adultos, da raça Nova Zelândia, que foram submetidos à menissectomia medial esquerda e implantação de um menisco, previamente preservado em glicerina 98% por no mínimo 45 dias. Após 70 dias do transplante foi realizada a eutanásia dos animais, os meniscos transplantados (joelho esquerdo), chamados de meniscos tratados (MT<sub>1</sub> a MT<sub>16</sub>) e os contralaterais (joelho direito), denominados meniscos próprios (MP<sub>1</sub> a MP<sub>16</sub>), foram removidos. Dezesesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos à análise macroscópica e histomorfométrica, por meio da quantificação dos tipos de fibras colágenas e avaliação de sua disposição, e quantificação dos tipos celulares presentes. Os outros dezesesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos ao estudo da vascularização por meio de radiografias contrastadas. O comprimento dos meniscos próprios (MP) variou de 0,9 a 1,0 cm, enquanto nos meniscos tratados (MT), dois apresentaram tamanho inferior aos próprios. Apenas um menisco transplantado apresentou fixação parcial, estando aderido apenas pelo corno cranial, isto pode ter ocorrido pela ruptura ou absorção precoce do fio de sutura, os demais meniscos apresentaram-se totalmente fixos à membrana sinovial. Nos meniscos próprios (MP) e tratados (MT), foram encontrados percentuais semelhantes de condrócitos, fibroblastos e fibrócitos, com predominância dos condrócitos, nos cornos meniscais. Enquanto os outros tipos celulares estavam presentes principalmente no corpo. Foram observados nos meniscos tratados (MT), feixes de fibras colágenas dispostas de forma organizada no corpo, e de forma desorganizada, principalmente nos cornos. Essa desorganização é resultante do processo de remodelação tecidual e é temporária, conforme foi demonstrado em outros estudos. Já, nos MP, as fibras estavam organizadas em toda a

extensão do menisco. As concentrações de colágeno tipo I e III presentes nos MT foram similares às observadas nos MP. Foi visualizada vascularização nos tecidos perimeniscais e borda periférica dos meniscos tratados, sendo semelhantes aos próprios. Portanto, os aloenxertos foram invadidos por vasos do hospedeiro, favorecendo sua fixação.

## ABSTRACT

VILELA, Liana Mesquita, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, March 2013. **Allograft meniscal in rabbit: evaluation of morphology, vascularization and surgical technique.** Adviser: Ricardo Junqueira Del Carlo. Co-advisers: João Carlos Pereira da Silva and Sergio Luis Pinto da Matta.

The treatment choice for lesions on meniscus is suture, which cannot be done in all cases, allowing alternatively the meniscus injury removal, which causes degenerative joint. One option to avoid these changes is replacement the meniscus by allografts. Thus, this study aimed to assess the feasibility the technique medial meniscal allograft in rabbits, perform macro and microscopic analysis the allografts and evaluate vascularization the grafted material, comparing them with the menisci contralateral medial, not deployed. Were used 16 rabbits adult male New Zeland, who underwent left medial meniscectomy and meniscus implantation, previously preserved in 98% glycerin for at least 45 days. After 70 days the transplant was performed euthanasia in animals, and the transplanted meniscuses (left knee), called meniscuses treated (MT1 to MT16) and contralateral meniscuses (right knee), called meniscuses own (MP1 to MP16) were removed. Sixteen meniscuses, 8 treated and 8 own, were submitted to macroscopic and histomorphometric, by quantifying the types collagen fibers and evaluating their disposal, and quantification a cell types. The other sixteen meniscuses, 8 treated and 8 own, underwent vascularization study, through radiographs contrasted. The length the meniscuses own (MP) ranged from 0.9 to 1.0 cm, while the meniscuses treated (MT), two showed smaller than the own. Only a meniscus transplanted showed partial fixation, being fixed only by cranial horn, this may have occurred due to rupture or early absorption the suture, the remaining meniscuses had been completely fixed the synovial membrane. In meniscuses own (MP) and treated (MT), were found similar percentages of chondrocytes, fibroblasts and fibrocytes, with predominance a chondrocytes in the meniscal horns, while other cell types, were mainly present in the meniscal body. Were observed in treated menisci (MT), bundles of collagen fibers arranged in an organized manner in body, and disorganized, especially in the horns. This disorganization is result the process tissue remodeling and is temporary, as demonstrated in other studies. Already in MP, the fibers were organized all extension the meniscus. The concentrations of collagen type I and III present in MT were similar to those observed in MP. Was visualized vascularization in perimeniscas tissues, and peripheral edge of the meniscuses treated, being similar to own. Therefore, the allografts were invaded by vessels the host, favoring fixation.

## INTRODUÇÃO

Os meniscos são importantes estruturas fibrocartilaginosa interpostas entre as superfícies articulares do fêmur e da tíbia. Desta forma, melhoram a congruência articular e a distribuição de peso, reduzindo a pressão sobre a articulação femorotibiopatelar (FTP), protegendo a cartilagem articular e evitando a osteoartrite (Messner e Gao, 1998). Além disso, proporcionam estabilidade durante a flexão e extensão do joelho, participam da nutrição e lubrificação da cartilagem e auxiliam na propriocepção articular (Rijk, 2004; Vasseur, 2007).

Tratam-se de estruturas anatômicas susceptíveis à lesões que podem ocorrer por trauma, por evolução de processo articular degenerativo, ou de forma espontânea decorrente de falha estrutural progressiva, sem qualquer correlação com trauma ou processo degenerativo, conhecida por lesão meniscal devido à fadiga. Qualquer que seja o fator desencadeante, a morfologia meniscal estará intimamente relacionada com a lesão (Camanho, 2009).

Em cães, a maioria das lesões envolve apenas o menisco medial (Hulse e Johnson, 2012), pois ele possui fortes inserções no ligamento colateral medial e porque sua borda periférica está firmemente fixada à cápsula articular, por meio dos ligamentos coronários ou meniscocapsulares, permitindo menor deslocamento em relação ao lateral (Flo, 2005; Braz e Silva, 2010). Em virtude da menor mobilidade e, possivelmente, pela sua composição mais escassa em água e glicosaminoglicanos, o menisco medial é mais susceptível a lesão durante a instabilidade articular (Flo, 2005).

De acordo com Smith et al. (2002) e Hulse e Johnson (2012), em cães, a lesão do menisco medial está associada à instabilidade articular, causada por ruptura do ligamento cruzado cranial (LCCr), que contribui para alteração na distribuição e transmissão de cargas. A instabilidade produz movimentos não fisiológicos de deslizamento e cisalhamento, que podem comprimir os meniscos entre os côndilos do fêmur e o platô tibial (Arnoczky, 1996).

A matriz extracelular dos meniscos é composta principalmente por fibras colágenas, proteoglicanos, glicoproteínas, elastina e água (Rijk e Van Noorden, 2002; Reckers et al., 2009). O colágeno predominante é do tipo I, que representa 75-80% do total, sendo o restante constituído por fibras colágenas do tipo II, III, V e VI. Os glicosaminoglicanos são importantes para a manutenção do comportamento viscoelástico, flexibilidade e hidratação do tecido (Rijk e Van Noorden, 2002; Buma et al., 2004; Vilela et al. 2010b).

A maioria das fibras colágenas está disposta em padrão circunferencial, entrelaçada

por pequena quantidade de fibras orientadas de forma radial e oblíqua, que se direcionam da superfície para a camada mais profunda do menisco (Bullough et al., 1970), favorecendo a absorção de cargas compressivas (Rijk e Van Noorden, 2002).

O diâmetro e orientação das fibras colágenas, assim como a morfologia das células, variam da superfície até as regiões centrais e mais profundas do menisco. A superfície que situa-se contra a cartilagem articular, geralmente consiste de uma camada de fibrilas finas, logo abaixo delas, há fibras de colágeno de pequeno diâmetro com orientação radial em direção ao corpo do menisco, onde se forma uma camada mais espessa de colágeno (Ghadially et al., 1983). Nas extremidades, cornos cranial e caudal, o colágeno está organizado em feixes delicados, separados por septos de tecido conjuntivo frouxo, enquanto no corpo, as fibras colágenas são mais espessas (Vasseur, 2007).

Somer e Somer (1983) compararam os meniscos mediais e laterais de cães, com especial consideração às fibras colágenas e elásticas, elementos celulares, substâncias intercelulares e vasos sanguíneos, e não encontraram diferença na estrutura histológica. Os mesmos autores relataram que os condrócitos são as células predominantes e que estão em maior quantidade nos cornos, estando circundados por abundante substância intersticial. Já no corpo meniscal ocorre maior concentração de fibroblastos e fibrócitos (Somer e Somer, 1983). Em meniscos lesionados de humanos foram identificados: condrócitos, fibroblastos, miofibroblastos (apenas em menisco lesionado) e células degeneradas e necróticas (Ghadially et al., 1983).

O suprimento vascular do menisco é fornecido principalmente pelas artérias geniculares lateral e medial (Arnoczky e Warren, 1982; Bennett e May, 2004), cujos ramos dão origem ao plexo capilar perimeniscal no interior da membrana sinovial e dos tecidos capsulares da articulação do joelho. Esse plexo capilar supre a borda periférica dos meniscos, através de sua junção com a cápsula articular, com vasos orientados predominantemente de forma circunferencial e ramificações radiais direcionadas ao centro da articulação. Em estudo realizado com cães foi observado grau de penetração vascular de 15 a 25% na largura do menisco (Arnoczky e Warren, 1983).

Os cornos dos meniscos são supridos por vasos sanguíneos e nervos que possuem grandes fibras mielinizadas, enquanto o corpo é praticamente desprovido de irrigação e inervação (Arnoczky e Warren, 1982; Cohen et al., 1993), sendo nutrido por meio de difusão do líquido sinovial (Arnoczky Warren, 1983).

É importante a preocupação com a cicatrização do menisco lesionado, de forma a diminuir a ocorrência de lesões degenerativas e aliviar os sinais clínicos imediatos, como dor

e edema (Tucker et al., 2012). Na reparação tecidual, o sangramento local fornece elementos celulares e mediadores bioquímicos essenciais para a cicatrização. Portanto, a falta de suprimento vascular, limita a capacidade de cicatrização da região central do menisco (Hennerbichler et al., 2007; Starke et al., 2009).

A realização da sutura do menisco, que tem como objetivo restabelecer sua integridade anatômica e funcional, possui resultados que são influenciados pela vascularização da região acometida (Arnoczky e Warren, 1983; Cohen et al., 1998; Friedman, 2003). As lesões localizadas principalmente na zona central tem capacidade de cicatrização inferior (Kimura et al., 1995). Porém, estudo realizado por Kalliakmanis et al. (2008) não evidenciou diferença na recuperação pós-operatória de pacientes com lesões localizadas na região vascularizada e lesões na região avascular do menisco, após a sutura.

De acordo com Cooper et al. (1991), a chance de cicatrização do menisco humano é maior se a lesão está localizada em área vascularizada, ou se é criado um acesso da lesão aos elementos do sangue. Portanto, a maioria dos cirurgiões limita a sutura às lesões localizadas na borda periférica do menisco. No entanto, a extensão da lesão para a área avascular não é critério de exclusão desta técnica (Noyes e Barber-Westin, 2002).

Apenas 30 a 50% das lesões dos meniscos são reparadas por sutura (Wirth et al., 2002; Friedman, 2003). Mccarty et al. (2002), descreveram que o reparo meniscal é utilizado principalmente se o ligamento cruzado cranial estiver íntegro e se a lesão for pequena e localizada em área vascularizada. Quando os critérios para sutura não forem preenchidos, a meniscectomia parcial ou total deve ser realizada (Cury et al., 2002).

A retirada parcial ou total do menisco está associada, a médio e longo prazo, a processos degenerativos da articulação, resultando em graus variáveis de comprometimento articular (Wirth et al., 2002; Rijk, 2004). Em um joelho submetido à meniscectomia total, a área de contato é reduzida em cerca de 50%, aumentando a área de carga por unidade sobre a cartilagem articular. Mesmo a meniscectomia parcial pode afetar a biomecânica do joelho e aumentar a pressão de contato sobre os tecidos moles (Ding et al., 2007). Angele et al. (2008) relataram que a meniscectomia parcial artroscópica é uma técnica comum, que minimiza em curto prazo os sinais clínicos, no entanto, ocorre redução do suporte de cargas pelo menisco e existe o risco de osteoartrite.

O transplante de aloenxerto meniscal é um procedimento potencialmente eficaz na prevenção da osteoartrite após a meniscectomia (Buma et al., 2004; Reckers et al., 2009). A técnica apresenta como vantagem a possibilidade de utilizar um tecido semelhante em sua morfologia ao tecido que está sendo substituído; as desvantagens estão na possibilidade de

veicular doenças infectocontagiosas, na remodelação lenta do enxerto e nos eventuais processos

de rejeição tecidual (Buma et al., 2004; Reckers et al., 2005; Xing et al., 2005; Tucker et al., 2012).

Apesar dos resultados satisfatórios, não há na literatura consenso sobre a influência da celularidade no menisco transplantado, que é consequência direta da técnica de preservação. Autores preconizam que a viabilidade celular é fator importante para a integração do enxerto, enquanto outros dão preferência ao transplante de menisco com matriz colágena desvitalizada (Rijk, 2004; Reckers et al., 2005).

O interesse crescente na utilização de biomateriais, biocompatíveis e biodegradáveis, para regenerar o tecido meniscal danificado têm levado ao uso experimental de produtos como a proteína fibrosa da seda, o ácido poli-L-lático (PLLA) e o ácido hialurônico e gelatina, demonstrando resultados satisfatórios (Angele et al., 2008; Tucker et al., 2012).

A preservação e o tempo de armazenamento exercem efeitos diversos sobre a integridade biológica e bioquímica dos tecidos. As técnicas mais utilizadas na preservação de meniscos são a refrigeração, o congelamento, a liofilização e a criopreservação (Fabbriciani et al., 1997; Cury et al., 2002; Friedman, 2003). Vilela et al. (2010a,b), em estudo in vitro, recomendaram a glicerina 98% como meio de preservação de meniscos de coelhos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a técnica cirúrgica de aloenxerto meniscal em coelhos, avaliar a fixação dos meniscos transplantados na membrana sinovial e a revascularização desses meniscos, determinar o tamanho dos meniscos e quantificar os tipos e a organização das fibras colágenas e células.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **1. Animais**

Foram utilizados 16 coelhos machos da raça Nova Zelândia, com peso médio de 3,5kg. Os animais tiveram período adaptativo mínimo de 10 dias, foram alojados em gaiolas individuais e receberam ração própria para a espécie e água a vontade.

### **2. Preparação dos meniscos**

O experimento foi dividido em três etapas. Na primeira foi realizada a coleta asséptica

de meniscos mediais do joelho esquerdo de outros 16 coelhos, de mesmo porte, provenientes de criação comercial. Depois de retirados, os meniscos foram armazenados em frascos individuais contendo glicerina 98%, por um período de 45 a 60 dias, segundo procedimentos adotados por Vilela et al. (2010a).

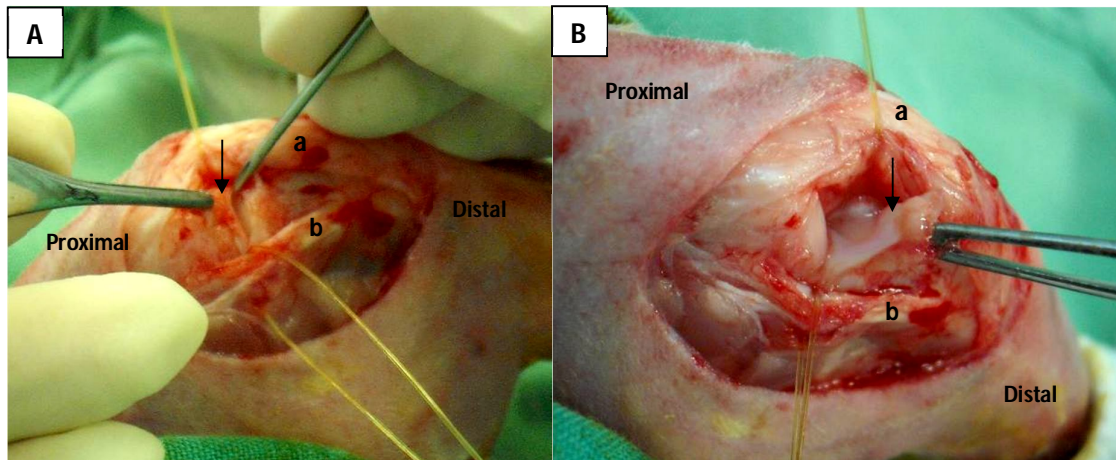
Na segunda etapa, os meniscos preservados na glicerina foram reidratados por 12 horas em solução salina a 0,5% de enrofloxacina e transplantados, após meniscectomia medial total, no joelho esquerdo de cada coelho. Na terceira etapa, 70 dias após o transplante, realizou-se a eutanásia dos animais e a remoção dos meniscos transplantados (joelho esquerdo), chamados de meniscos tratados (MT<sub>1</sub> a MT<sub>16</sub>) e dos contralaterais (joelho direito), denominados meniscos próprios (MP<sub>1</sub> a MP<sub>16</sub>).

Dezesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos à análise macroscópica e histomorfométrica, por meio da quantificação dos tipos de fibras colágenas e avaliação de sua disposição, e quantificação dos tipos celulares presentes. Os outros dezesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos ao estudo da vascularização por meio de radiografias contrastadas.

### **3. Procedimento anestésico e cirúrgico**

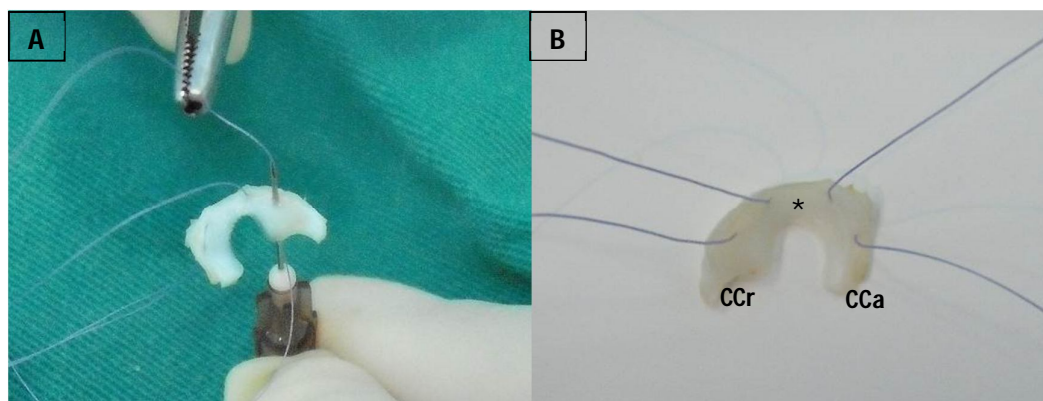
Para os procedimentos cirúrgicos de meniscectomia e transplante do aloenxerto, os animais foram sedados com acepromazina 0,2% (0,5 mg/kg, IM), receberam como anti-inflamatório meloxicam 0,2% (0,2 mg/kg, SC) e antibioticoterapia com enrofloxacina 2,5% (10 mg/kg, SC). A anestesia foi obtida com a associação de midazolam (3 mg/kg) e cetamina (25 mg/kg) por via intramuscular, e foi mantida com isoflurano através de máscara com fluxo de oxigênio constante de 2,5 L/min.

Realizou-se a incisão longitudinal de pele e tecido subcutâneo na superfície crânio-medial do joelho esquerdo, com cerca de seis centímetros de extensão. Em seguida, o tecido subcutâneo foi dissecado até a exposição medial da cápsula articular, que foi incisada juntamente com a membrana sinovial. A patela foi luxada lateralmente, o joelho flexionado e a articulação exposta. O ligamento colateral medial e o tendão patelar foram afastados com auxílio de um fio de náilon, para facilitar a visibilidade do menisco e a secção dos ligamentos meniscocapsulares. Em seguida, um discreto esforço em valgo com o joelho flexionado foi suficiente para permitir a abordagem caudal do menisco medial. A meniscectomia total medial foi então realizada após secção dos ligamentos meniscotibiais cranial e caudal (Figura 1 A e B).



**Figura 1.** Meniscectomia medial total do joelho esquerdo. A: tendão patelar e ligamento colateral medial afastados com fio de náilon, facilitando a visibilidade do menisco (seta) e a secção dos ligamentos meniscocapsulares com agulha hipodérmica 40x12. B: após visibilização da porção cranial (seta) e caudal do menisco, foi feita a secção dos ligamentos meniscotibiais cranial e caudal, possibilitando a meniscectomia. a: tendão patelar; b: ligamento colateral medial.

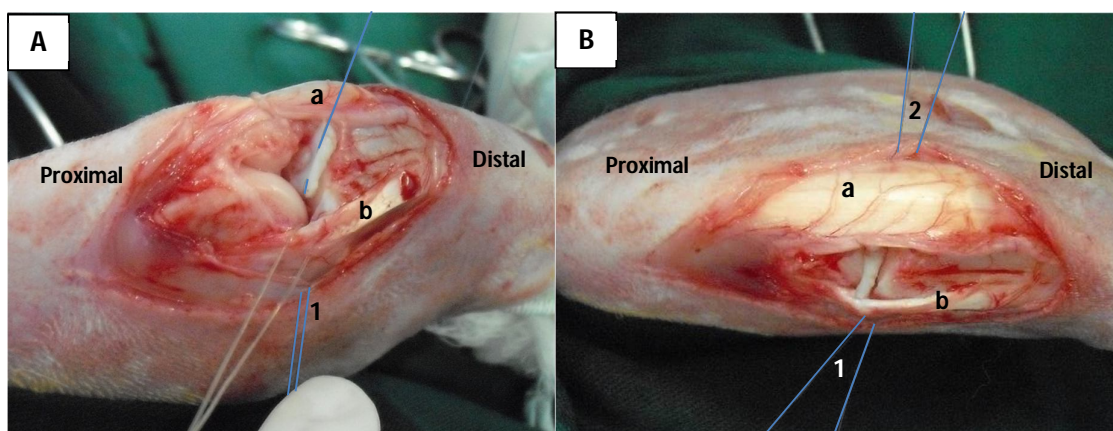
Previamente à implantação, utilizando-se fios de poliglactina 910, número 6.0 e agulha hipodérmica 13x0,45, cada menisco foi transfixado com dois pontos de reparo em “U”, sendo um na região entre o corno cranial e o terço médio do menisco e o outro entre o terço médio e o corno caudal (Figura 2 A e B).



**Figura 2.** Fios cirúrgicos aplicados no menisco. A: menisco sendo transfixado com dois pontos de reparo em “U”, com auxílio de agulha hipodérmica 13x0,45. B: menisco com fios inseridos entre o terço médio e os cornos cranial (CCr) e caudal (CCa). \* Terço médio

O menisco foi então posicionado sobre o platô tibial e os fios passados no sentido do interior para o exterior da cápsula articular. O fio localizado na porção caudal do menisco foi posicionado caudalmente ao ligamento colateral medial e o fio localizado na porção cranial

foi posicionado lateralmente ao tendão patelar, transpassando a cápsula articular (Figura 3 A e B). Em seguida a pele foi afastada possibilitando a visibilização dos fios, foram aplicados os nós sobre o tecido subcutâneo e o menisco foi fixado. Posteriormente, a patela foi reposicionada, e a cápsula articular e o tecido subcutâneo suturados com fio poliglactina 910, número 4.0. A pele foi suturada em pontos isolados simples com fio mononáilon número 4.0.



**Figura 3.** Implantação e fixação do menisco na articulação. A: menisco posicionado sobre o platô tibial. B: fios passados do interior para o exterior da articulação. Tendão patelar (a); ligamento colateral medial (b); fio caudal ao ligamento colateral medial (1); fio lateral ao tendão patelar (2).

Após o procedimento cirúrgico cada coelho recebeu morfina (1,0 mg/kg, SC). A ferida cirúrgica foi avaliada diariamente até a retirada dos pontos, no décimo dia, e os animais receberam enrofloxacina (10 mg/kg, IM, a cada 24 horas) durante oito dias, meloxicam (0,2 mg/kg, SC, a cada 24 horas), por quatro dias e sulfato de morfina (1,0 mg/kg, SC, a cada 8 horas) por dois dias.

#### 4. Avaliações dos meniscos

Após 70 dias do transplante foi realizada a eutanásia dos coelhos com sobredosagem anestésica, e os meniscos tratados (MT<sub>1</sub> a MT<sub>16</sub>) e os próprios (MP<sub>1</sub> a MP<sub>16</sub>) foram removidos. Dezesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos à análise macroscópica e histomorfométrica. Os outros dezesseis meniscos, sendo 8 tratados e 8 próprios, foram submetidos ao estudo da vascularização.

##### *Avaliação Macroscópica*

Foram avaliados o tamanho, a forma e a fixação periférica dos meniscos tratados (MT). Sendo classificados como normais, quando apresentaram o mesmo tamanho e forma comparando-se com os meniscos próprios (MP), e alterados, quando apresentaram tamanho

menor ou forma diferente. Quanto à fixação periférica, foi classificada como total, quando todo

o menisco se encontrava fixo à membrana sinovial, e parcial, quando pelo menos uma porção do menisco não estava aderida.

#### *Avaliação Histomorfométrica*

Após avaliação macroscópica, os meniscos foram processados para análise histológica. Os cortes histológicos foram corados pelo método de hematoxilina-eosina (HE), para avaliação das células, e de Picrosirius Red, para identificação e quantificação das fibras colágenas tipo I e III.

Para avaliação da celularidade, foram capturadas dez imagens de cada lâmina corada com HE, utilizando-se objetiva de 20X e avaliadas no sistema de análise de imagens (Image Pro-Plus<sup>®</sup>4.5). Realizou-se a contagem e a identificação dos tipos celulares presentes, fibroblastos/fibrócitos e condrócitos nos meniscos próprios (MP) e nos tratados (MT) em 1000 interseções, selecionados aleatoriamente em cada lâmina. Também foi avaliado se as células estavam presentes na periferia, na região central ou em todo o menisco.

Para avaliação do colágeno, cada preparação corada pelo Picrosirius foi observada em microscópio de luz polarizada (Olympus AX-70) utilizando-se objetiva de 10X, para identificação dos tipos de colágeno e avaliação da disposição das fibras. Foram capturadas dez imagens de diferentes campos de cada menisco, para serem analisadas pelo sistema de análise de imagens (Image Pro-Plus<sup>®</sup>4.5), com a finalidade de avaliar a concentração total de colágeno tipo I e III.

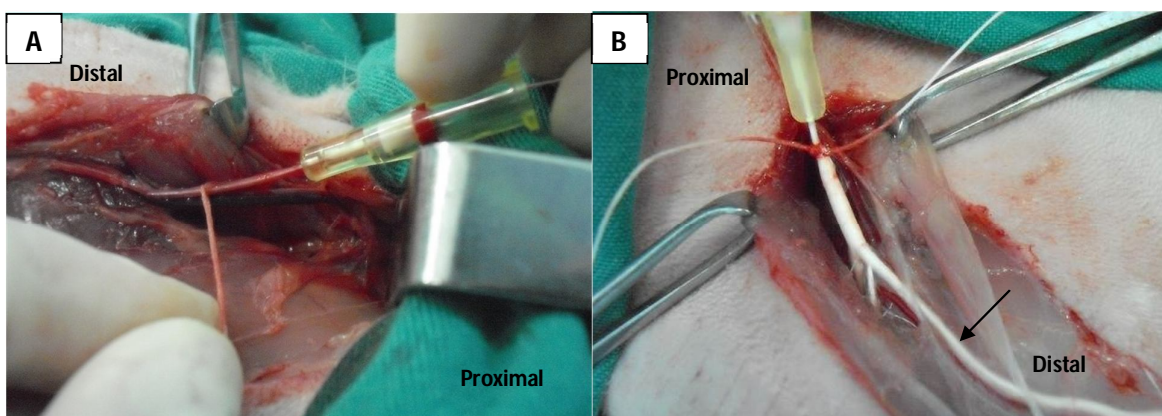
Foi utilizada uma grade com 100 interseções sobre cada imagem e foram contados os pontos sobre as cores vermelha, laranja ou amarela, que representam fibras colágenas do tipo I; e sobre a cor verde, que representa as fibras do tipo III. Dessa forma, foi estabelecida a percentagem de cada cor e assim de cada tipo de fibra colágena. A disposição das fibras foi classificada como organizada ou não.

#### *Avaliação da Vascularização*

Antes da remoção do menisco tratado (MT) e do menisco próprio (MP) de cada coelho, foi realizada a infusão de contraste na artéria femoral esquerda e direita. Para isso, foi realizada uma incisão longitudinal medial no terço médio da coxa, com cerca de 6,0 cm e dissecação do tecido subcutâneo até o plano muscular. O músculo vasto medial foi afastado

lateralmente e o músculo sartório medialmente, atingindo-se o feixe vículo nervoso.

Após isolamento da artéria femoral, um cateter de silicone nº 24 foi introduzido em seu interior e ela foi ligada o mais distal possível. Houve a preocupação em obliterar os principais vasos colaterais, evitando o extravasamento do contraste. Em seguida, foi colocado um torniquete justaproximal ao ponto de introdução do cateter, no terço proximal do fêmur, e outro distalmente, na altura do terço médio da tíbia, aumentando assim a pressão periarticular. Na sequência, foi realizada a eutanásia do animal e foram infundidos 10 mL de sulfato de bário 100% (*Bário Gel Geléia- Cristália*®), de forma lenta e gradual (Figura 4 A e B).



**Figura 4.** Método de avaliação da vascularização dos meniscos. A: cateter de silicone inserido e ligado o mais distal possível na artéria femoral. B: injeção de sulfato de bário, preenchendo a artéria femoral (seta).

Ao final da aplicação, o cateter foi clampeado e os torniquetes mantidos. A seguir, foi realizada a meniscectomia de forma delicada, preservando a anatomia dos meniscos e o tecido capsular perimeniscal. Os meniscos foram colocados em solução de formol 10% e preservados por dez dias, até a realização das radiografias.

Os meniscos tratados (MT) e os próprios (MP) foram radiografados com mamógrafo General Electric, modelo Senographe 700t, com filme para mamografia. A técnica empregada foi de 25kv, com exposições de 0,3 segundos. Posteriormente, as radiografias dos meniscos tratados (MT) foram comparadas com as dos meniscos próprios (MP) e avaliadas, quanto à presença de vascularização nos tecidos perimeniscais e margem periférica, sendo classificada como presente ou ausente.

Para a comparação da percentagem da celularidade e do colágeno entre os meniscos próprios (MP) e os tratados (MT) foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, devido ao número pequeno de observações. Valores de  $p < 0,05$  indicaram que existiu diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os cálculos estatísticos foram

realizados no software SPSS v18.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização do aloenxerto meniscal preservado em glicerina como substituto do menisco apresentou a vantagem de possuir morfologia semelhante ao tecido que foi removido (Buma et al.; 2004). De acordo com Cury et al. (2002), a meniscectomia e a substituição do menisco por um aloenxerto devem ser empregados, sempre que a sutura do menisco não puder ser realizada ou houver perda do tecido meniscal.

Nesse estudo, o menisco transplantado foi fixado à cápsula articular por meio de dois fios de suturas poliglactina 910 número 6.0, aplicados no menisco e depois do interior para o exterior da articulação. Cury et al. (2002) utilizaram técnica semelhante em coelhos, mas com fio de náilon número 6.0 e, também, obtiveram fixação estável, que é uma etapa importante para a fixação e sucesso do transplante.

Quanto ao tamanho dos oito meniscos tratados avaliados (Tabela 1), observou-se que dois deles (MT1 e MT6) apresentaram comprimento menor em seu maior eixo (0,6 e 0,7 cm, respectivamente), comparando-se com os meniscos próprios (MP), cujos comprimentos variaram de 0,9 a 1,0 cm. Os outros seis meniscos tratados apresentaram comprimento similar aos meniscos próprios. Também, o MT1 apresentou formato circunferencial, com o corno cranial unido ao caudal, diferente dos meniscos normais (próprios), que apresentam um formato oval, conforme descrito por Arnoczky (1996), em cães.

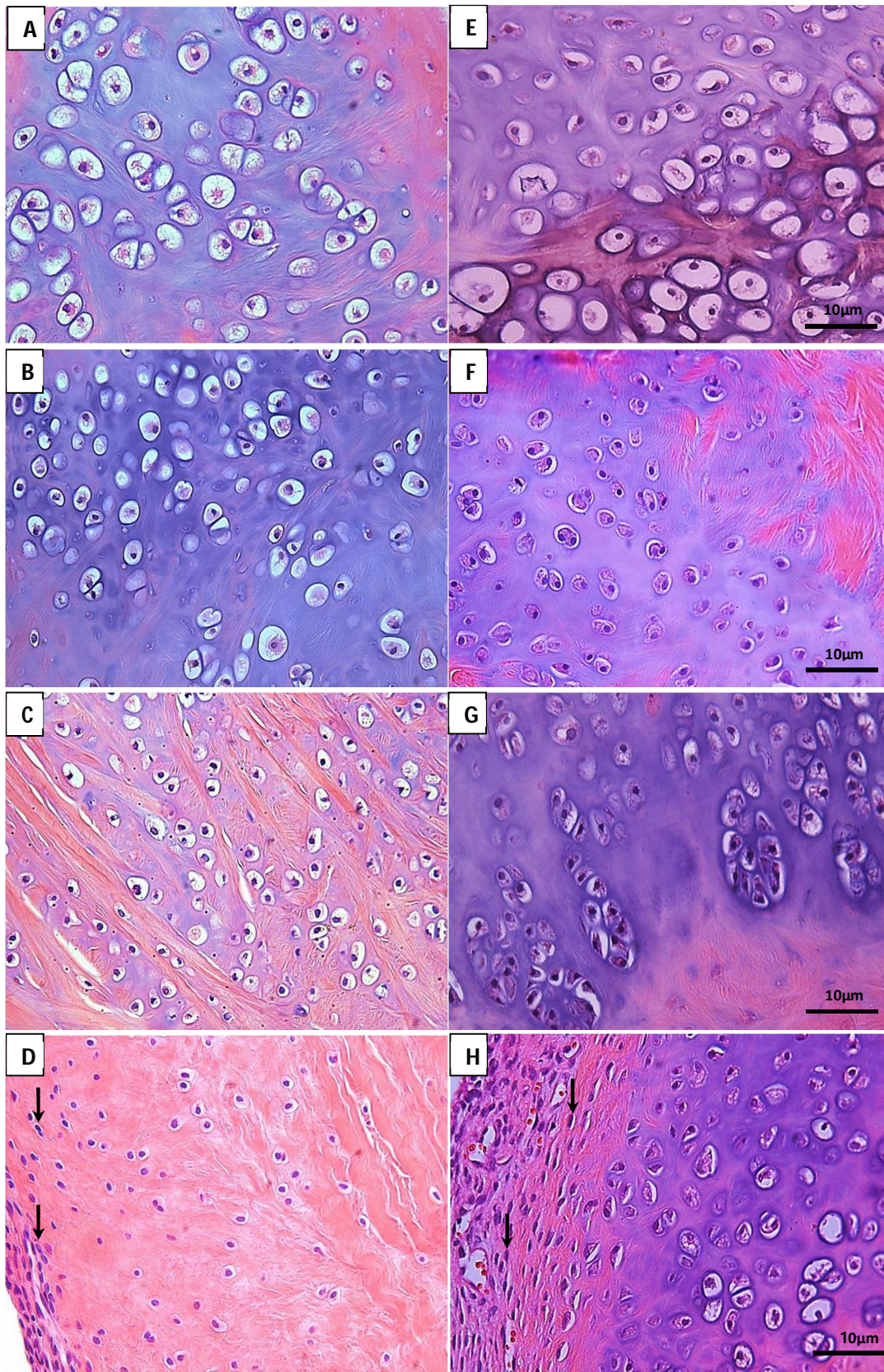
Em relação à fixação periférica, apenas no MT1 foi observada fixação parcial, pois o corno caudal e o terço médio estavam livres, com o menisco fixo apenas pelo corno cranial. O fio de sutura utilizado pode ter se rompido ou cortado o menisco no momento da ligadura ou, ainda, pode ter sido absorvido. Essa fixação parcial pode ter sido a responsável pela forma alterada do MT1. Os outros sete meniscos tratados apresentaram fixação total, ou seja, toda a região periférica fixa à cápsula articular (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos de Mikic et al. (1993) em cães e Cury et al. (2002) em coelhos, que encontraram um alto índice de fixação em toda a extensão periférica de meniscos transplantados, e também relataram casos de ausência de fixação no terço médio e corno caudal dos meniscos.

**Tabela 1**–Tamanho, forma e fixação periférica dos meniscos tratados.

<b>Menisco</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Forma</b>	<b>Fixação periférica</b>
<b>MT1</b>	Alterado	Alterada	Parcial
<b>MT2</b>	Normal	Normal	Total
<b>MT3</b>	Normal	Normal	Total
<b>MT4</b>	Normal	Normal	Total
<b>MT5</b>	Normal	Normal	Total
<b>MT6</b>	Alterado	Normal	Total
<b>MT7</b>	Normal	Normal	Total
<b>MT8</b>	Normal	Normal	Total

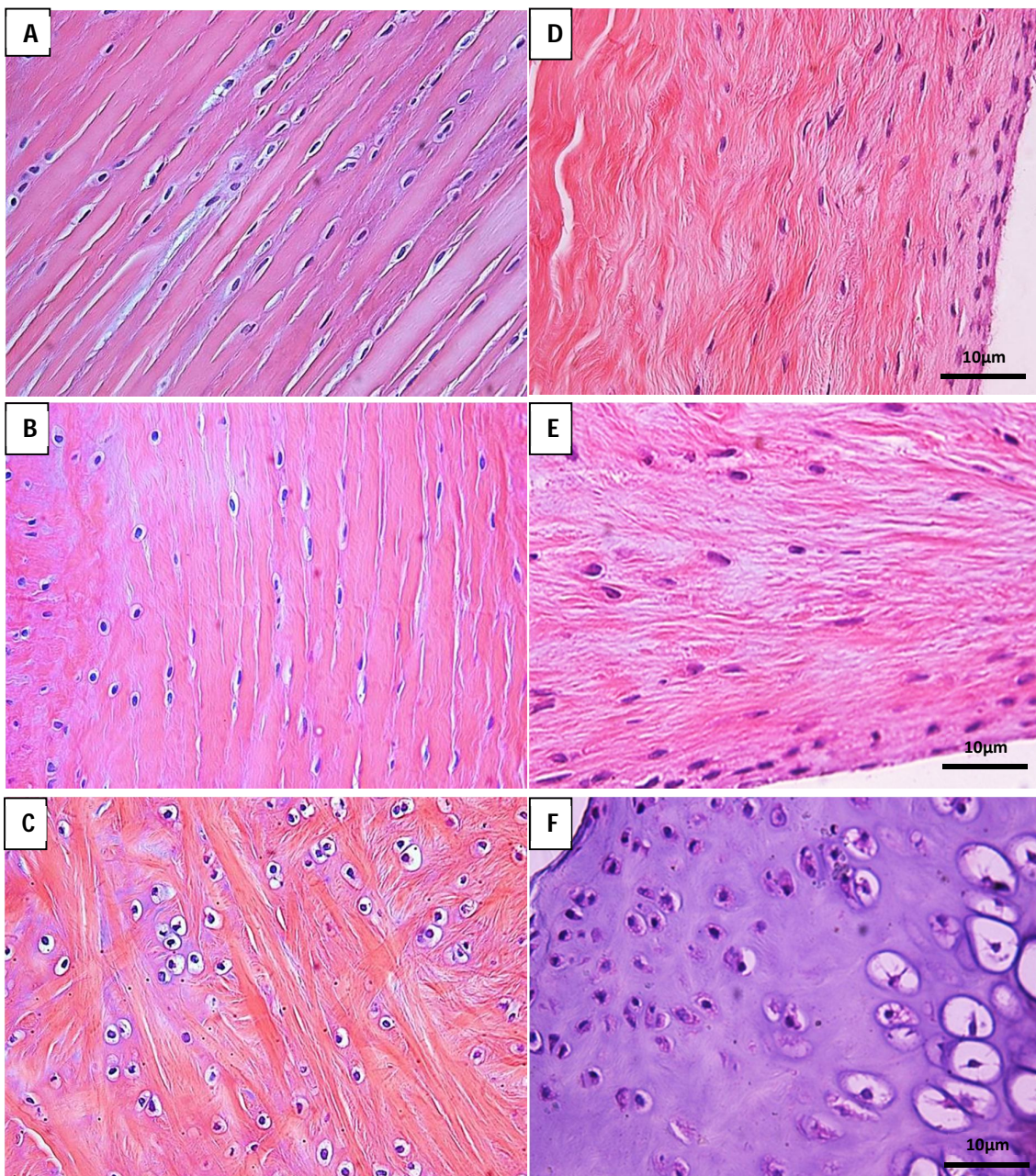
Na análise da celularidade dos meniscos foram encontrados condrócitos, fibroblastos e fibrócitos. De acordo com Ghadially et al. (1978), Cury et al. (2002) e Vilela et al. (2010a) os meniscos de coelhos são compostos por um entrelaçado de fibras colágenas interpostas pelos tipos celulares observados nesse estudo. E de forma semelhante, esse padrão histológico foi relatado em meniscos de cães e do homem (Arnoczky et al., 1992; Mikic et al., 1993).

Nos meniscos próprios (MP) e nos tratados (MT), os condrócitos foram o tipo celular predominante, estando em maior quantidade nos cornos dos meniscos, envolvidos por abundante substância intersticial (Figura 5 A-H). Já os fibroblastos/fibrócitos estavam presentes, principalmente, no corpo do menisco (Figura 6 A, B, D e E). Então, pode-se dizer que os meniscos tratados (MT) foram repovoados com os mesmos tipos celulares e nos mesmos locais, observados nos meniscos próprios (MP), semelhante ao descrito por Somer e Somer (1983) e Vilela et al. (2010a), em meniscos frescos de cães e coelhos, respectivamente. Mas diferentemente dos resultados de Cury et al. (2002), que não observaram predomínio de um tipo celular, com distribuição das células de forma homogênea em aloenxertos meniscais congelados de coelhos.



**Figura 5.** Fotomicrografias dos cornos de meniscos próprios (A, B, C e D) e tratados (E, F, G e H), demonstrando condrócitos envolvidos por substância intersticial. Nas figuras D e H observam-se fibroblastos e fibrócitos (setas) na região periférica dos cornos e condrócitos na região central. HE.

Não houve diferença ( $p < 0,005$ ) no percentual de condrócitos e fibroblastos/fibrócitos entre os meniscos próprios (MP) e os tratados (MT), sendo a média nos MP 60,5 e 39,5 e nos MT 59,4 e 40,6, respectivamente, semelhantes aos valores relatados por Vilela et al. (2010a), em meniscos frescos de coelhos. De acordo com Mikic et al. (1997) e Starke et al. (2009), após transplante, o aloenxerto meniscal é repopularizado por células do hospedeiro, provenientes da membrana sinovial e cápsula articular, que invadem o transplante.



**Figura 6.** Fotomicrografias dos corpos de meniscos próprios (A e B) e tratados (D e E), demonstrando presença de fibrócitos e fibroblastos em região periférica e central. Em C (próprio) e F (tratado) observam-se condrócitos espalhados por todo o corpo do menisco. HE.

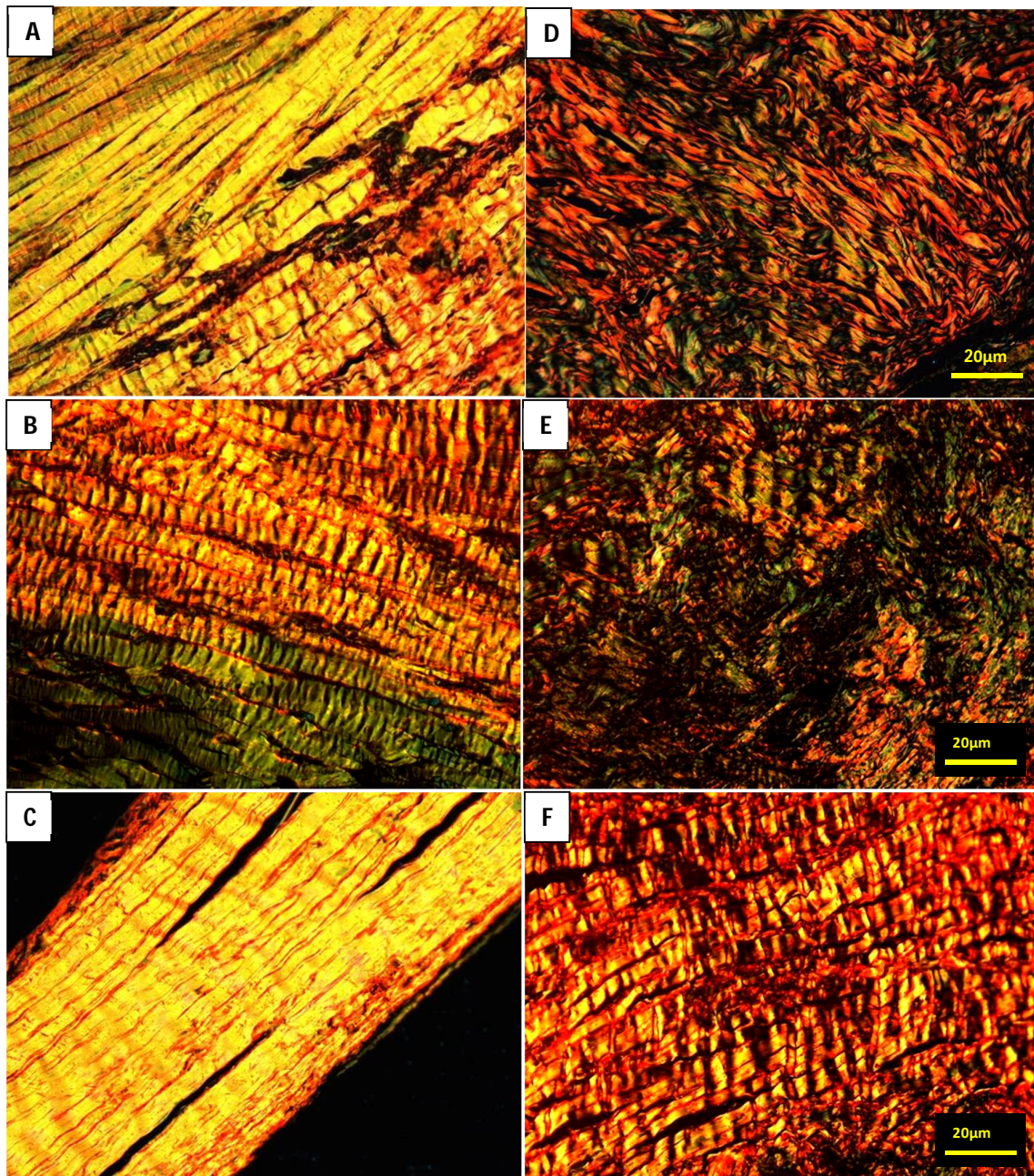
Nessa pesquisa, os aloenxertos meniscais foram preservados em glicerina 98% e reidratados em solução salina, antes de serem transplantados. Segundo Vilela et al. (2010a), meniscos de coelhos preservados desta forma perderam a viabilidade celular, diferentemente do observado após congelamento realizado nos experimentos de Reckers et al. (2005). Desta forma, a glicerina 98% é uma opção de meio de preservação, quando se deseja o aloenxerto meniscal com matriz colágena desvitalizada, como preconizado por Aagaard et al. (1999).

Foram observados nos meniscos tratados (MT), feixes de fibras colágenas dispostas de forma organizada no corpo dos meniscos e de forma desorganizada nos cornos meniscais. Diferentemente dos meniscos próprios (MP), onde as fibras estavam organizadas em toda a extensão do menisco (Figura 7 A-F). Arnoczky et al. (1992) e Cury et al. (2002) descreveram alteração na orientação das fibras de colágeno em aloenxertos meniscais de cães e coelhos, respectivamente, e concluíram que a desorganização observada, principalmente no terceiro mês após o transplante, é temporária, resultante do processo de remodelação tecidual, e que não existe mais seis meses após o transplante, segundo Arnoczky et al. (1992).

No corpo dos meniscos tratados (MT) e em toda a extensão dos meniscos próprios (MP) foi identificada a disposição predominantemente circunferencial das fibras colágenas, entrelaçadas por pouca quantidade de fibras dispostas de forma radial, semelhante a organização histológica descrita por Bullough et al. (1970) em humanos e Vilela et al. (2010b) em coelhos, quando avaliaram meniscos frescos. Tem sido enfatizado (Aagaard et al., 1999; Rijk e Van Noorden, 2002) que essa disposição das fibras colágenas contribui para a manutenção de propriedades mecânicas. Nos meniscos tratados (MT) do presente trabalho foi observada desorganização das fibras nos cornos meniscais, o que pode comprometer, segundo Xing et al. (2005), a capacidade mecânica dos transplantes nos primeiros seis meses, período em que há a remodelação tecidual.

Tanto nos meniscos próprios quanto nos tratados houve predomínio de fibras de colágeno tipo I. Desta forma, foi mantido nos aloenxertos preservados e após transplantação, o tipo de colágeno predominante nos meniscos, de acordo com McDevitt e Webber (1990) e Buma et al. (2004). As médias percentuais foram de 70,9 nos meniscos próprios (MP) e de 66,8 nos tratados (MT). Já o colágeno tipo III, apresentou média percentual de 29,1 nos MP e de 33,2 nos MT, não havendo diferença significativa nas quantidades de colágeno tipo I e III entre os MP e os MT. Os dados para o colágeno tipo I estão semelhantes aos cerca de 75-80%, citados por Rijk e Van Noorden (2002) e por Buma et al. (2004). Entretanto, Reckers et al. (2009) observaram que o percentual de colágeno tipo I variou de 23,7 a 34,5% em aloenxertos meniscais de coelhos preservados a - 73°C, o que pode influenciar negativamente

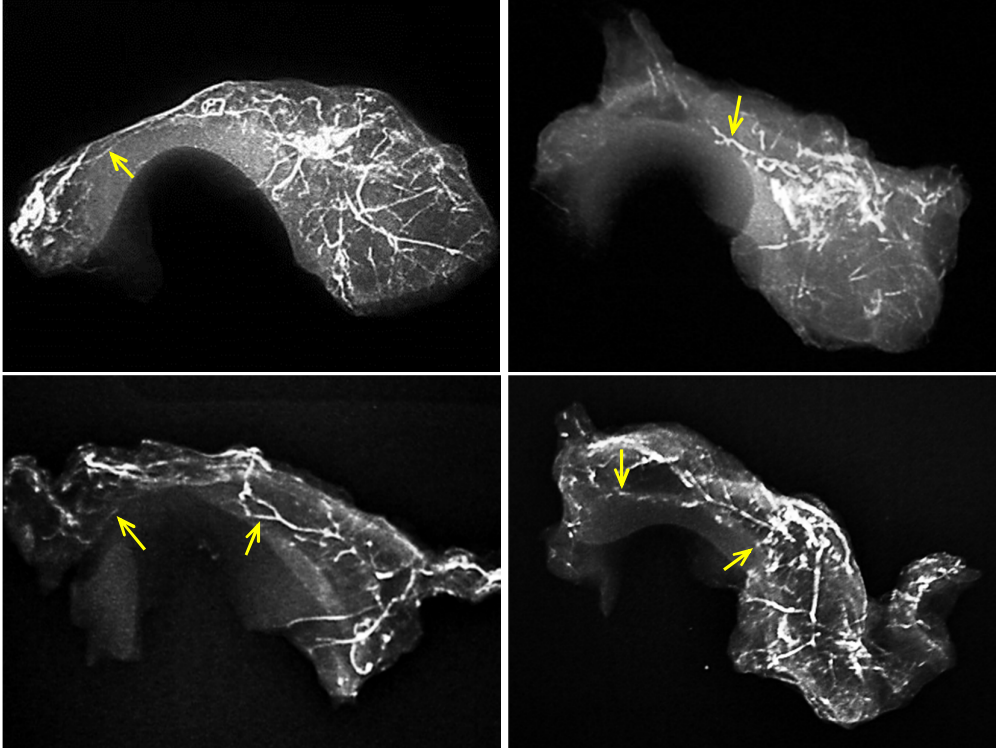
as propriedades mecânicas desse transplante.



**Figura 7.** Fotomicrografias das fibras colágenas observadas em microscópio de luz polarizada. Fibras colágenas tipo I: coloração amarela, laranja e avermelhada; tipo III: cor verde. Fibras colágenas organizadas foram observadas nos cornos (A e B) e corpo (C) dos meniscos próprios (MP). Nos meniscos tratados (MT) observou-se desorganização das fibras nos cornos (D e E) e organização da maioria das fibras presentes no corpo (F). Picrosirius Red.

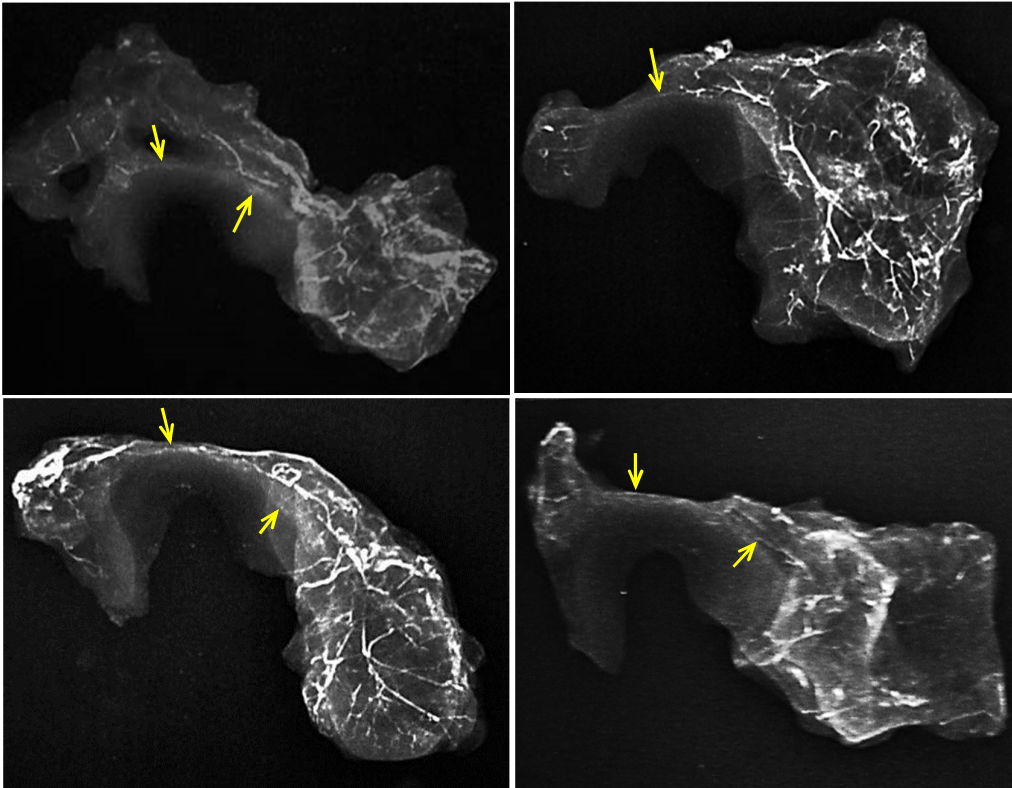
Nas radiografias dos meniscos tratados (MT) e submetidos ao estudo da vascularização (Figura 8), foi observada a presença de vasos nos tecidos perimeniscais (membrana sinovial, tecido capsular, tecido adiposo) e borda periférica dos cornos e/ou corpo dos meniscos. A presença dos vasos sanguíneos foi comprovada na avaliação histológica das

lâminas coradas com HE. Isto demonstrou a invasão do aloenxerto meniscal por vasos sanguíneos do hospedeiro, provenientes da membrana sinovial e cápsula articular, possibilitando a reparação/fixação do transplante. Na região central do menisco não foram visualizados vasos sanguíneos, confirmando os achados de Bennet e May (2004).



**Figura 8.** Radiografias contrastadas dos meniscos tratados (MT), demonstrando vascularização nos tecidos perimeniscais e borda periférica do corpo e cornos meniscais (setas).

A ausência de vascularização na região central dos meniscos tratados (MT) não possui consequências indesejáveis, pois, também os meniscos próprios (MP) (Figura 9) e conforme descrito na literatura (Arnoczky e Warren, 1983), a região central do menisco é avascular e nutrida por difusão do líquido sinovial, enquanto a área periférica do corpo é irrigada por plexo sinovial vascular, proveniente da cápsula articular. Os MP e os MT apresentaram padrão vascular semelhante.



**Figura 9.** Radiografias contrastadas dos meniscos próprios (MP), demonstrando vascularização nos tecidos perimeniscais e borda periférica do corpo e cornos meniscais (setas).

## CONCLUSÕES

A utilização de dois pontos de reparo em “U” em aloenxertos meniscais mediais de coelhos é eficiente para sua fixação intra-articular e aos 70 dias de transplante, as análises histológicas e radiográficas evidenciam a incorporação meniscal.

## COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Parecer n° 89/2007 UFV.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, H.; VERDONK, R. Function of the normal meniscus and consequences of meniscal resection. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports** v.9, p.134-140, 1999.

ANGELE, P.; JOHNSTONE, B.; KUJAT, R. et al. Stem cell based tissue engineering for meniscus repair. **Journal of Biomedical Materials Research** v.85A, n.2, p.445-455, 2008.

ARNOCZKY, S.P. Patomecânica das lesões do ligamento cruzado e meniscos. In: BOJRAB, M.J. **Mecanismos da moléstia na cirurgia dos pequenos animais**. 2ed. São Paulo: Manole, 1996, p.889-902.

ARNOCZKY, S.P.; DICARLO, E.F.; O'BRIEN, S.J. et al. Cellular repopulation of deep-frozen meniscal autografts: an experimental study in the dog. **Arthroscopy** v.8, p.428-436, 1992.

ARNOCZKY, S.P.; WARREN, R.F. The microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. **American Journal of Sports Medicine** v.11, n.3, p.131-141, 1983.

ARNOCZKY, S.P.; WARREN, R.F. Microvasculature of the human meniscus. **American Journal of Sports Medicine** v.10, p.90-95, 1982.

BENNETT, D.; MAY, C. Doenças articulares de cães e gatos. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5ed. São Paulo: Manole, 2004, v.2, cap.183, p.2105-2166.

BRAZ, P.R.P.; SILVA, W.G. Meniscus morphometric study in humans. **Journal of Morphological Science** v.27, n.2, p.62-66, 2010.

BULLOUGH, P.G., MUNUERA, L., MURPHY, J. et al. The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. **Journal of Bone and Joint Surgery** v.52, p.564-570, 1970.

BUMA, P.; RAMRATTAN, N.N.; VAN TIENEN, T.G. et al. Tissue engineering of the meniscus. **Biomaterials** v.25, n.9, p.1523-1532, 2004.

CAMANHO, G.L. Meniscal injury due to fatigue. **Acta Ortopédica Brasileira** v.17, n.1, p.31-34, 2009.

COHEN, M.; GRANATA JUNIOR, G.S.M.; EJNISMAN, B. et al. Estudo da vascularização do menisco humano. **Revista Brasileira de Ortopedia** v.33, n.5, p.338-340, 1998.

COHEN, M.; ABDALLA, R.J.; BARRETO, F.A.Q.M. et al. Estudo radiográfico experimental da vascularização de meniscos humanos. **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia** v.28, n.5, p.263-272, 1993.

COOPER, D.E.; ARNOCKY, S.P.; WARREN, R.F. Meniscal repair. **Clinics in Sports Medicine** v.10, p.529-548, 1991.

CURY, R.P.L.; CAMARGO, O.P.A.; PROSPERO, J.D. et al. Transplante Homólogo de menisco: estudo experimental em coelhos. **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia** v.37, n.8, p.341-350, 2002.

DING, C.; MARTEL-PELLETIER, J.; PELLETIER, J. et al. Meniscal tear as an osteoarthritis risk factor in a largely non-osteoarthritic cohort: a cross sectional study. **The Journal of Rheumatology** v.34, n.4, p.776-84, 2007.

FABBRICIANI, C.; LUCANIA, L.; MILANO, G. et al. Meniscal allografts: Cryopreservation vs deep-frozen technique. An experimental study in goats. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** v.5, p.124-134, 1997.

FLO, G.L. Membro Pélvico – Meniscectomia. In: BOJRAB, M.J.; BIRCHARD, S.J.; TOMLINSON, J.L. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Roca. 2005. p.652-657.

FRIEDMAN, M.D. Meniscal Allografts. **Arthroscopy** v.18, p.33-39, 2003.

GHADIALLY, F.N.; LALONDE, J.A.; WEDGE, J.H. Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint. **Journal of Anatomy** v.136(4), p.773-791, 1983.

GHADIALLY, F.N.; THOMAS, I.; YONG, N. et al. Ultrastructure of rabbit semilunar cartilages. **Journal of Anatomy** v.125, p.499-517, 1978.

HENNERBICHLER A.; MOUTOS, F.T.; HENNERBICHLER, D. et al. Repair response of the inner and outer regions of the porcine meniscus in vitro. **The American Journal of Sports Medicine** v.35, p.754-762, 2007.

HULSE, D.A.; JOHNSON, A.L. Diseases of the Joints. In: FOSSUM, T. W. **Small Animal Surgery**. 4 ed. São Paulo: Elsevier. 2012. cap.34, p.1276-1280.

KALLIAKMANIS, A.; ZOURNTOS, S.; BOUSGAS, D. et al. Comparison of arthroscopic meniscal repair results using 3 different meniscal repair devices in anterior cruciate ligament reconstruction patients. **Arthroscopy** v.24, p.810-816, 2008.

KIMURA, M.; SHIRAKURA, K.; HASEGAWA, A. et al. Second look arthroscopy after meniscal repair. Factors affecting the healing rate. **Clinical Orthopaedics and Related Research** v.314, p.185-191, 1995.

MCCARTY, E.C.; MARX, R.G.; DEHAVEN, K.E. Meniscus repair: considerations in treatment and update of clinical results. **Clinical Orthopaedics and Related Research** v.402, n.1, p.122-134, sep. 2002.

MCDEVITT, C.A.; WEBBER, R.J. The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage. **Clinical Orthopaedics and Related Research** v.252, p.8-18, 1990.

MESSNER, K.; GAO, J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics and a rationale for clinical treatment. **Journal of Anatomy** v.193, p.161-178, 1998.

MIKIC, Z.D.; BRANKOV, M.Z.; TUBIC, M.V. et al. Transplantation of fresh-frozen

menisci: an experimental study in dogs. **Arthroscopy** v.13, p.579-583, 1997.

MIKIC, Z.D.; BRANKOV, M.Z.; TUBIC, M.V. et al. Allograft meniscus transplantation in the dog. **Acta Orthopaedica Scandinavica** v.64, p.329-332, 1993.

NOYES, F.R.; BARBER-WESTIN, S.D. Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age. **The American Journal of Sports Medicine** v.30, p.589-600, 2002.

RECKERS, L.J.; FAGUNDES, D.J.; COHEN, M. et al. Effects of different preservation temperatures and periods menisci cellularity in rabbits. **Acta Cirúrgica Brasileira** v.20, n.6, p.428-432, 2005.

RECKERS, L.J.; PAIVA, V.C.; RAYMUNDO, J.L.P. et al. Correlation between different temperatures and storage periods in collagen fibers of the rabbit meniscos. **Revista Brasileira de Medicina** v.66, n.2, p.30-36, 2009.

RIJK, P.C.; VAN NOORDEN, C.J.F. Structural analysis of meniscal allografts after immediate and delayed transplantation in rabbits. **Arthroscopy** v.18, p.995-1001, 2002.

RIJK, P.C. Meniscal Allograft Transplantation – Part I: Background, Results, Graft Selection and Preservation, and Surgical Considerations. **Arthroscopy** v.20, n.7, p.728-743, 2004.

SMITH, G.N.; MICKLER, E.A.; ALBRECHT, M.E. et al. Severity of medial meniscus damage in the canine knee after anterior cruciate ligament transection. **Osteoarthritis and Cartilage** v.10, n.4, p.321-326, 2002.

SOMER, L.; SOMER, T. Is the meniscus of the knee joint a fibrocartilage? **Acta Anatomica** v.116, n.3, p.234-244, 1983.

STARKE, C.; KOPF, S.; PETERSEN, W. et al. Meniscal Repair. **The Journal of Arthroscopic and Related Surgery** v.25, n.9, p.1033-1044, 2009.

TUCKER, B.; KHAN, W.; AL-RASHID, M. et al. Tissue Engineering for the Meniscus: A Review of the Literature. **The Open Orthopaedics Journal** v.6, n.2, p.348-351, 2012.

VASSEUR, P.B. Articulação do joelho. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, cap.147, p.2090-2115.

VILELA, L.M.; DEL CARLO, R.J.; SILVA, J.C.P. et al. Estrutura e celularidade de meniscos frescos de coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) e preservados em glicerina. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.30, n.4, p.295-300, 2010a.

VILELA, L.M.; DEL CARLO, R.J.; SILVA, J.C.P. et al. Avaliação das fibras colágenas de meniscos frescos e preservados em glicerina: estudo experimental em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.30, n.4, p.321-327, 2010b.

WIRTH, C.J.; PETERS, G.; MILACHOWSKI, K.A. et al. Long-term results of meniscal allograft transplantation. **American Journal of Sports Medicine** v.30, p.174-181, 2002.

XING, X.; JIAKUO, Y.; JIYING Z. Type I, II, III & X collagen expression in meniscus and articular cartilage and immune reaction study after xenogenic and allogenic meniscus transplantation in rabbits. **Chinese Journal of Sports Medicine** v.1, p.4-8, 2005.