

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ANA LUÍSA LOPES GUIMARÃES

Enxertos Autógenos de Veia Safena Lateral na Reparação de Defeito Uretral em Cães

Uberlândia

2026

ANA LUÍSA LOPES GUIMARÃES

Enxertos Autógenos de Veia Safena Lateral na Reparação de Defeito Uretral em Cães

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Orientador: Prof. Leandro Zuccolotto Crivellenti

Coorientadora: Beatriz Aline Migotto

Uberlândia

2026

ANA LUÍSA LOPES GUIMARÃES

Enxertos Autógenos de Veia Safena Lateral na Reparação de Defeito Uretral em Cães

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
da Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Medicina Veterinária.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Uberlândia, 04 de agosto de 2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leandro Zuccolotto Crivellenti – Orientador – FMVZ UFU

Prof^a. Dra^a. Aracelle Alves de Ávila Fagundes – FMVZ UFU

M.V Beatriz Aline Migotto - FMVZ UFU

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, saúde e resiliência para superar os desafios desta caminhada acadêmica e por ter guiado meus passos até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Leandro Zuccolotto Crivellenti, agradeço a confiança depositada em mim, a paciência e a orientação que guiaram não apenas esta pesquisa, mas minha formação acadêmica e profissional.

À minha coorientadora, Beatriz Aline Migotto, meu muito obrigada pela disponibilidade constante, pelos ensinamentos técnicos, pela parceria e pelo apoio que foram decisivos para a realização deste projeto.

À minha amiga Laura Forastieri, que foi minha companheira nessa jornada, agradeço pela amizade e pela ajuda fundamental durante o desenvolvimento deste projeto. Obrigada por dividir comigo os momentos de angústia e de alegria.

Aos médicos veterinários e à toda a equipe que participou direta ou indiretamente deste estudo, agradeço pela prontidão e pela colaboração técnica em cada etapa experimental realizada. Sem o suporte de vocês, este projeto não teria sido possível.

À minha família, meu alicerce inabalável. Aos meus pais, Andréia e William, por todo o amor, por acreditarem nos meus sonhos e por todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. À minha companheira peluda, Amora, por estar comigo em todos os passos dessa jornada. Vocês são a razão das minhas conquistas e este diploma também pertence a vocês.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, meu muito obrigada.

RESUMO

Defeitos uretrais extensos em cães representam um desafio cirúrgico significativo, dado que técnicas convencionais, como a anastomose uretral e as uretrostomias permanentes, apresentam limitações como estenose, prolapsos e hemorragias. Este trabalho objetivou avaliar a viabilidade técnica da uretroplastia reconstrutiva utilizando enxerto autólogo de veia safena lateral em modelos experimentais *ex vivo*. O estudo utilizou 10 cadáveres caninos machos, submetidos à técnica de uretroplastia com enxerto venoso, e avaliou a patência e a estanqueidade mediante testes com azul de metileno e uretrografia retrógrada contrastada. Os resultados demonstraram a exequibilidade técnica da uretroplastia utilizando enxerto de veia safena lateral, embora tenham evidenciado elevadas taxas de extravasamento nas linhas de anastomose, principalmente na porção proximal com 77,8% de insucesso e 33,3% na porção distal, atribuída à rigidez anatômica adjacente ao osso peniano e à fragilidade tecidual. Conclui-se que, embora o modelo *ex vivo* tenha revelado desafios biomecânicos, é plausível supor que a dinâmica fisiológica de um paciente tende a mitigar as falhas observadas. Assim, estudos *in vivo* são necessários para avaliar a segurança, eficácia, bem como integração tecidual, resposta inflamatória e funcionalidade uretral em condições fisiológicas.

Palavras-chave: enxerto autólogo; veia safena; uretroplastia; cães.

ABSTRACT

Extensive urethral defects in dogs pose a significant surgical challenge, given that conventional techniques, such as urethral anastomosis and permanent urethrostomies, present limitations like stenosis, prolapses, and hemorrhages. This study aimed to evaluate the technical feasibility of reconstructive urethroplasty using an autologous lateral saphenous vein graft in ex vivo experimental models. The study utilized 10 male canine cadavers subjected to the urethroplasty technique with a venous graft, evaluating patency and leakage through methylene blue testing and retrograde contrast urethrography. The results demonstrated the technical feasibility of urethroplasty using a lateral saphenous vein graft, although they showed high leakage rates along the anastomosis lines, particularly in the proximal portion with a 77.8% failure rate and 33.3% in the distal portion, which was attributed to the anatomical rigidity adjacent to the os penis and tissue fragility. In conclusion, although the ex vivo model revealed biomechanical challenges, it is plausible to assume that the physiological dynamics of a live patient would tend to mitigate the observed failures. Thus, in vivo studies are necessary to evaluate safety, efficacy, as well as tissue integration, inflammatory response, and urethral functionality under physiological conditions.

Keywords: autologous graft; saphenous vein; urethroplasty; dogs.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3 METODOLOGIA	14
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÃO	25

1 INTRODUÇÃO

O sistema urinário desempenha um papel fundamental na eliminação de resíduos metabólicos e substâncias tóxicas, tanto endógenas quanto exógenas, por meio da produção e excreção da urina, um processo indispensável para a função adequada dos órgãos do animal. Este sistema é funcionalmente dividido em trato urinário superior (TUS), composto pelos rins e ureteres, e trato urinário inferior (TUI), compreendido pela vesícula urinária e a uretra. A uretra é uma estrutura anatômica que se estende do colo da bexiga até o meato urinário externo, sendo a função mantida por uma complexa interação de músculos lisos e estriados (esfíncteres uretrais interno e externo) e ramificações nervosas que garantem a continência durante a fase de armazenamento e permitem o relaxamento durante a micção (Ettinger; Feldman; Côté, 2022).

Embora esteja localizada em posição relativamente protegida, a integridade da uretra pode ser comprometida por uma gama de afecções, resultando em defeitos segmentares que representam um desafio clínico e cirúrgico significativo na rotina de pequenos animais. Dentre as principais etiologias, a urolitíase obstrutiva se destaca como uma das mais frequentes, especialmente em cães machos devido ao longo e estreito trajeto uretral (Hedlund; Hosgood, 2014). Adicionalmente, as neoplasias primárias ou metastáticas podem infiltrar, obstruir e destruir a arquitetura da uretra, muitas vezes exigindo a ressecção de um segmento inteiro para o tratamento (Gakis *et al.*, 2020). Acidentes que provocam fraturas na pelve ou no osso peniano, bem como mordeduras na região perineal, podem causar laceração ou transecção completa da uretra (Hedlund; Hosgood, 2014). Por fim, complicações iatrogênicas, como cateterização uretral traumática, ou a deiscência de cirurgia prévia, podem acarretar em extravasamento de urina, formação de fistulas e estenoses fibróticas (Addison; Yool, 2018).

Independentemente da etiologia primária, uma lesão na uretra comumente sofre cicatrização por fibrose, que frequentemente resulta em estenose (Fossum, 2021). Esse estreitamento do lúmen uretral impede o fluxo urinário fisiológico, manifestando, em primeiro momento, por disúria e estrangúria (Ettinger; Feldman; Côté, 2022). Com a progressão do tecido cicatricial, a estenose pode evoluir para uma obstrução completa, culminando na incapacidade de esvaziamento da bexiga. Diante da gravidade das lesões uretrais, a Medicina Veterinária dispõe de técnicas cirúrgicas consolidadas para restaurar a patência do ducto urinário. A escolha do procedimento depende da localização, da extensão do defeito e da viabilidade do tecido adjacente. As abordagens mais comuns incluem a ressecção do segmento afetado, como a anastomose uretral ou as uretrostomias permanentes,

que criam uma abertura para a micção (Waldron, 2014). Embora sejam eficazes em desviar o fluxo urinário e preservar a vida do paciente, essas técnicas alteram permanentemente a anatomia fisiológica. As principais complicações relatadas incluem hemorragia pós-operatória, estenose do estoma e aumento da incidência de infecções urinárias ascendentes, as quais têm um grande impacto na qualidade de vida do animal a longo prazo, além da ocorrência de dermatite por contato da pele com a urina (Addison; Yool, 2018).

Frente às limitações impostas pela anastomose em defeitos extensos e às complicações crônicas associadas às uretrostomias, evidencia-se uma lacuna na terapêutica cirúrgica. Neste contexto, torna-se necessário desenvolver e avaliar alternativas de uretroplastia reconstrutiva. Essas novas abordagens têm como objetivo reparar a lesão uretral, em vez de apenas desviar o fluxo urinário, buscando preservar ao máximo a anatomia e a função fisiológica do trato urinário inferior e, conseqüentemente, minimizar as complicações pós-cirúrgicas que afetam o bem-estar do paciente a longo prazo. Neste cenário, a uretroplastia reconstrutiva com o uso de enxertos surge como a abordagem mais promissora. A técnica consiste na utilização de um segmento tecidual para preencher o defeito uretral, atuando como uma ponte (*scaffold*) que permite a regeneração do epitélio nativo sobre uma nova base estrutural, restaurando a continuidade e a integridade da uretra (Fossum, 2021).

Dentre as opções de enxertia, os enxertos autólogos representam o padrão-ouro biológico para diversos procedimentos reconstrutivos. Por serem obtidos do próprio paciente, conferem vantagem pela ausência de resposta imunológica adversa, uma vez que o sistema imune reconhece o tecido como próprio, eliminando o risco de rejeição, sendo uma das principais limitações observadas em aloenxertos e xenoenxertos (Dean *et al.*, 2025). Essa biocompatibilidade intrínseca não apenas dispensa a necessidade de terapia imunossupressora, como também favorece a integração do enxerto ao leito receptor, promovendo a neovascularização e a viabilidade tecidual, condições essenciais para o sucesso da cicatrização e reconstrução (Fossum, 2021).

Entre os diferentes tecidos autólogos descritos para reconstrução uretral, a veia safena lateral destaca-se como uma alternativa promissora devido à facilidade de obtenção, baixa morbidade do sítio doador e características anatômicas e biológicas favoráveis à reconstrução do trato urinário (Li *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2017). Embora estudos experimentais prévios tenham demonstrado resultados promissores com esse tipo de enxerto, ainda são escassas as investigações que avaliam sua aplicabilidade em modelos experimentais caninos *ex vivo*, etapa importante para o refinamento técnico antes da validação em estudos *in vivo*.

Assim, hipotetizou-se que o enxerto autólogo de veia safena lateral é capaz de permitir a reconstrução de defeitos uretrais segmentares, mantendo a continuidade do lúmen uretral e adequada estanqueidade das linhas de anastomose. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica da uretroplastia reconstrutiva utilizando enxerto autólogo de veia safena lateral em um modelo experimental *ex vivo* de defeitos uretrais em cães, por meio da análise da exequibilidade cirúrgica da técnica, da patência do lúmen uretral e da estanqueidade das anastomoses.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A uretroplastia reconstrutiva com enxertos autógenos tem sido explorada na Medicina Veterinária como uma alternativa promissora para a correção de defeitos uretrais extensos. No Brasil, estudos pioneiros, como o de Paulo *et al.* (2003), validaram o princípio do uso de tecidos autólogos ao demonstrarem a integração biológica e a reepitelização de enxertos de mucosa bucal em cães, embora associados a uma taxa significativa de complicações, como a estenose. Essa limitação impulsionou a busca de um material com menor morbidade, dentre os quais a veia safena tem se destacado. A eficácia deste enxerto foi inicialmente demonstrada em modelos experimentais, como nos estudos de Kim *et al.* (2014) e Xu *et al.* (2017), que confirmaram, em coelhos, a capacidade da veia safena autóloga de restaurar o calibre uretral com excelente integração tecidual e completa substituição do endotélio por urotélio. Posteriormente, a aplicabilidade da técnica foi validada no modelo canino por Li *et al.* (2021), que utilizaram um enxerto de veia safena evertida para a reconstrução tubular da uretra em cães da raça Beagle. Os resultados foram altamente satisfatórios, com 80% dos animais apresentando lúmen uretral amplo e sem complicações relevantes, como fístulas ou estenose após seis meses de pós-operatório. A análise histológica comprovou a integração tecidual adequada e a regeneração de uma uretra funcional, reforçando o potencial da veia safena como um enxerto superior para esta finalidade. Por fim, estudos em modelos *ex vivo* usando o tecido venoso como fonte de enxertia para defeitos ureterais, como o de Martin *et al.* (2026), confirmam a compatibilidade biomecânica da veia com o trato urinário canino. A seguir, apresenta-se uma análise detalhada de cada estudo, evidenciando seus achados principais e a evolução do tema na clínica e cirurgia veterinária.

No estudo de Paulo *et al.* (2003) foi investigada a viabilidade da correção de defeitos uretrais extensos em cães utilizando um enxerto tubular autólogo proveniente da mucosa do lábio inferior. Os pesquisadores removeram cirurgicamente um segmento de aproximadamente 2 cm da uretra peniana de 20 cães, e o defeito criado foi reparado com o enxerto de mucosa bucal. A técnica apresentou resultados variáveis: 70% dos animais (14 cães) exibiram recuperação positiva, apresentando jato urinário normal ao final de 60 dias de observação; no entanto, 30% dos animais (6 cães) desenvolveram estrangúria devido à formação de estenose no local da cirurgia. Biologicamente, o enxerto autólogo demonstrou excelente integração, sendo totalmente incorporado ao leito receptor. As avaliações macroscópicas e histológicas confirmaram cobertura completa dos fragmentos de mucosa bucal pelo epitélio uretral original, indicando um processo de reepitelização eficaz.

O estudo demonstrou a viabilidade dos enxertos autólogos na reconstrução de defeitos uretrais extensos em cães. A observação da completa integração macroscópica dos implantes e a confirmação histológica validam o conceito visto previamente de que um tecido vivo pode servir como um retalho eficaz para a regeneração do canal urinário. Em contrapartida, o sucesso biológico foi acompanhado por uma taxa significativa de complicações. A ocorrência de estenose em 30% dos animais e a elevada incidência de fístulas (55%) indicam que, embora o conceito de enxerto autólogo seja válido, a mucosa bucal pode não apresentar propriedades estruturais ideais para a confecção de enxertos tubulares nesta localização anatômica específica. O contraste entre a boa integração tecidual e a alta morbidade pós-operatória evidenciou a necessidade de um material que, além da biocompatibilidade, ofereça características estruturais e de manuseio capazes de minimizar inflamação, retração cicatricial e extravasamento de urina. Os resultados do estudo, embora endossem o potencial da uretroplastia com enxertos autógenos como uma alternativa à uretostomia, reforçam a necessidade da contínua busca por tecidos doadores mais adaptados, que conciliem biocompatibilidade com a menor taxa de complicações, otimizando os desfechos funcionais na reconstrução uretral canina.

Partindo desta premissa, os estudos de Kim *et al.* (2014), e Xu *et al.* (2017), investigaram a eficácia e a viabilidade do uso de um enxerto de veia safena autóloga na reparação de estenoses uretrais extensas induzidas experimentalmente em 35 coelhos, com grupos de 5 indivíduos sendo analisados pelo período de até um ano. O objetivo central foi investigar se a veia do próprio animal poderia ser utilizada como enxerto em posição ventral (*onlay*), promovendo a ampliação do lúmen uretral estenosado sem a necessidade de ressecção completa do segmento doente.

A eficácia do enxerto foi evidenciada por avaliações radiográficas realizadas ao longo de 12 semanas, as quais mostraram que a uretra do grupo que recebeu o enxerto tinha uma largura uretral média de 10.04 mm, praticamente idêntica à do grupo de controle normal (10.2 mm) e significativamente superior à do grupo com estenose não tratada (4.3 mm). Isso demonstra que o enxerto não apenas corrigiu a estenose, mas também restaurou o calibre uretral ao normal, mantendo esse resultado durante todo o período de observação. Nenhum dos animais submetidos ao enxerto de veia apresentou fístulas ou outras complicações relevantes. A análise histológica de Xu *et al.* (2017), após um ano da implantação, revelou o sucesso biológico da técnica, com a superfície interna da neouretra completamente revestida por urotélio, com aspecto tecidual similar ao enxerto da uretra normal. A análise imuno-histoquímica com pancitoqueratina confirmou que o endotélio original da veia foi

completamente substituído pelo epitélio urinário, indicando uma regeneração tecidual plena. Além disso, a coloração de tricrômico de Masson mostrou menor deposição de colágeno do que o grupo com estenose, indicando menos cicatrização fibrótica e, portanto, menor risco de reincidência de estenose.

A aplicação de enxertos autógenos de veia safena em cães foi previamente analisada por Li *et al.* (2021). Neste estudo, os autores investigaram a eficácia de se usar um enxerto de veia safena autóloga evertida para substituir completamente um longo segmento de uretra (3 cm) em 5 cães Beagles.

No grupo experimental, quatro dos cinco cães (80%) permaneceram sem sinais de disúria ou estrangúria, e os exames radiográficos demonstraram lúmen uretral amplo e patente, sem sinais de estenose, até seis meses após a cirurgia. A análise histológica revelou integração completa do enxerto, revestimento por urotélio funcional, fibras colágenas e musculares organizadas e intensa neovascularização. Os autores ainda levantaram a hipótese de que a eversão da veia favorece a captação rápida de suprimento sanguíneo a partir dos tecidos adjacentes, mecanismo que poderia explicar a adequada sobrevivência e integração do enxerto, passível de investigação em estudos futuros.

Por fim, o uso da veia safena lateral como fonte de enxerto para reparação de defeitos ureterais em cães foi avaliado previamente por Martins *et al.* (2026), em que os autores defendem as características anatômicas e biológicas altamente favoráveis do tecido para a reconstrução do trato urinário. O estudo consistiu na reconstrução de 16 ureteres em cadáveres caninos com a prótese de veia safena e demonstrou resultados mistos de extravasamento de contraste no sítio anastomótico cranial (25%), no sítio caudal (6,25%) e em ambos os sítios (50%). No entanto, dois ureteres (12,5%) não apresentaram extravasamento, sugerindo a eficácia da técnica e possibilitando a transposição desta para outras partes do trato urinário, como a uretra.

Portanto, nota-se uma clara progressão na busca por um enxerto autólogo ideal para a uretroplastia em cães. Embora estudos pioneiros com mucosa bucal tenham validado o princípio biológico da reconstrução, foram reveladas taxas significativas de complicações, como estenose e fístulas, indicando a necessidade de um material doador superior. Neste contexto, a veia safena emergiu como uma alternativa promissora. Estudos experimentais em modelos de coelhos foram cruciais ao demonstrar que o enxerto de veia safena não apenas restaura o calibre uretral, mas também o mantém a longo prazo, evitando a fibrose e a estenose tardia. Subsequentemente, a validação no modelo canino, especificamente em Beagles, confirmou o alto potencial da técnica, alcançando uma taxa de sucesso de 80% na

reconstrução tubular de defeitos extensos. Por fim, a aplicação da técnica em ureteres de modelos *ex vivo* e sua eficácia confirmada em 12,5% dos casos confirmam a compatibilidade anatomobiológica do segmento venoso com enxertias no trato urinário canino. Coletivamente, esta literatura forma uma base de evidências sólida que posiciona o enxerto autólogo de veia safena lateral como uma alternativa tecnicamente viável, biologicamente integrada e clinicamente relevante para a reparação de defeitos uretrais em cães, sendo esta técnica minuciosamente analisada neste estudo.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento Experimental e Material Biológico

O presente estudo foi conduzido como um ensaio experimental *ex vivo* para avaliar a viabilidade técnica da uretroplastia com enxerto de veia safena lateral. Foram utilizados 10 cadáveres de cães machos, sem raça definida, com peso entre 10 a 20 kg, provenientes do serviço de triagem, clínica, cirurgia e internação do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia.

3.1.1 Critérios de Inclusão

Foram incluídos no estudo os cadáveres de cães machos com ausência de lesões uretrais prévias, cuja destinação para fins de pesquisa científica foi autorizada pelo responsável do animal mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) no momento da admissão hospitalar. Os cadáveres foram obtidos em até 6 horas após o óbito, decorrente de causas não relacionadas às afecções do trato urinário. Após o recolhimento pelo Setor de Patologia Animal do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, foram identificados, acondicionados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração (4 °C) ou congelamento (-15 °C a -20 °C) até a realização do procedimento experimental.

3.1.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídos os cadáveres com histórico ou evidência macroscópica de doença uretral, peniana ou pélvica prévia; animais que sofreram trauma na região pélvica; e animais que excederam o intervalo de peso estipulado previamente (10kg a 20kg).

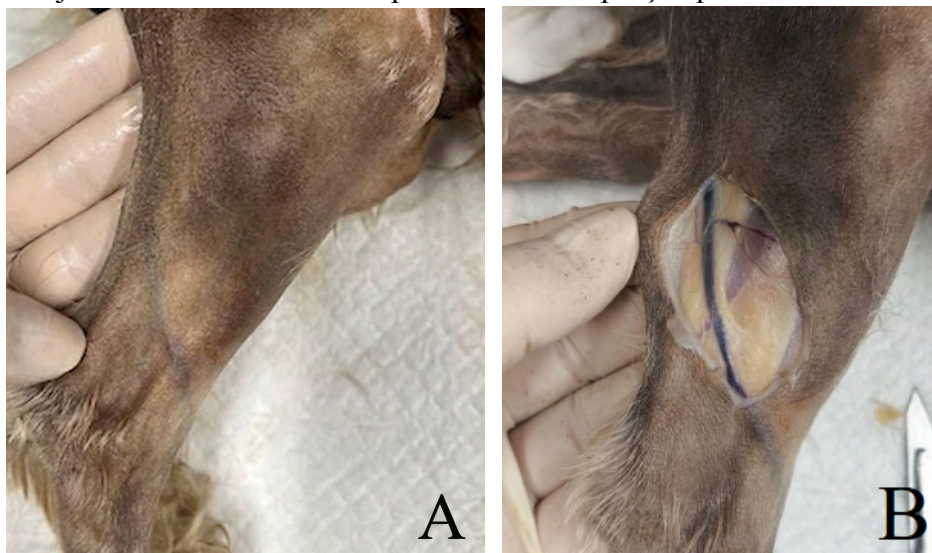
3.2 Procedimento Cirúrgico Experimental

3.2.1 Colheita do Enxerto Autólogo

Para a coleta da veia safena lateral, o cadáver foi posicionado em decúbito lateral, seguido por tricotomia ampla da face lateral do membro pélvico. Na sequência, efetuou-se

uma incisão cutânea longitudinal de 4 a 5 cm sobre o trajeto da veia safena lateral, paralelamente à porção proximal da tíbia (Figuras 1 e 2).

Figuras 1 e 2: Etapas da colheita da veia safena lateral. (A) Tricotomia ampla na face lateral do membro pélvico direito. (B) Incisão cutânea longitudinal de 4 a 5 cm, realizada sobre o trajeto da veia safena lateral paralelamente à porção proximal da tíbia.



Fonte: a autora.

Em seguida, um segmento de aproximadamente 2 a 3 cm do vaso foi isolado, através da divulsão romba do tecido subcutâneo, excisado com tesoura Metzenbaum. Os enxertos foram imediatamente imersos em solução salina fisiológica estéril para preservação do endotélio até o momento do implante.

3.2.2 Preparo do Leito Receptor e Uretroplastia

O cadáver foi reposicionado em decúbito dorsal para acesso à região peniana, com realização de uma incisão na linha média ventral do pênis para exposição e isolamento de um segmento da uretra. Para manter o lúmen e facilitar a sutura, uma sonda uretral de tamanho adequado ao animal, com variação de 8 Fr à 10 Fr, foi introduzida através do meato uretral externo e ao longo do segmento trabalhado. Subsequentemente, um defeito uretral de aproximadamente 1 a 2 cm foi criado pela ressecção completa da uretra, simulando uma lesão extensa (Figura 3).

Figura 3: Defeito uretral peniano de aproximadamente 1 cm, criado experimentalmente em cadáver canino para simular lesão extensa.



Fonte: a autora.

O enxerto venoso, previamente preparado, foi inserido na sonda uretral e posicionado sobre o defeito criado. A fixação inicial foi realizada com quatro pontos de ancoragem (posições de 3, 6, 9 e 12 horas) utilizando fio de nylon 6-0, para garantir o correto alinhamento e evitar a torção do enxerto. A anastomose foi finalizada com variações entre sutura contínua simples e sutura simples separada, utilizando o mesmo fio utilizado na fixação inicial, para promover a coaptação das bordas (Figura 4).

Figura 4: Aspecto final da uretroplastia, evidenciando o enxerto de veia safena lateral fixado ao leito uretral.



Fonte: a autora.

3.3 Critérios de Avaliação e Análise dos Dados

A avaliação da eficácia do método foi realizada por teste de estanqueidade com azul de Metileno e uretrografia retrógrada contrastada. Para o teste de patência, injetou-se aproximadamente 5 mL de azul de Metileno pelo óstio uretral externo, e avaliou-se a ocorrência de extravasamento ou acúmulo do conteúdo no segmento analisado.

A uretrografia contrastada foi realizada com o cadáver em decúbito lateral, e uma sonda uretral foi posicionada no óstio uretral externo, seguindo até a vesícula urinária, e foram injetados de 5 a 20 mL de meio de contraste iodado (Iopamidol 300 mg/mL). Foram obtidas radiografias imediatas da região pélvica, com foco no segmento reconstruído. As imagens radiográficas foram avaliadas por um observador experiente, sendo analisadas qualitativamente em projeções latero-lateral da região pélvica após a injeção. Os seguintes desfechos foram analisados de forma qualitativa:

- a) **Patência do Lúmen:** Presença de uma coluna de contraste contínua através do local da anastomose.
- b) **Extravasamento de Conteúdo:** Indicativo de falha na linha de sutura.
- c) **Estenose:** Ponto de estreitamento focal no diâmetro do lúmen no local do enxerto.

Todo o processo, incluindo os tempos cirúrgicos e as avaliações radiográficas, foi documentado por meio de registros fotográficos e escritos, os quais podem subsidiar futuras publicações científicas.

3.3.1 Análise Estatística

Os dados obtidos a partir da avaliação foram tabulados em uma planilha eletrônica no Microsoft Excel, com dados referentes à presença ou ausência de achados. A análise dos resultados foi realizada por meio de estatística descritiva, com variáveis de desfecho, como a ocorrência de extravasamento de fluido, a identificação de pontos de estenose ou obstrução e a manutenção da continuidade do lúmen. Essas variáveis foram expressas em frequência absoluta (n), representando o número de casos em que o achado foi observado, e em frequência relativa (%), correspondendo à porcentagem sobre o total de amostras (N=10). As imagens fotográficas e radiográficas foram utilizadas para ilustrar os resultados descritos.

4 RESULTADOS

Foram inicialmente incluídos 10 procedimentos experimentais de uretroplastia utilizando enxerto autólogo de veia safena lateral. Entretanto, um espécime foi excluído antes da reconstrução em decorrência da inviabilidade do enxerto doador, causada por autólise vascular associada à infiltração adiposa, correspondendo a uma taxa de descarte pré-operatório de 10,0%. Dessa forma, nove procedimentos (90,0%) foram efetivamente realizados e incluídos nas análises subsequentes.

Os tempos cirúrgicos foram mensurados com o objetivo de fornecer parâmetros de eficiência técnica e subsidiar a futura aplicação da técnica em modelos *in vivo*. O tempo médio para obtenção do enxerto foi de 9 minutos e 26 segundos (DP $\pm$ 1 minuto e 7 segundos), com mediana de 9 minutos e 58 segundos e variação entre 7 minutos e 10 minutos e 27 segundos. O tempo médio de sutura foi de 24 minutos e 40 segundos (DP $\pm$ 1 minuto e 59 segundos), apresentando mediana de 24 minutos e 46 segundos, com valores entre 21 minutos e 30 segundos e 27 minutos e 10 segundos (Tabela 1).

Tabela 1 – Tempos cirúrgicos registrados durante o procedimento experimental (valores em minutos).

ETAPA CIRÚRGICA	MÉDIA (DP)	MEDIANA	TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÁXIMO
Coleta do enxerto	09:26 $\pm$ 01:07	09:58	07:00	10:27
Uretroplastia	24:40 $\pm$ 01:59	24:46	21:30	27:10

Fonte: a autora.

Para a avaliação dos desfechos pós-operatórios imediatos, foram analisadas duas unidades experimentais: o caso (n = 9) e a linha de sutura. Cada procedimento originou duas anastomoses (proximal e distal), totalizando 18 linhas de sutura, sendo 9 proximais e 9 distais, submetidas às avaliações macroscópicas e aos testes de integridade descritos a seguir.

Na análise individual, a qual avaliou o sucesso ou a falha do procedimento cirúrgico de maneira global por animal (n=9 operados), observou-se uma elevada taxa de falhas na coaptação, caracterizadas por algum grau de extravasamento em pelo menos uma das anastomoses em 88,9% das amostras (8 de 9 casos). Esse grupo subdividiu-se, ainda, em casos de extravasamento unilateral ou parcial, correspondendo a 66,7% (6 de 9 casos) nos quais uma das linhas de anastomose manteve-se íntegra enquanto a outra falhou. Destes, em 5

casos houve vazamento na sutura proximal, com integridade proximal e extravasamento distal.

Por sua vez, o extravasamento bilateral ou total, em que ambas as linhas de sutura falharam simultaneamente, manifestou-se em 22,2% do grupo (2 de 9 casos). Por fim, a estanqueidade plena em ambas as anastomoses foi alcançada em apenas 11,1% das uretroplastias (1 de 9 casos), a qual, contudo, apresentou estenose luminal total devido ao diâmetro delgado do enxerto vascular (Tabela 2).

Tabela 2 – Desfechos cirúrgicos de forma individual no procedimento experimental

CATEGORIA	QUANTIDADE (N)	PORCENTAGEM (%)
Casos operados	9	100%
Extravasamento Unilateral / Parcial	6	66,7%
Extravasamento Bilateral / Total	2	22,2%
Estenose	1	11,1%
Taxa Total de Falha/Vazamento	8	88,9%

Fonte: a autora.

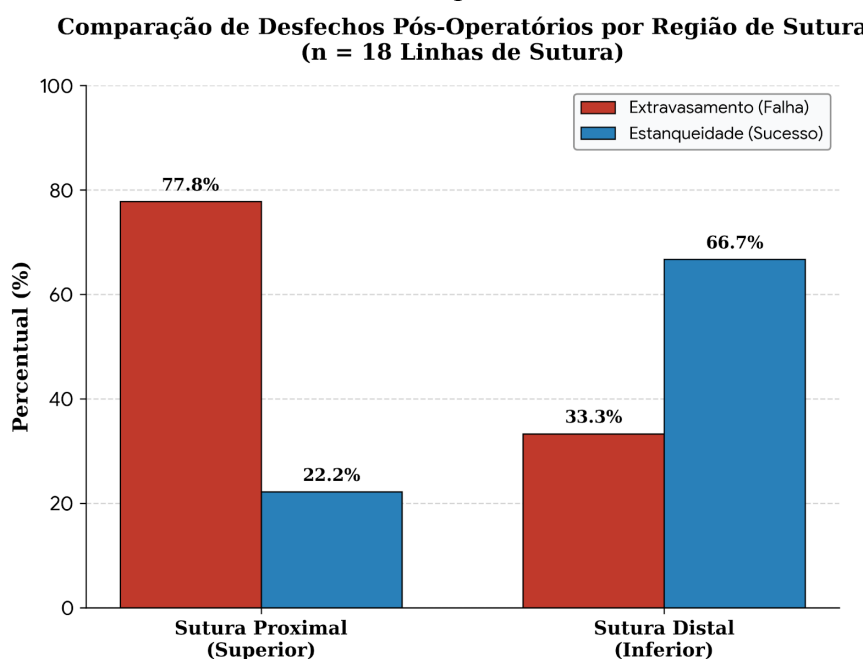
A análise por linha de anastomose (n = 18) demonstrou extravasamento em 10 (55,6%) das suturas avaliadas, enquanto oito (44,4%) permaneceram estanques. Quando os resultados foram analisados de acordo com a localização anatômica, verificou-se extravasamento em sete das nove anastomoses proximais (77,8%), permanecendo estanques apenas duas (22,2%). Nas anastomoses distais, o extravasamento foi observado em três das nove suturas (33,3%), enquanto seis (66,7%) permaneceram estanques.

5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que a uretroplastia reconstrutiva utilizando enxerto autólogo de veia safena lateral foi tecnicamente exequível em modelo experimental *ex vivo*, permitindo a reconstrução de defeitos uretrais segmentares em todos os procedimentos realizados. Entretanto, observou-se elevada frequência de extravasamento nas linhas de anastomose, principalmente na porção proximal da uretra, evidenciando que fatores anatômicos e biomecânicos exercem influência importante sobre a estanqueidade da reconstrução.

Os achados obtidos diferem daqueles descritos por Kim *et al.* (2014), Xu *et al.* (2017) e Li *et al.* (2021), que relataram adequada integração do enxerto, manutenção do calibre uretral e baixa ocorrência de complicações após a reconstrução utilizando veia safena autóloga. Essa divergência está provavelmente relacionada às diferenças metodológicas entre os estudos. Enquanto os trabalhos anteriores foram conduzidos em modelos *in vivo*, permitindo a avaliação da cicatrização, da integração tecidual e da remodelação biológica do enxerto, o presente estudo teve como objetivo avaliar exclusivamente a viabilidade técnica imediata da reconstrução em cadáveres, sem a participação dos mecanismos fisiológicos envolvidos na reparação tecidual.

Figura 5: Análise comparativa da estanqueidade entre anastomoses proximais e distais em modelo de uretroplastia *ex vivo*.



Fonte: a autora.

A maior frequência de extravasamento observada na anastomose proximal (77,8%), em comparação à distal (33,3%), sugere que a localização anatômica da reconstrução influencia diretamente o desempenho da técnica (Figura 5). Segundo Cuddy e McAlinden (2017), a uretra peniana encontra-se intimamente aderida à goteira ventral do osso peniano por meio do corpo esponjoso e de tecido conjuntivo fibroso denso. Essa disposição anatômica restringe a mobilização do segmento uretral, aumentando a tensão exercida sobre a linha de sutura proximal e dificultando a adequada coaptação dos tecidos, o que pode justificar a maior ocorrência de extravasamento nessa região.

Embora a anastomose proximal tenha apresentado uma razão de chances sete vezes maior para ocorrência de extravasamento em relação à anastomose distal (Odds Ratio = 7,0), essa diferença não atingiu significância estatística pelo Teste Exato de Fisher ($p = 0,1534$). Esse resultado provavelmente reflete o reduzido tamanho amostral do estudo ($n = 18$ linhas de sutura), que limita o poder estatístico das análises comparativas. Assim, a ausência de significância estatística não exclui a possibilidade de uma diferença real entre as regiões avaliadas, especialmente diante da discrepância observada entre as frequências de extravasamento nas anastomoses proximal e distal. Dessa forma, estudos com maior número de amostras são necessários para confirmar essa associação de maneira estatisticamente robusta. Apesar da ausência de significância estatística, a maior frequência de extravasamento observada na região proximal, associada às características anatômicas da uretra peniana, sugere que a porção adjacente ao osso peniano representa um importante fator limitante para a execução da técnica (Cuddy; McAlinden, 2017).

Além dos fatores anatômicos, a qualidade do tecido cadavérico provavelmente influenciou os resultados obtidos. Durante os procedimentos observou-se, em diversos espécimes, acentuada friabilidade da parede uretral, dificultando a passagem da agulha e favorecendo lacerações puntiformes nos pontos de inserção da agulha de sutura. Essas discontinuidades teciduais comprometeram a adequada coaptação das bordas e contribuíram para os focos de extravasamento observados durante os testes de estanqueidade.

A perda da viabilidade celular decorrente da autólise constitui uma hipótese plausível para explicar essa fragilidade tecidual. Após o óbito ocorre a interrupção da perfusão sanguínea e degradação progressiva das estruturas celulares (Zachary, 2018). Embora o armazenamento sob refrigeração controlada a 4 °C retarde significativamente o início e a taxa de progressão das alterações pós-morte em comparação com a temperatura ambiente, o processo autolítico é contínuo, irreversível e progressivo (Howie *et al.*, 2024). Desse modo, a integridade tecidual microscópica começa a declinar de maneira precoce e tecido-específica

bem antes que a qualidade macroscópica geral do cadáver seja comprometida. Camadas altamente celulares e ricas em epitélio são as primeiras a sofrer degradação devido à liberação de enzimas líticas intracelulares (Cocariu *et al.*, 2016). Em condições de refrigeração, o descolamento celular e a perda da arquitetura celular em mucosas sensíveis são evidenciados 24 horas pós-morte, seguidos pela descamação e perda de detalhes do epitélio tubular renal em 48 horas (Howie *et al.*, 2024). Diante disso, projeta-se que o epitélio de revestimento da uretra apresente manifestações iniciais de autólise e perda de integridade estrutural precocemente, dentro das primeiras 24 a 48 horas de armazenamento em câmara fria.

Por outro lado, as camadas de suporte da parede uretral, compostas por músculo liso e tecido de sustentação, apresentam taxas de autólise distintas devido à menor atividade enzimática intrínseca e maior resistência dessas estruturas. Sob refrigeração a 4 °C, o tecido muscular liso mostra-se mais resiliente que o epitélio da mucosa, iniciando sinais perceptíveis de autólise apenas a partir do 3º dia pós-morte (Howie *et al.*, 2024). As estruturas ricas em colágeno são ainda mais duráveis, mantendo sua arquitetura básica preservada por longos períodos. O tecido conjuntivo de suporte inicia sua autólise apenas por volta do 9º dia, e as fibras colágenas densas podem resistir por até 22 dias sob refrigeração. Entretanto, alterações autolíticas severas e generalizadas consolidam-se na maioria dos tecidos moles entre o 5º e o 8º dia de refrigeração (Cocariu *et al.*, 2016). Essa degradação assíncrona explica por que amostras uretrais conservadas em câmara fria por períodos intermediários podem exibir uma perda acentuada da integridade da mucosa epitelial interna, ao mesmo tempo em que preservam temporariamente os tecidos fibrovascular e muscular subjacentes.

O índice de estenose luminal observado (11,1%) esteve relacionado à utilização de um segmento venoso de pequeno calibre, previamente traumatizado por tentativa de cateterização. Provavelmente, a coleta do enxerto em uma porção adjacente à área lesionada comprometeu o diâmetro luminal do vaso, resultando em um conduto estreito e com baixa complacência, incompatível com o calibre da uretra receptora e favorecendo a estenose luminal do segmento reconstruído. Esse achado evidencia a importância da seleção criteriosa do enxerto, uma vez que alterações morfológicas do vaso doador podem comprometer a compatibilidade entre o diâmetro da veia e o lúmen uretral. Dessa forma, recomenda-se inspeção cuidadosa do segmento vascular antes da implantação, descartando vasos traumatizados ou com calibre incompatível com a uretra receptora. Contudo, mesmo após avaliação macroscópica criteriosa, pequenas variações anatômicas do diâmetro vascular podem não ser completamente identificadas, reforçando a necessidade de seleção individualizada do enxerto antes da reconstrução uretral.

Apesar das limitações observadas no modelo *ex vivo*, é possível que parte das falhas identificadas não ocorra com a mesma frequência em condições *in vivo*. Em condições *in vivo*, a manutenção da perfusão tecidual, da viabilidade celular e dos mecanismos fisiológicos de cicatrização tende a conferir maior resistência mecânica às linhas de sutura, apresentando assim resultados mais satisfatórios como os vistos por Li *et al.* (2021). Além disso, ajustes técnicos intraoperatórios, como a realização de pontos adicionais de reforço quando identificados pequenos vazamentos, bem como a manutenção temporária de uma sonda uretral durante o período inicial de cicatrização, podem contribuir para reduzir a tensão sobre as anastomoses e favorecer a estabilidade inicial da reconstrução. Entretanto, o cirurgião deverá se atentar quanto ao excesso de linhas de sutura, que podem vir a comprometer o lúmen uretral, resultando em estenose. Essas hipóteses levantadas necessitam, ainda, de estudos posteriores para serem aceitas ou rejeitadas.

Outro aspecto favorável observado foi o tempo médio de execução da técnica, de aproximadamente 34 minutos, incluindo a colheita do enxerto ($9:26 \pm 1:07$ minutos) e a confecção das anastomoses uretrais ($24:40 \pm 01:59$ minutos). Esse resultado sugere que o procedimento apresenta execução relativamente rápida, característica potencialmente favorável para a futura avaliação da técnica em estudos *in vivo*. Segundo Fossum (2021), procedimentos cirúrgicos prolongados estão associados ao aumento do risco de complicações anestésicas e perioperatórias, incluindo infecção do sítio cirúrgico, hipotermia, hipotensão e hipoperfusão tecidual. Entretanto, a segurança e a aplicabilidade clínica da técnica somente poderão ser estabelecidas por estudos realizados em animais vivos.

Quanto à morbidade do sítio doador, é considerada extremamente baixa na rotina veterinária. Embora a retirada de enxertos venosos em humanos possa cursar com intercorrências pós-operatórias, tais como taxas de infecção cirúrgica de 2% a 24% e formação de seromas, a experiência clínica documentada na colheita da veia safena lateral em cães evidencia uma ausência dessas complicações (Martins, 2026).

O presente estudo apresentou limitações inerentes ao modelo experimental utilizado e à padronização entre cirurgias e métodos de sutura aplicados. A utilização de cadáveres impossibilitou a avaliação da integração biológica do enxerto, da resposta inflamatória, da neovascularização, da cicatrização e da funcionalidade uretral em longo prazo. Não houve padronização clara quanto ao tempo de coleta do animal após o óbito ou em relação às horas de manutenção em câmara fria, fatores que, conforme observado por Cocariu *et al.* (2016) e Howie *et al.* (2024), podem afetar o estado autolítico cadavérico, resultando nas lacerações puntiformes descritas.

Outro ponto que careceu de padronização foram as variações entre cirurgias e padrões de sutura. Apesar da participação exclusiva de médicos veterinários especializados em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, a atuação de dois profissionais distintos pode ter influenciado a análise final. A não padronização do método de sutura das anastomoses (simples contínuo ou simples separado), a critério de cada profissional, pode ter influenciado a frequência de extravasamento observada. Além disso, o reduzido tamanho amostral limitou o poder estatístico das análises comparativas.

Para trabalhos futuros, sugerem-se ajustes na metodologia e nas técnicas aplicadas. A mensuração precisa das dimensões do vaso deve ser incorporada para analisar sua compatibilidade com o lúmen uretral. Martins *et al.* (2026) relataram que a veia safena apresentou compatibilidade com o calibre ureteral, resultando em ajuste anatômico satisfatório. Contudo, considerando que os ureteres são intrinsecamente mais delgados que a uretra, infere-se que o enxerto venoso pode apresentar desafios de adaptação morfológica distintos dos hipotetizados. Uma possibilidade para adaptar a técnica seria a remodelação do segmento venoso, visando otimizar sua geometria e espessura, realizando uma incisão e adaptando seu diâmetro. Outra alternativa consiste na aplicação da técnica em outros segmentos uretrais, como a uretra pélvica ou membranosa. Tais regiões, além de representarem sítios de alta morbidade uretral, não estão sujeitas às forças de tensão exercidas pela adjacência ao osso peniano, embora sua abordagem cirúrgica apresente desafios técnicos próprios.

Apesar dessas limitações, o modelo *ex vivo* permitiu avaliar a exequibilidade técnica da reconstrução e identificar fatores anatômicos e operatórios passíveis de aperfeiçoamento antes da realização de estudos *in vivo*. Nesse contexto, os resultados obtidos fornecem subsídios para o refinamento da técnica cirúrgica e para o delineamento de estudos experimentais *in vivo* destinados à avaliação da integração do enxerto, da cicatrização e da funcionalidade uretral em longo prazo.

6 CONCLUSÃO

A uretroplastia reconstrutiva utilizando enxerto autólogo de veia safena lateral mostrou-se tecnicamente exequível em modelo experimental *ex vivo*, permitindo a reconstrução de defeitos uretrais segmentares com tempo médio de execução relativamente curto. A elevada frequência de extravasamento observada, principalmente nas anastomoses proximais, evidenciou a influência de fatores anatômicos locais e das limitações inerentes ao modelo cadavérico sobre o desempenho da técnica. Apesar disso, os resultados demonstram o potencial da veia safena lateral como alternativa para reconstrução uretral e fornecem subsídios para o aprimoramento da técnica. Estudos *in vivo* são necessários para validar sua aplicabilidade e avaliar a integração do enxerto, a cicatrização, a manutenção da patência uretral e a recuperação funcional da uretra.

REFERÊNCIAS

- ADDISON, E. S.; YOOL, Donald A. Urethral Trauma. *In*: DROBATZ, Kenneth J. *et al.* (ed.). **Textbook of Small Animal Emergency Medicine**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. cap. 100, p. 641-645. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119028994.ch100>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119028994.ch100>. Acesso em: 6 ago. 2026.
- COCARIU, Ela Andra *et al.* Correlations between the autolytic changes and postmortem interval in refrigerated cadavers. **Romanian Journal of Internal Medicine**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 105–112, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1515/rjim-2016-0012>. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/rjim-2016-0012>. Acesso em: 6 ago. 2026.
- CUDDY, Laura C.; MCALINDEN, Aidan B. Urethra. **In**: JOHNSTON, Spencer A.; TOBIAS, Karen M. (ed.). **Veterinary Surgery: Small Animal**. 2. ed. St. Louis: Elsevier, 2017. v. 2, cap. 117, p. 2234–2253.
- DEAN, Jillian *et al.* Advancements in bioengineered and autologous skin grafting techniques for skin reconstruction: a comprehensive review. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 12, art. 1461328, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1461328>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2024.1461328/full>. Acesso em: 6 ago. 2026.
- ETTINGER, Stephen J.; FELDMAN, Edward C.; CÔTÉ, Etienne. **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022. v. 2.
- FOSSUM, Theresa W. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 5. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2021. E-book. ISBN 9788595157859. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595157859/>. Acesso em: 06 ago. 2026.
- GAKIS, Georgios *et al.* European Association of Urology Guidelines on Primary Urethral Carcinoma—2020 Update. **European Urology Oncology**, v. 3, n. 4, p. 424–432, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.euo.2020.06.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S258893112030081X?via%3Dihub>. Acesso em 06 ag. 2026.
- HEDLUND, Cheryl S.; HOSGOOD, Giselle. Doenças da Uretra e Uropatia Obstrutiva. *In*: BOJRAB, M. Joseph; MONNET, Eric (ed.). **Mecanismos das Doenças em Cirurgia de Pequenos Animais**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014. cap. 70, p. 547-559. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-412-0404-0/epubcfi/6/178%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dchapter70%5D!/4>. Acesso em: 6 ago. 2026.
- HOWIE, Rachel R. *et al.* Determination of Postmortem Interval in Mice. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 63, n. 4, p. 428-436, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-23-000107>. Acesso em: 6 ago. 2026.

KIM, Bum Soo *et al.* Nontransected ventral onlay-augmented urethroplasty using autologous saphenous vein graft in a rabbit model of urethral stricture. **Urology**, v. 83, n. 1, p. 225-231, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.urology.2013.08.030>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24176087/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

LI, Dan; SHEN, Zhou; XU, Yujie. Tubularized urethral reconstruction using everted saphenous vein graft in a beagle model. **BMC Urology**, v. 21, n. 1, p. 63, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12894-021-00833-4>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33865365/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

MARTINS, Acacio W. *et al.* Autogenous lateral saphenous vein and fascia lata grafts used in the repair of ureteral defects in dogs. **Veterinary Medicine and Science**, v. 12, n. 3, e70869, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1002/vms3.70869>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42046504/>. Acesso em: 25 jul. 2026.

PAULO, Neusa Margarida *et al.* Uretroplastia de substituição com segmentos tubulares autólogos de mucosa bucal em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 18, n. 4, p. 320-325, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-86502003000400011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acb/a/Ky5XSYbcJbC3WVCXZ5tM3YH/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 16 abr. 2026.

WALDRON, Don Ray *et al.* Urethra. In: BOJRAB, M. Joseph; WALDRON, Don Ray; TOOMBS, James P. (org.). **Current Techniques in Small Animal Surgery**. 5. ed. Jackson: Teton NewMedia, 2014. cap. 31, p. 489-504.

XU, Yujie *et al.* Urethral reconstruction using everted saphenous vein graft in a rabbit model: one-year outcomes. **Urologia Internationalis**, v. 99, n. 1, p. 110-117, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1159/000464473>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28329749/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

ZACHARY, James F. Bases da Patologia em Veterinária. 6. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2018. E-book. p.638. ISBN 9788595150621. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595150621/>. Acesso em: 06 ago. 2026.