

UNIVERSIDADE POSITIVO
LETÍCIA ALVES WROBEL

**USO DE BIOMATERIAIS EM UROLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA E
ACOMPANHAMENTO CLÍNICO E LABORATORIAL DE CÃES E GATOS SUBMETIDOS
AO SIDUS**

CURITIBA

2025

LETÍCIA ALVES WROBEL

**USO DE BIOMATERIAIS EM UROLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA E
ACOMPANHAMENTO CLÍNICO E LABORATORIAL DE CÃES E GATOS SUBMETIDOS
AO SIDUS**

Projeto de mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Biotecnologia Industrial da Universidade Positivo como requisito para obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Renato Nisihara

CURITIBA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central – Universidade Positivo

W957 Wrobel, Leticia Alves.

**Uso de biomateriais em urologia: revisão de literatura e
acompanhamento clínico de cães e gatos submetidos ao Sidus /
Leticia Alves Wrobel. — Curitiba : Universidade Positivo, 2025.**

45 f. : il. color.

**Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Biotecnologia
Industrial – Universidade Positivo, 2025.**

Orientador(a): Prof. Dr. Renato Mitsunori Nisihara.

**1. Biotecnologia Industrial. 2. Cães. 3. Gatos. 4. Ureteres 5.
SIDUS. 6. Biomateriais. 7. Infecção urinária. I. Nisihara, Renato
Mitsunori. II. Título.**

CDU 619:591.46

EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito.”
— Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou em todos os momentos difíceis desta caminhada acadêmica.

Ao meu amado marido Carlos Henrique Wrobel, companheiro incansável, pela paciência, apoio e que sempre acreditou em mim e me fortaleceu nas horas de incerteza.

À minha família, que me ensinou que a educação é de preciosa importância e me apoiou sempre nessa trajetória.

Ao meu orientador, professor Renato Mitsunori Nisihara, pela dedicação, apoio constante e valiosa contribuição acadêmica e científica ao longo desta trajetória, assumindo com empenho e generosidade a condução deste trabalho. Às queridas professoras Mariana de Araújo Etchepare e Thaís Andrade Costa Casagrande, pela sabedoria, e que me sustentaram nos momentos de dificuldade e, com seu exemplo, despertaram em mim o desejo de lecionar.

Aos meus animais queridos — Malu, Theodoro, Romeu e, em especial, à minha doce Nina, que partiu durante o período do mestrado, deixando um vazio enorme, mas também memórias de amor e companheirismo eternos.

À minha psicóloga, Dra. Flávia Regina Ribeiro Gonzaga Arsie que me apoiou nos momentos mais delicados e me ajudou a não desistir deste sonho.

Aos meus amigos maravilhosos que sempre vibraram com as minhas vitórias e ouviram muitos choros Eloisa Muehlbauer, Antônio Henrique Cereda e Taíse Fuchs, pela amizade verdadeira, incentivo e compreensão ao longo desta jornada.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIACÕES	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO GERAL	14

CAPÍTULO 1- INFECÇÕES URINÁRIAS EM CÃES E GATOS: RELAÇÃO COM COMORBIDADES E IMPLANTE DE SIDUS.

Resumo	16
Abstract	16
Revisão de Literatura	17
Introdução	17
Fisiopatologia da obstrução ureteral	17
Etiologia: mecanismos intraluminais, murais e extraluminais	17
Anatomia e considerações cirúrgicas do ureter	18
Diagnóstico: imagem e laboratório	18
Manejo médico: papel, indicações e limites	18
Intervenções cirúrgicas e minimamente invasivas	19
Biomateriais no SIDUS: composição e interação hospedeiro-implante	19
Benefícios e complicações do SIDUS	21
Manutenção e avaliação de patência do dispositivo	21
Infecções do trato urinário: epidemiologia e patogênese	21
Agentes etiológicos e fatores de virulência	22
Comorbidades e suscetibilidade, à ITU	22
Microbiota intestinal/urinária e implicações urológicas	23
Urocultura e antibiograma	24
Classes antimicrobianas e resistência	25
Conclusão	26
Referências	27

CAPÍTULO 2 - SISTEMA DERIVATIVO URETERAL SUBCUTÂNEO (SIDUS) EM CÃES E GATOS: ANÁLISE SERIADA DA EVOLUÇÃO CLÍNICA, BIOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

Resumo	32
Abstract	33
Introdução	33
Metodologia	34
Desenho do estudo e seleção dos pacientes	34
Critérios de exclusão	34
Coleta de dados	35
Descrição da técnica cirúrgica de implantação do SIDUS	35
Protocolo anestésico	35
Preparo e acesso cirúrgico	36
Colocação dos cateteres ureterais sob fluoroscopia	36
Colocação do cateter vesical e conexões	36
Posicionamento do portal subcutâneo	36
Teste de permeabilidade e fechamento	37
Manejo pós-operatório	37
Análise estatística	37
Resultados	37
Discussão	41
Conclusão	43
REFERÊNCIAS	44

LISTA DE ABREVIACÕES

AAC – Acetilases de aminoglicosídeos	ISCAID - International Society for Companion Animal Infectious Diseases
ANOVA – Análise de Variância	ITU – Infecção do Trato Urinário
ANT – Adeniltransferases de aminoglicosídeos	MBC – Concentração Bactericida Mínima
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária	MIC – Concentração Inibitória Mínima
APH – Fosfotransferases de aminoglicosídeos	NaCl – Cloreto de Sódio
BHI – Brain Heart Infusion	OR – Odds Ratio
BLEE (<i>β-lactamases de espectro estendido</i>)	RBCV – Revista Brasileira de Ciência Veterinária
BR-CAST. Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos	RNA – Ácido Ribonucleico
BRVet. Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos Veterinários.	RNA _m – Ácido Ribonucleico Mensageiro
CLED – Ágar de cistina lactose deficiente em eletrólitos	<i>S. bovis</i> – <i>Staphylococcus bovis</i> spp.
DII – Doença Inflamatória Intestinal (síndrome)	SIDUS – Sistema Derivativo Ureteral Subcutâneo
DNA – Ácido Desoxirribonucleico	SUB – <i>Subcutaneous Ureteral Bypass</i>
DP – Desvio-Padrão	UFC – Unidade Formadora de Colônia
<i>E. coli</i> – <i>Escherichia coli</i> spp.	UPECS – <i>Escherichia coli uropatogênicas</i>
<i>E. durans</i> – <i>Enterococcus durans</i> spp.	χ^2 – Qui-quadrado
<i>E. faecium</i> – <i>Enterococcus faecium</i> spp.	
ESBL – β -lactamase de amplo espectro	
EXPECS – <i>Escherichia coli extraintestinais</i>	
gl – Graus de liberdade	
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	
IQR – Intervalo Interquartil	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontos de corte para interpretação de uroculturas em cães e gatos de acordo com o método de coleta, segundo recomendações do BRVet (2023) e BR-CAST (2022)	25
Tabela 2. Perfil dos pacientes do grupo	38
Tabela 3. Valores de mediana das variáveis bioquímicas e hematológicas séricas dos pacientes submetidos ao desvio ureteral subcutâneo (SIDUS) antes e após a implantação do dispositivo	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução dos valores de creatinina sérica (mediana e intervalo interquartil) em cães e gatos submetidos ao implante de bypass ureteral subcutâneo (SIDUS), acompanhados até 90 dias.

.....39

Gráfico 2. Evolução da creatinina sérica (média \pm desvio-padrão) em cães e gatos submetidos ao implante de bypass ureteral subcutâneo (SIDUS).

.....39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Componentes do kit para implantação do bypass ureteral subcutâneo (SUB) em cães e gatos..... 20
- Figura 2.** Radiografia ventrodorsal de cão submetido à implantação bilateral de bypass ureteral subcutâneo (SUB).20

RESUMO

As obstruções ureterais em cães e gatos representam condição frequente e grave na clínica de pequenos animais, associada a risco de perda funcional renal e necessidade de intervenções cirúrgicas especializadas. O bypass ureteral subcutâneo (SIDUS) consolidou-se como alternativa eficaz em casos refratários, embora seu uso levante questionamentos sobre complicações infecciosas associadas ao implante de biomateriais. Este trabalho foi estruturado em dois capítulos complementares: o primeiro, uma revisão de literatura sobre infecções urinárias e uso de biomateriais em urologia veterinária; e o segundo, um estudo retrospectivo de 17 animais submetidos ao SIDUS em hospital veterinário universitário, acompanhados por até 90 dias.

Nos resultados, a creatinina sérica apresentou redução significativa do pré-operatório (mediana 10,0 mg/dL) para 24h após a cirurgia (6,0 mg/dL; $p < 0,001$), com estabilização em torno de 1,8 mg/dL aos 60 e 90 dias. O fósforo reduziu de 10,4 para 5,0 mg/dL ($p < 0,001$) e a ureia de 300 mg/dL para 200 mg/dL ($p = 0,001$). A hemogasometria revelou acidose metabólica e lactato elevado em todos os pacientes, com melhora de cerca de 70% nas primeiras 24h de suporte intensivo. Houve discreto aumento de leucócitos no pós-operatório, sem indícios de infecção sistêmica. As uroculturas foram predominantemente negativas, e os casos positivos não apresentaram repercussão clínica.

Conclui-se que o SIDUS mostrou-se eficaz na reversão da obstrução ureteral, com recuperação laboratorial rápida e sustentada e baixa ocorrência de ITUs clinicamente relevantes no período avaliado.

Palavras-chave: *cães; gatos; ureter; SIDUS; biomateriais; infecção urinária.*

ABSTRACT

Ureteral obstructions in dogs and cats are frequent and severe conditions in small animal practice, often leading to loss of renal function and requiring complex surgical interventions. The subcutaneous ureteral bypass (SIDUS) has emerged as an effective alternative in refractory cases, although concerns remain regarding infectious complications and biofilm formation associated with biomaterial implants. This dissertation is divided into two complementary chapters: the first, a literature review on urinary tract infections and the use of biomaterials in veterinary urology; and the second, a retrospective study of 17 animals submitted to SIDUS implantation at a veterinary teaching hospital, followed for up to 90 days.

Results showed a significant reduction in serum creatinine from preoperative values (median 10.0 mg/dL) to 24 hours after surgery (6.0 mg/dL; $p < 0.001$), with stabilization around 1.8 mg/dL at 60 and 90 days. Phosphorus decreased from 10.4 to 5.0 mg/dL ($p < 0.001$), and urea from 300mg/dL to 200 mg/dL ($p = 0.001$). Blood gas analysis revealed metabolic acidosis and elevated lactate in all patients, with approximately 70% improvement within the first 24 hours of intensive support. Leukocyte counts showed a mild postoperative increase, consistent with an inflammatory response rather than infection. Urine cultures were predominantly negative, and positive results were not associated with clinical disease.

In conclusion, SIDUS proved effective in reversing ureteral obstruction, promoting rapid and sustained biochemical recovery, with a low incidence of clinically relevant urinary tract infections during the follow-up period.

Keywords: *cats; dogs; ureter; SIDUS; biomaterials; urinary tract infection.*

INTRODUÇÃO GERAL

As doenças do trato urinário de cães e gatos constituem um desafio recorrente na clínica médica e cirúrgica de pequenos animais, em razão de sua alta incidência, diversidade de manifestações clínicas e potencial de evolução para complicações graves. (Berent et al., 2012; Shipov; Segev, 2013; Clarke, 2025). Alterações envolvendo rins, ureteres, bexiga e uretra podem comprometer a homeostase do organismo, levando a dor, perda de função renal e risco de óbito. Nesse contexto, torna-se indispensável o emprego de métodos diagnósticos precisos e estratégias terapêuticas cada vez mais especializadas, de modo a preservar a saúde e a qualidade de vida desses pacientes. Entre as condições de maior relevância destacam-se as infecções do trato urinário (ITUs) e os processos obstrutivos, que frequentemente demandam intervenções rápidas e eficazes. As obstruções urinárias podem ocorrer de forma unilateral ou bilateral e estão associadas a causas variadas, como cálculos ureterais, neoplasias, estenoses congênitas ou adquiridas, inflamações, fibroses e corpos estranhos. Quando não prontamente diagnosticadas, essas condições podem culminar em azotemia induzida por uropatia obstrutiva e, em muitos casos, exigem procedimentos cirúrgicos de alta complexidade. (Kulendra et al., 2014).

A presença de ITUs, por sua vez, apresenta-se de maneira multifatorial, podendo constituir causa primária — favorecendo a formação de cálculos e plugs — ou consequência do processo obstrutivo. Nesse sentido, a análise microbiológica da urina é ferramenta indispensável para a prática clínica, sendo a cistocentese o método mais acurado de coleta. A realização de uroculturas e antibiogramas permite identificar agentes bacterianos específicos e orientar a terapêutica antimicrobiana, otimizando os resultados do tratamento (Kulendra et al., 2014).

Os sinais clínicos mais frequentemente observados em animais com ITUs incluem alterações na frequência ou no volume da micção, dor abdominal, êmese, hiporexia, perda de peso e apatia (McLoughlin et al., 2003). Embora a abordagem inicial diante de obstruções seja conservadora, envolvendo fármacos para relaxamento da musculatura lisa, aumento da diurese e analgesia, casos refratários demandam tratamento cirúrgico. Entre as opções disponíveis, incluem-se a ureterotomia, a implantação de cateteres duplo J e os sistemas derivados ureterais subcutâneos (SIDUS), que vêm se consolidando como alternativa eficaz para o manejo das obstruções do trato urinário superior (Kulendra et al., 2014).

No âmbito etiológico, a maioria das ITUs em cães e gatos é causada por bactérias oportunistas pertencentes à microbiota intestinal, capaz de ascender ao trato urinário. Diversos fatores de risco, como estase urinária, doenças endócrinas ou oncológicas, terapias

imunossupressoras, alterações estruturais do trato urinário e o uso de cateteres, aumentam a suscetibilidade dos pacientes (Gieg; Chew; McLoughlin, 2008). O diagnóstico precoce e o tratamento adequado são, portanto, cruciais para prevenir complicações e recorrências.

Neste cenário, a utilização de biomateriais em medicina veterinária assume papel cada vez mais relevante, especialmente em cirurgias urológicas de alta complexidade. O implante de dispositivos como o SIDUS, embora eficaz para restaurar o fluxo urinário, levanta questões quanto ao risco de formação de nichos de contaminação bacteriana e sua possível relação com infecções persistentes ou recorrentes.

Dessa forma, o presente trabalho foi estruturado em dois capítulos complementares. O Capítulo 1 consiste em uma revisão de literatura acerca das ITUs em pequenos animais e do uso de biomateriais em dispositivos urológicos. O Capítulo 2 apresenta uma análise retrospectiva de prontuários clínicos de cães e gatos atendidos em hospital veterinário com obstrução ureteral e que foram submetidos ao implante de SIDUS. Assim, esta dissertação busca contribuir para a compreensão dos fatores envolvidos na microbiologia urinária de pequenos animais, fornecendo subsídios para a tomada de decisão clínica, terapêutica e cirúrgica.

CAPÍTULO 1

INFECÇÕES URINÁRIAS EM CÃES E GATOS: RELAÇÃO COM COMORBIDADES E IMPLANTE DE SIDUS.

Letícia Alves Wrobel¹ Renato Mitsunori Nisihara²

¹ Médica Veterinária, Discente do Mestrado Profissional em Biotecnologia da Universidade Positivo.

² Professor Dr., titular da disciplina de Imunologia e Microbiologia Médica nos cursos de Medicina da Universidade Positivo e da Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná. Orientador no programa de pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Positivo e no programa de pós-graduação em Tocoginecologia e Saúde da Mulher.

RESUMO

As infecções do trato urinário (ITUs) em cães e gatos configuram-se como uma das enfermidades mais frequentes na clínica de pequenos animais. Essas infecções estão frequentemente associadas a fatores predisponentes, como obstruções ureterais, doenças crônicas e uso de biomateriais em procedimentos urológicos. O Sistema Derivativo Ureteral Subcutâneo (SIDUS) representa um avanço terapêutico importante, permitindo o manejo eficaz das obstruções ureterais, porém associado a complicações infecciosas. Este artigo de revisão reúne evidências científicas sobre os principais agentes etiológicos das ITUs em cães e gatos, discute a relação dessas infecções com o uso de biomateriais, aborda o impacto de comorbidades sistêmicas e analisa a problemática crescente da resistência antimicrobiana.

Palavras-chave: *Infecção urinária; Biomateriais; Cães; Gatos; Resistência antimicrobiana.*

ABSTRACT

Urinary tract infections (UTIs) in dogs and cats are among the most frequent disorders in small animal practice. These infections are often associated with predisposing factors such as ureteral obstructions, chronic diseases, and the use of biomaterials in urological procedures. The Subcutaneous Ureteral Bypass System (SIDUS) represents an important therapeutic advancement, enabling the effective management of ureteral obstructions, although it is associated with infectious complications. This review compiles scientific evidence on etiological agents of UTIs in dogs and cats, discusses their relationship with biomaterial use, addresses the impact of systemic comorbidities, and analyzes antimicrobial resistance.

Keywords: *Urinary tract infection; Biomaterials; Dogs; Cats; Antimicrobial resistance.*

REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO

As afecções do trato urinário de cães e gatos possuem elevada relevância clínica na rotina de pequenos animais, tanto pela frequência quanto pelo potencial de evolução para perda funcional renal e necessidade de intervenções complexas. Entre essas condições, as obstruções do trato urinário superior (principalmente ureterais) e as infecções do trato urinário (ITUs) ocupam papel central e frequentemente se relacionam como causa e consequência, exigindo abordagem integrada entre nefrologia, microbiologia e cirurgia (Nelson; Couto, 2014; Weese et al., 2019). O desenvolvimento de técnicas intervencionistas e o uso de biomateriais — notadamente o bypass ureteral subcutâneo (SUB/SIDUS) — ampliaram as opções terapêuticas para obstruções refratárias, mas introduziram novos desafios associados à formação de biofilme e colonização bacteriana de dispositivos (Berent et al., 2012; Shipov; Segev, 2013; Clarke, 2025).

FISIOPATOLOGIA DA OBSTRUÇÃO URETERAL

A obstrução ureteral reduz o fluxo urinário, eleva a pressão intraluminal, promove dilatação pielocalicinal e desencadeia resposta inflamatória e fibrogênica, culminando em queda da taxa de filtração glomerular (TFG) no rim acometido, ao passo que o rim contralateral tende à hiperfiltração compensatória (Hardie; Kyles, 2004; Djoneva et al., 2023). Em obstrução unilateral completa, observa-se aumento inicial do fluxo sanguíneo renal e da pressão ureteral nas primeiras 1–1,5 horas; em seguida, o fluxo diminui progressivamente, enquanto a pressão retorna gradualmente ao basal por volta de 24 horas. Após duas semanas, o fluxo do rim obstruído pode alcançar ~20% do basal, e a recuperação da capacidade de concentração urinária é pouco provável se a obstrução perdurar ≥ 4 semanas (Hardie; Kyles, 2004; Djoneva et al., 2023)

Obstruções parciais determinam dano menos intenso e maior probabilidade de reversão após o alívio, embora o microambiente urinário resultante (pH, citratúria, oxalato/cálcio urinários) possa favorecer litogênese caso persista o gradiente de pressão (Demirhan et al., 2025).

ETIOLOGIA: MECANISMOS INTRALUMINAIS, MURAIIS E EXTRALUMINAIS

A obstrução ureteral pode decorrer de mecanismos intraluminiais (ureterólitos de estruvita/oxalato de cálcio, detritos de pielonefrite, tampões de tecidos moles, coágulos), murais (pólipos fibroepiteliais, ureterite proliferativa, fibrose, neoplasias ureterais) e extraluminiais

(compressões por massas, ligaduras iatrogênicas, fibrose retroperitoneal) (Hardie; Kyles, 2004; Aronson et al., 2002; Mcevoy et al., 2014; Djoneva et al., 2023).

Em felinos, a ureterolitíase por oxalato de cálcio tornou-se a principal causa de obstrução, com declínio relativo da estruvita (Lekcharoensuk; Osborne; Lulich, 2000). Parte dos casos ocorre sem cálculo evidente, por impactação de tampões moles mineralizados e coágulos (Lekcharoensuk; Osborne; Lulich, 2000). Causas congênitas (p.ex., aplasias/estenoses segmentares) são incomuns, mas descritas (Nwadike et al., 2017; Djoneva et al., 2023).

ANATOMIA E CONSIDERAÇÕES CIRÚRGICAS DO URETER

O ureter é estrutura retroperitoneal revestida por urotélio, com lâmina própria e camadas de musculatura lisa que promovem peristalse; a camada adventícia contém vasos sanguíneos e linfáticos (Weiss, 2002; Christie, 2003). Há pontos de estreitamento natural (junção ureteropélvica, cruzamento com vasos ilíacos e junção ureterovesical) que condicionam maior risco de impactação (Rozebar et al., 2003; Mcloughlin, 2003).

Em cães e gatos, o diâmetro é reduzido, sendo em torno de 0,5 a 2,5 mm, mas podendo chegar em 4mm nos felinos, com potencial de dilatação frente à diurese; tais características influenciam a seleção técnica (ureterotomia, reimplante, stent, SIDUS) e a propensão à estenose cicatricial pós-manipulação (Macphail; Fossum, 2019).

DIAGNÓSTICO: IMAGEM E LABORATÓRIO

O diagnóstico integra bioquímica sérica (ureia, creatinina, fósforo, eletrólitos), urinálise e métodos de imagem. A ultrassonografia detecta hidronefrose/hidroureter e sugere nível obstrutivo; radiografias (simples/contrastadas) e tomografia computadorizada refinam a localização, quantificam pontos obstrutivos e auxiliam no planejamento (Shipov et al., 2016). Amostras para urocultura e antibiograma devem ser obtidas por cistocentese estéril quando há suspeita de ITU associada (Oplustil; Sintoni; Trabulsi, 2010).

MANEJO MÉDICO: PAPEL, INDICAÇÕES E LIMITES

O manejo clínico visa estabilização (fluidoterapia, analgesia, correção hidroeletrólítica/ácido-básica), aumento do fluxo urinário (diuréticos) e relaxamento ureteral (p.ex., tansulosina), além de antimicrobianos se houver ITU comprovada (Nelson; Couto, 2014; Thompson et al., 2011). Em obstruções completas ou múltiplas, o tratamento médico é, em regra, ponte para intervenção definitiva, com limitada chance de resolução permanente (Hardie; Kyles, 2004; Clarke, 2025).

INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS E MINIMAMENTE INVASIVAS

A decisão terapêutica deve ser individualizada, considerando estabilidade do paciente, função do rim contralateral, número/localização dos pontos obstrutivos e recursos disponíveis (Clarke, 2025). A cirurgia aberta (ureterotomia, ureteroneocistostomia, ressecção de estenose) permanece útil, porém com grande risco de estenose/reobstrução e reintervenções (Macphail; Fossum, 2019). Stents ureterais mantêm a luz prévia por via endoluminal, mas estão sujeitos a incrustação e ITU; o SIDUS desvia a urina da pelve renal para a bexiga por meio de cateteres conectados a uma porta subcutânea, sendo indicado em obstruções intratáveis e em múltiplos pontos obstrutivos, com melhor preservação funcional renal quando técnicas reconstrutivas ou stents não são viáveis (Berent; Weisse, 2011; Berent et al., 2012; Palm; Culp, 2016; Clarke, 2025).

BIOMATERIAIS NO SIDUS: COMPOSIÇÃO E INTERAÇÃO HOSPEDEIRO-IMPLANTE

O sistema utiliza cateteres de silicone grau médico (flexibilidade, inércia química, biocompatibilidade) e porta de titânio (baixa antigenicidade, resistência à corrosão), com conectores/válvulas igualmente biocompatíveis (Berent, 2011; Shipov; Segev, 2013; Adams, 2013; Macphail; Fossum, 2019). A seguir são apresentados dois modelos de kits de SIDUS, Figura 1 e outra imagem exemplificando a aplicação em paciente, Figura 2.

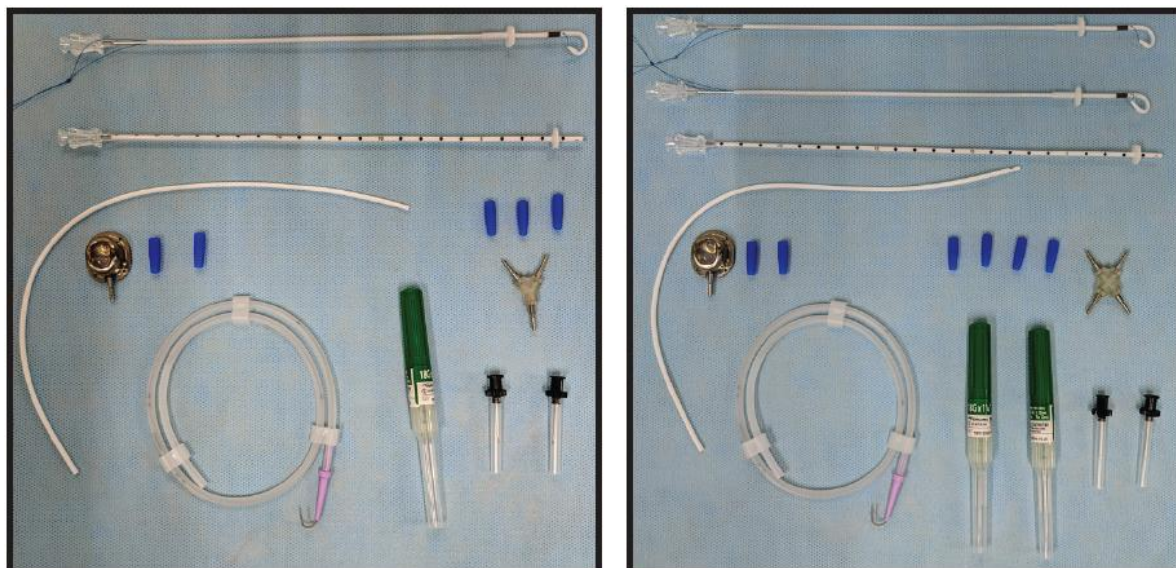


Figura 1. Componentes do kit para implantação do bypass ureteral subcutâneo (SUB) em cães e gatos. Diferentes versões comerciais do sistema, contendo cateteres ureterais tipo “pigtail”, tubo de cistostomia, conectores, tampas, válvula de acesso subcutânea (SwirlPort de baixo perfil) e acessórios de irrigação. Fonte: <https://norfolkvetproducts.com/products/sub-3/>

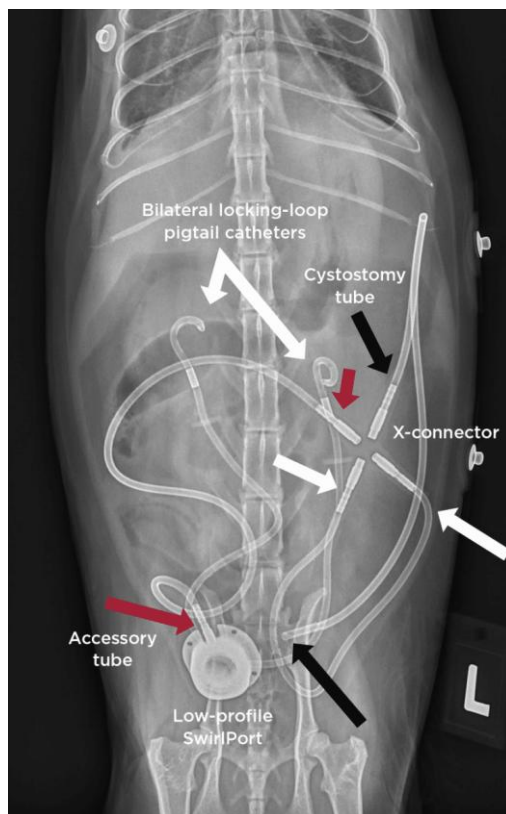


Figura 2. Radiografia ventrodorsal de cão submetido à implantação bilateral de bypass ureteral subcutâneo (SUB). É possível observar: cateteres ureterais em “pigtail” (setas brancas largas), tubo de cistostomia (seta preta), tubo acessório (seta vermelha), conector em X (seta branca fina) e o portal subcutâneo de baixo perfil (SwirlPort).
Fonte: <https://norfolkvetproducts.com/products/sub-3/>

Apesar do perfil favorável, a formação de biofilme em superfícies de silicone é mecanismo relevante de persistência bacteriana, protegendo microrganismos da resposta imune e de antimicrobianos; incrustações minerais podendo comprometer a patência (Litster et al., 2005; QUINN et al., 2018; Weese et al., 2019).

BENEFÍCIOS E COMPLICAÇÕES DO SIDUS

Séries clínicas descrevem altas taxas de sucesso, baixa mortalidade e preservação funcional renal superiores às técnicas convencionais em obstruções complexas/múltiplas (Berent et al., 2011; Berent et al., 2012; Segev et al., 2016). Em coorte com 41 gatos submetidos a *stent* ureteral ou SIDUS, níveis mais altos de ureia/creatinina à admissão e à alta associaram-se a piores desfechos, reforçando o valor prognóstico do estadiamento funcional (Horowitz et al., 2013).

Em cenário de pionefrose obstrutiva, a combinação de lavagem da pelve renal e implante de SIDUS resultou em resolução clínica em 3/4 gatos, com uma oclusão de cistostomia por material purulento como intercorrência (Cray; Berent; Weisse; Bagley, 2018).

MANUTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE PATÊNCIA DO DISPOSITIVO

Evidências recentes sustentam o uso profilático de tEDTA 2% nas lavagens periódicas do SIDUS, com redução de complicações de longo prazo, especialmente mineralização/incrustação, sem aumento relevante de eventos adversos (Berent et al., 2025). A avaliação objetiva da patência do ureter nativo após SIDUS, por fluoroscopia e ultrassonografia, sugere alta taxa de patência; a irrigação dirigida ao trígono é um indicador confiável de patência, enquanto irrigação supra preparatória pode subestimar obstruções parciais, com implicações na tomada de decisão (Habib et al., 2025).

Embora provenientes sobretudo da literatura humana, os dados sobre stents metálicos autoexpansíveis recobertos em obstruções ureterais benignas e malignas subsidiam a discussão translacional de patência, reestenose e migração, reforçando a preferência pelo desvio extraluminal em quadros com múltiplos pontos obstrutivos (Choi; Choi; Kim; Cho, 2025).

INFECÇÕES DO TRATO URINÁRIO: EPIDEMIOLOGIA E PATOGÊNESE

A incidência de ITU em cães ao longo da vida aproxima-se de ~14%, com maior prevalência em fêmeas e idosos; recidivas e persistências são comuns (Thompson et al., 2011; Roberts; White; Lam, 2019). Mecanismos de defesa incluem micção, barreira urotelial, propriedades físico-químicas da urina e imunidade do hospedeiro; a infecção emerge quando há falha desses mecanismos e adesão/multiplicação/persistência bacteriana (Olin; Bartges, 2015). Clinicamente, ITUs são classificadas em simples (hospedeiro sem comorbidades) e complicadas (alterações anatômicas/funcionais, comorbidades, biomateriais), além de recorrentes, recidivantes, refratárias e bacteriúria subclínica, categorias que orientam rastreo, duração e escolha terapêutica (Nelson; Couto, 2015; Pressler; Bartges, 2010; Weese et al., 2019). A pielonefrite resulta, usualmente, de ascensão bacteriana sob refluxo vesicoureteral e inflamação da pelve/interstício renal (Maxie; Newman, 2007; Serakides, 2010).

AGENTES ETIOLÓGICOS E FATORES DE VIRULÊNCIA

A maior incidência é de *Escherichia coli* que corresponde cerca de ~40–70% dos isolados, com linhagens uropatogênicas (UPEC) dotadas de adesinas, microcolônias intracelulares e biofilme (Litster et al., 2005; Maia, 2016; Aquino et al., 2017; Weese et al., 2019). Entre Gram-negativos, *Proteus spp.* (urease → alcalinização e estruvita), *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.* e *Pseudomonas aeruginosa* são relevantes; entre Gram-positivos, *Staphylococcus pseudintermedius* e *Streptococcus spp.* (Osborne et al., 2009; Furini et al.,

2013; Quinn et al., 2018). Em hospedeiros imunossuprimidos, *Cândida spp.* pode ocorrer (Lulich; Osborne; Albert, 2016). Em isolados de *Klebsiella pneumoniae* de cães e gatos, descreve-se multirresistência e prevalência elevada de BLEE (*β-lactamases de espectro estendido*). (Carvalho et al., 2018; Azevedo et al., 2019; Freitas et al., 2011).

COMORBIDADES E SUSCETIBILIDADE. À ITU

Determinadas comorbidades em pequenos animais alteram de forma substancial os mecanismos de defesa do trato urinário — barreira urotelial, propriedades físico-químicas da urina, fluxo e esvaziamento vesical, além da imunidade inata e adaptativa — e, com isso, elevam o risco de bacteriúria e de infecções clinicamente relevantes. No diabetes mellitus, a glicosúria fornece substrato energético para microrganismos e reduz o efeito bacteriostático da urina; paralelamente, há disfunção de neutrófilos (quimiotaxia, fagocitose e explosão respiratória), alterações microvasculares e, em parte dos pacientes, neuropatia autonômica com esvaziamento vesical incompleto e aumento do resíduo pós-miccional. Esse conjunto de fatores favorece colonização ascendente, infecções persistentes e recorrências (Nelson; Couto, 2014; Zini et al., 2018).

No hiperadrenocorticismo espontâneo ou iatrogênico, a imunossupressão crônica induzida por glicocorticoides compromete a depuração de bactérias do urotélio e aumenta a frequência de bacteriúria subclínica. A poliúria/polidipsia modifica a dinâmica miccional e pode coexistir com contrações vesicais ineficazes, mantendo microambientes favoráveis à colonização. Nesses pacientes, recomenda-se vigilância urinária estruturada; contudo, a decisão terapêutica deve distinguir bacteriúria subclínica de infecção verdadeira, evitando antimicrobianos quando não houver evidência clínica/laboratorial de doença ativa (Herrtage, 2012; Bruyette; Nelson, 2016; Pressler; Bartges, 2010; Weese et al., 2019).

Na doença renal crônica (DRC), a uremia afeta a função de neutrófilos e linfócitos, enquanto alterações do pH e a redução da capacidade de concentração urinária diminuem a ação antimicrobiana intrínseca da urina. Episódios de hipovolemia/hipoperfusão renal, necessidade de cateterizações e alterações do esvaziamento vesical agravam o risco de colonização. Em estágios avançados, são frequentes recorrências e infecções complicadas, com necessidade de uroculturas seriadas e escolha antibiótica guiada por MIC (Polzin, 2011; Segev et al., 2016). Já as litíases urinárias constituem fator de risco independente por múltiplos mecanismos: atuam como nicho físico para adesão bacteriana e biofilme, causam irritação urotelial crônica e podem alterar o pH. Em especial, bactérias urease-positivas elevam o pH e favorecem estruvita, estabelecendo ciclo de infecção-litíase-infecção; a erradicação sustentada exige

remoção/controle da pedra associada à terapia antimicrobiana dirigida (Bartges; Kirk, 2011; Cannon et al., 2014).

Por fim, em portadores de biomateriais (p. ex., duplo J e SIDUS), a adesão ao silicone e a formação de biofilme representam mecanismos centrais de persistência bacteriana e falhas terapêuticas, frequentemente com culturas negativas transitórias e recrudescimentos subsequentes. Nesses casos, o veterinário responsável pelo paciente deve incluir protocolos de manutenção do dispositivo, uroculturas periódicas, correção de fatores mecânicos (incrustação/obstrução) e antibioticoterapia estritamente direcionada, minimizando pressão seletiva e resistência (Weese et al., 2019; Quinn et al., 2018).

MICROBIOTA INTESTINAL/URINÁRIA E IMPLICAÇÕES UROLÓGICAS

Disbioses intestinais relacionam-se a distúrbios entéricos e podem modular a suscetibilidade a infecções; em cães com doença inflamatória intestinal (DII), observa-se redução de *Bacteroidetes* e aumento de *Proteobacteria*; em gatos com DII, reduções de *Bifidobacterium/Bacteroides* e aumento de *Enterobacteriaceae* (Suchodolski, 2015; Deng et al., 2014). Intervenções dietéticas alteram a composição microbiana fecal, inclusive com diferenças marcantes entre alimentos secos e úmidos (Bermingham et al., 2013). Nesse contexto, a uromicrobiota — comunidade microbiana de baixa biomassa presente no trato urinário, detectável por cultura urinária quantitativa expandida (EQUC) e por sequenciamento 16S rRNA — emerge como potencial moduladora da resistência à colonização e da dinâmica de recorrência/persistência de ITUs (Hilt et al., 2014; Price et al., 2016; Wolfe; Brubaker, 2015). Em pequenos animais, evidências iniciais apontam composição heterogênea com alta variabilidade interindividual e influência de sexo, idade, estado hormonal, uso prévio de antimicrobianos e comorbidades (Burton et al., 2017; Coffey et al., 2023; Gronsfeld et al., 2024; Kim et al., 2021; Joubran et al., 2024), além do possível impacto de biomateriais urológicos sobre biofilmes (Weese et al., 2019). Do ponto de vista metodológico, por tratar-se de amostras de baixa biomassa, a interpretação requer cistocentese estéril sempre que possível, inclusão de controles negativos e relato explícito de limites de detecção, reduzindo vieses por contaminação de coleta/reagentes e diferenças de extração de DNA (Eisenhofer et al., 2019; Mrofchak et al., 2021; Coffey et al., 2023). Embora biologicamente plausível como fator de risco ou proteção, a relação causal entre uromicrobiota e ITU — inclusive sobre a incrustação de dispositivos e refratariedade clínica — ainda há necessidade de estudos controlados e padronização multicêntrica de coleta, processamento e análise (Brubaker; Wolfe, 2017; Ackerman; Chai, 2019; Kim et al., 2021; Joubran et al., 2024).

UROCULTURA E ANTIBIOGRAMA

A confirmação de infecção do trato urinário (ITU) requer a realização de urocultura quantitativa, utilizando alça calibrada (0,001–0,01 mL) em meios seletivos apropriados, como CLED, MacConkey ou meios cromogênicos, sendo a cistocentese o método de coleta de eleição por reduzir a contaminação (BRCast, 2022; BRVet, 2023).

Segundo as diretrizes do BR-CAST e do BRVet, o ponto de corte para definição de crescimento significativo deve considerar tanto o método de coleta quanto a contagem bacteriana (ex.: $\geq 10^3$ UFC/mL em amostras obtidas por cistocentese; $\geq 10^5$ UFC/mL em jato médio). Culturas negativas na vigência de forte suspeita clínica podem justificar incubação estendida por até 72 horas, além da correlação com urinálise e exame direto (Gram).

O antibiograma, interpretado conforme os critérios atualizados do BR-CAST/BRVet, deve incluir a determinação da concentração inibitória mínima (CIM/MIC), permitindo não apenas a escolha do antimicrobiano mais adequado, mas também o ajuste posológico de acordo com o perfil farmacodinâmico. Essa padronização é essencial para reduzir falhas terapêuticas, orientar protocolos de antibioticoterapia racional e monitorar a emergência de resistência bacteriana em Medicina Veterinária.

TABELA 1. PONTOS DE CORTE PARA INTERPRETAÇÃO DE UROCULTURAS EM CÃES E GATOS DE ACORDO COM O MÉTODO DE COLETA, SEGUNDO RECOMENDAÇÕES DO BRVET (2023) E BR-CAST (2022)

Método de coleta	Crescimento bacteriano significativo	Observações
Cistocentese	$\geq 10^3$ UFC/mL	Método de eleição; baixa chance de contaminação.
Cateterização uretral	$\geq 10^4$ UFC/mL	Maior risco de contaminação; interpretar com urinálise/Gram.
Jato médio de urina	$\geq 10^5$ UFC/mL	Alta chance de contaminação; só indicado quando outros métodos não são viáveis.
Punção renal (nefrostomia)	Qualquer crescimento	Sempre considerar clinicamente significativo.

CLASSES ANTIMICROBIANAS E RESISTÊNCIA

- β -lactâmicos (penicilinas, cefalosporinas, carbapenêmicos, monobactâmicos) atuam na parede celular; a resistência decorre, sobretudo, de β -lactamases e variantes de amplo espectro (ESBL) (ANVISA, 2007; Philippon; Labia; Jacoby, 1989; Jacoby; Medeiros, 1991; Spinosa et al., 2017).

- Quinolonas inibem DNA girase/topoisomerase IV; resistência inclui mutações em regiões QRDR, bombas de efluxo e alterações de permeabilidade (Sosa et al., 2014).
- Aminoglicosídeos podem ser inativados por enzimas modificadoras (AAC/ANT/APH), além de efluxo e alterações de alvo (Spinosa et al., 2017).
- Macrolídeos/lincosamidas/estreptograminas compartilham resistência por metilases de rRNA 23S, efluxo e enzimas inativantes;
- Cloranfenicol/oxazolidinonas também atuam na síntese proteica (Guimarães; Momesso; Pupo, 2010; Sosa et al., 2014). Outros mecanismos incluem alteração de permeabilidade, modificação de sítio-alvo e degradação enzimática, muitas vezes combinados e com potencial de transferência horizontal (Coletti et al., 2016; Ávila-Campos, 2021).

CONCLUSÃO

Podemos concluir que o manejo exclusivamente clínico raramente é suficiente para resolver obstruções ureterais importantes, sobretudo nas apresentações múltiplas ou refratárias. Nesses cenários, as abordagens intervencionistas — como stents ureterais e, principalmente, o bypass ureteral subcutâneo — tendem a proporcionar melhor preservação da função renal e maior qualidade de vida, desde que integradas a protocolos rigorosos de manutenção. Esses protocolos incluem lavagens programadas do sistema, monitorização laboratorial e microbiológica seriada, e antibioticoterapia dirigida por testes de sensibilidade.

Em contextos com restrições de recursos, a cirurgia aberta mantém papel prático, embora associada a maior risco de estenose e necessidade de reintervenção. Inovações recentemente descritas, a exemplo de superfícies antiaderentes, irrigação com agentes quelantes e refinamento dos cuidados de manutenção, mostram potencial para reduzir complicações por biofilme e incrustação; entretanto, ainda carecem de padronização e validação multicêntrica. Na medicina veterinária, as melhores indicações são as abordagens extraluminais quando há múltiplos focos de obstrução. Reforçando o uso de SIDUS permanente. Em resumo, a escolha terapêutica deve ser individualizada, orientada por risco-benefício e acompanhada de vigilância pós-procedimento estruturada e uso racional de antimicrobianos.

REFERÊNCIAS

LIVROS

ADAMS, L. G. (Org.). *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. 2. ed. Gloucester: BSAVA, 2013.

ÁVILA-CAMPOS, M. J. *Resistência bacteriana: mecanismos e implicações*. São Paulo: Ed. Universitária, 2021.

BARTGES, J.; KIRK, C. *Small Animal Internal Medicine*. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2011.

BRUYETTE, D. S.; NELSON, R. W. Cushing's syndrome in dogs. In: NELSON, R. W.;

COUTO, C. G. (Ed.). *Small Animal Internal Medicine*. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2016.

CHRISTIE, B. A. Anatomy and physiology of the ureter. In: *Textbook of Small Animal Surgery*. Philadelphia: Saunders, 2003.

GREENE, C. E.; PRESCOTT, J. F. *Infectious Diseases of the Dog and Cat*. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2015.

KONEMAN, E. W. et al. *Diagnóstico Microbiológico – Texto e Atlas Colorido*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

MACPHAIL, C.; FOSSUM, T. *Small Animal Surgery*. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2019.

MAXIE, M. G.; NEWMAN, S. J. The urinary system. In: MAXIE, M. G. (Ed.). *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals*. 5. ed. Philadelphia: Saunders, 2007. p. 425–522.

MCVEY, D. S.; CHENGAPPA, M. M.; KANEENE, J. B. *Microbiologia e Doenças Infecciosas Veterinárias*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MURRAY, P. R. et al. *Manual of Clinical Microbiology*. 8. ed. Washington, DC: ASM Press, 2003.

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. *Medicina Interna de Pequenos Animais*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. *Small Animal Internal Medicine*. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2015.

OPLUSTIL, C. P.; SINTONI, S. I.; TRABULSI, L. R. *Microbiologia Clínica – Procedimentos laboratoriais aplicados ao diagnóstico*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2010.

QUINN, P. J. et al. *Microbiologia Veterinária e Doenças Infecciosas*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

SERAKIDES, R. *Patologia Geral Veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SOSA, A. J. et al. *Antimicrobial Resistance*. New York: Springer, 2014.

SPINOSA, H. S. et al. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

ARTIGOS CIENTÍFICOS

AQUINO, S. F. et al. Uropathogenic *Escherichia coli*: virulence factors and intracellular communities. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2017.

ARONSON, L. R. Retroperitoneal fibrosis in four cats following renal transplantation. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 221, p. 984–989, 2002.

AZEVEDO, K. M. et al. Antimicrobial resistance in *Klebsiella pneumoniae* isolates from human infections. *Journal of Infection in Developing Countries*, 2019.

BERENT, A. C. Subcutaneous ureteral bypass in cats: indications, technique and outcome. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2011.

BERENT, A. C.; WEISSE, C. W. Subcutaneous ureteral bypass for treatment of ureteral obstructions in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 238, n. 12, p. 1573–1585, 2011.

BERENT, A. C. et al. Use of a subcutaneous ureteral bypass device for treatment of benign ureteral obstruction in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 253, n. 10, p. 1309–1327, 2018.

BERENT, A. C. et al. Long-term outcomes after prophylactic infusion of 2% tetrasodium EDTA in subcutaneous ureteral bypass devices in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2025.

BERMINGHAM, E. N. et al. The fecal microbiota of cats fed wet versus dry diets. *PLoS ONE*, v. 8, e73901, 2013.

CANNON, A. B. et al. Urinary calculi and urinary tract infection. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 44, p. 231–250, 2014.

CARVALHO, V. M. et al. ESBL-producing *Klebsiella pneumoniae* from dogs and cats. *Veterinary Microbiology*, 2018.

CHEN, Y. T. et al. *Proteus mirabilis* as a cause of complicated urinary tract infection. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, v. 45, p. 359–365, 2012.

CHOI, S. W.; CHOI, Y. S.; KIM, K. S.; CHO, H. J. Efficacy and safety of self-expandable covered metallic stents for benign and malignant ureteral obstructions: a long-term retrospective study. *Medicina*, v. 61, n. 2, p. 351, 2025.

CLARKE, D. L. Medical and surgical management of ureteral obstructions. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 55, n. 3, p. 503–523, 2025.

COLETTI, A. et al. Mecanismos de resistência bacteriana a antimicrobianos. *Revista Saúde &*

Ciência, v. 5, p. 45–60, 2016.

CRAY, M.; BERENT, A. C.; WEISSE, C. W.; BAGLEY, D. Treatment of pyonephrosis with a subcutaneous ureteral bypass device in four cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 252, n. 6, p. 744–753, 2018.

DENG, P. et al. Dysbiosis of gut microbiota in dogs with chronic enteropathy. *Veterinary Microbiology*, v. 172, p. 377–384, 2014.

DEMIRHAN, K. et al. Effect of the location and severity of partial ureteral obstruction on urinary system stone disease formation. *Scientific Reports*, v. 15, p. 11560, 2025.

DJONEVA, E. et al. Pathophysiology of ureteral obstruction in companion animals. *The Veterinary Journal*, v. 291, 105947, 2023.

FREITAS, J. C. et al. Multidrug resistance in *Klebsiella pneumoniae* isolated from dogs with urinary infection. *Brazilian Journal of Veterinary Research*, 2011.

FURINI, A. A. C. et al. Bacterial agents in canine urinary tract infection. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, p. 788–794, 2013.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para novos agentes. *Química Nova*, v. 33, n. 3, p. 667–679, 2010.

HABIB, Y. et al. Assessing ureteral patency by fluoroscopy and ultrasonography after SUB placement for benign obstruction in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2025.

HARDIE, E. M.; KYLES, A. E. Management of ureteral obstruction. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 34, n. 4, p. 989–1010, 2004.

HERRTAGE, M. E. Hyperadrenocorticism in dogs. *In Practice*, v. 34, p. 2–9, 2012.

HOROWITZ, C. et al. Predictors of outcome for cats with ureteral obstructions after stents or SUB. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 15, n. 12, p. 1052–1062, 2013.

JACOBY, G. A.; MEDEIROS, A. A. More extended-spectrum β -lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 35, p. 1697–1704, 1991.

LEKCHAROENSUK, C. et al. Trends in calcium oxalate uroliths in cats, 1981–1997. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 217, n. 4, p. 520–527, 2000.

LITSTER, A. et al. Clinical and microbiological findings in canine urinary tract infections. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 19, p. 859–870, 2005.

LULICH, J. P.; OSBORNE, C. A.; ALBERT, D. H. Feline calcium oxalate urolithiasis. *Today's Veterinary Practice*, v. 6, n. 1, p. 26–35, 2016.

MCEVOY, F. J.; HARDIE, E. M.; KYLES, A. E. Ureteral obstruction in dogs and cats: causes and management. *Veterinary Surgery*, 2014.

MCLOUGHLIN, M. A. Ureteral surgery in dogs and cats. *Clinical Techniques in Small*

Animal Practice, v. 18, p. 209–217, 2003.

NABER, K. G. Antibiotic therapy of urinary tract infections. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 16, p. 241–247, 2000.

NWADIKE, I. et al. Congenital ureteral stenosis in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2017.

OLIN, S. J.; BARTGES, J. W. Urinary tract infections: treatment/comparative therapeutics. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 45, n. 4, p. 721–746, 2015.

OSBORNE, C. A. et al. Struvite urolithiasis and urease-producing bacteria in dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 39, p. 65–78, 2009.

PALM, C. A.; CULP, W. T. N. Nephroureteral obstructions: stents and ureteral bypass systems. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 46, n. 6, p. 1183–1192, 2016.

PHILIPPON, A.; LABIA, R.; JACOBY, G. A. Extended-spectrum β -lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 33, p. 1131–1136, 1989.

POLZIN, D. J. Chronic kidney disease in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 41, n. 1, p. 15–30, 2011.

PRESSLER, B. M.; BARTGES, J. W. Subclinical bacteriuria in dogs. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians*, v. 32, p. E1–E9, 2010.

ROBERTS, S. F.; WHITE, J.; LAM, A. Urinary tract infection in dogs: lifetime prevalence and clinical features. *Journal of Small Animal Practice*, 2019.

ROZEAR, L. et al. Radiographic anatomy of the canine ureter. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 44, p. 368–374, 2003.

SEGEV, G. et al. Long-term outcome of cats undergoing subcutaneous ureteral bypass. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 30, n. 5, p. 1655–1663, 2016.

SHIPOV, A. et al. Ureteral obstruction in cats: diagnosis and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 18, p. 799–807, 2016.

SHIPOV, A.; SEGEV, G. Ureteral obstruction and subcutaneous bypass in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 15, n. 9, p. 799–807, 2013.

SUCHODOLSKI, J. S. Microbiome in canine and feline gastrointestinal health. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 45, p. 223–236, 2015.

TENOVER, F. C. Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *American Journal of Medicine*, v. 119, p. S3–S10, 2006.

THOMPSON, M. F. et al. Recurrent urinary tract infections in dogs and cats: diagnosis and management. *Compendium*, 2011.

WARREN, J. W. et al. Guidelines for antimicrobial therapy of catheter-associated urinary tract infections. *Infectious Diseases in Clinical Practice*, v. 8, p. 89–99, 1999.

WEESE, J. S. et al. Antimicrobial use guidelines for treatment of urinary tract infections in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 33, n. 2, p. 749–780, 2019.

WEISS, R. M. The physiology of the ureter. *Kidney International*, v. 61, p. 768–784, 2002.

ZINI, E. et al. Urinary tract infections in diabetic dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2018.

SITES / DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

ANVISA. *Antimicrobianos – bases teóricas e uso racional*. Brasília: ANVISA, 2007.

OUTROS MATERIAIS

BR-CAST. Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos. Documento de orientação para testes de sensibilidade a antimicrobianos. Versão 2022. São Paulo: BR-CAST, 2022. Disponível em: <https://brcast.org.br/>

BRVet. Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos Veterinários. Pontos de corte clínicos para interpretação de testes de sensibilidade em Medicina Veterinária. Versão 2023. São Paulo: BRVet, 2023. Disponível em: <https://brvet.org.br/>

MAIA, J. F. *Infecções do trato urinário em cães e gatos*. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), 2016.

ROCHA, R. A. *Bactérias do gênero Proteus: características e patogenicidade*. Dissertação, 2016.

CAPÍTULO 2

USO DO SISTEMA DERIVATIVO URETERAL SUBCUTÂNEO (SIDUS) EM CÃES E GATOS: ANÁLISE DE UMA SÉRIE DE CASOS

Letícia Alves Wrobel¹; Renato Mitsunori Nisihara²

¹ Médica Veterinária, Discente do Mestrado Profissional em Biotecnologia da Universidade Positivo.

² Professor Dr. titular da disciplina de Imunologia e Microbiologia Médica nos cursos de Medicina da Universidade Positivo e da Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná. Orientador no programa de pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Positivo e no programa de pós-graduação em Tocoginecologia e Saúde da Mulher.

RESUMO

O bypass ureteral subcutâneo (SIDUS) é uma técnica cirúrgica que tem se consolidado como alternativa eficaz para o tratamento de obstruções ureterais em cães e gatos, possibilitando restauração do fluxo urinário e preservação parcial da função renal. Este estudo de coorte retrospectiva avaliou 17 animais submetidos à implantação do SIDUS e acompanhados por até 90 dias. Foram analisados parâmetros clínicos, bioquímicos e microbiológicos a partir de prontuários médicos. A creatinina sérica apresentou redução significativa entre o pré-operatório (10,0 mg/dL) e o pós-operatório imediato (6,0 mg/dL; $p < 0,001$), com estabilização em valores próximos ao limite superior da normalidade aos 60 e 90 dias (1,8 mg/dL). Tendência semelhante foi observada para fósforo e ureia, enquanto a contagem de leucócitos apresentou discreto aumento, interpretado como resposta inflamatória pós-operatória. As uroculturas foram majoritariamente negativas, sendo os casos positivos isolados e sem repercussão clínica evidente. Apesar do número reduzido de casos e do curto período de acompanhamento, os resultados indicam que o SIDUS promove recuperação funcional sustentada e baixa incidência de infecção urinária clínica. O emprego de biomateriais de grau médico amplia a biocompatibilidade do sistema, embora o custo elevado e a necessidade de acompanhamento rigoroso permaneçam como limitações.

Palavras-chave: *cães; gatos; creatinina; ureter; desvio ureteral subcutâneo; infecção urinária.*

ABSTRACT

The subcutaneous ureteral bypass (SIDUS) is an increasingly recognized surgical technique as an effective alternative for treating ureteral obstructions in dogs and cats, allowing restoration of urinary flow and partial preservation of renal function. This retrospective study evaluated 17 animals submitted to SIDUS implantation and followed for up to 90 days. Clinical, biochemical, and microbiological data were collected from medical records. Serum creatinine showed a significant decrease from preoperative values (10.0 mg/dL) to immediate postoperative levels (6.0 mg/dL; $p < 0.001$), with stabilization close to the upper reference range at 60 and 90 days (1.8 mg/dL). Similar trends were observed for phosphorus and urea, while leukocyte counts increased slightly, consistent with a postoperative inflammatory response. Urine cultures were mostly negative, with occasional positive results without clinical impact. Despite the small number of cases and short follow-up, findings indicate that SIDUS provides sustained functional recovery with a low incidence of clinically relevant urinary tract infections. The use of medical-grade biomaterials enhances biocompatibility, although high costs and the need for strict monitoring remain limitations.

Keywords: *cats; dogs; creatinine; ureter; subcutaneous ureteral bypass; urinary tract infection.*

INTRODUÇÃO

As obstruções ureterais em cães e gatos representam desafio crescente na clínica de pequenos animais, podendo resultar em hidronefrose, pielonefrite e progressão para doença renal crônica (Cooper et al., 2022; Weisse & Berent, 2021). A etiologia inclui urolitíase, estenoses, processos inflamatórios e neoplasias, frequentemente culminando em azotemia grave e injúria renal aguda. Nesses cenários, o diagnóstico precoce e a intervenção rápida são determinantes para preservar a função renal e prolongar a sobrevivência. O tratamento das obstruções urinárias evoluiu significativamente nas últimas décadas. Estratégias conservadoras, como cateterismo uretral ou nefrostomia, mostraram-se limitadas por alta taxa de complicações. Abordagens intervencionistas, como stents ureterais e, principalmente, o bypass ureteral subcutâneo (SIDUS), consolidaram-se como alternativas de escolha em casos refratários ou múltiplos, devido à sua elevada taxa de sucesso clínico e potencial de manter a função renal em longo prazo (Berent & Weisse, 2018; Ahmed et al., 2021; Deprey et al., 2021).

Apesar da eficácia, a presença de biomateriais no trato urinário configura fator de risco adicional para colonização bacteriana e formação de biofilmes. Bactérias oportunistas, como *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.* e *Staphylococcus spp.*, estão frequentemente implicadas em infecções associadas a dispositivos urinários (Weese et al., 2019; Epstein et al., 2021). Contudo, estudos recentes indicam que grande parte dos casos positivos em urocultura refletem colonização subclínica e não infecção ativa, sendo a interpretação clínica fundamental (Deprey et al., 2021; Hecht et al., 2024).

No Brasil, a disponibilidade do SIDUS foi impulsionada pela iniciativa de uma empresa curitibana, que desde 2021 produz e comercializa biomateriais veterinários de grau médico, reduzindo a dependência de importações e tornando o acesso mais factível. O desenvolvimento local, aliado à experiência clínica, representa um avanço para a medicina veterinária nacional. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo avaliar, em um grupo de 17 pacientes submetidos ao SIDUS, a evolução clínica, laboratorial e microbiológica até 90 dias após a cirurgia, buscando caracterizar o impacto da técnica na função renal e na ocorrência de infecções urinárias.

METODOLOGIA

ASPECTOS ÉTICOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais da Universidade Positivo – CEUA/UP, sob número do parecer consubstanciado 32/2024.

DESENHO DO ESTUDO E SELEÇÃO DOS PACIENTES

Este estudo de coorte retrospectivo analisou os prontuários médicos de cães e gatos atendidos no serviço de nefrologia do Hospital Veterinário particular de Curitiba, entre 2021 e junho/2024. Foram incluídos animais acompanhados pela equipe de nefrologistas:

Grupo SIDUS (n=17): animais submetidos à implantação de bypass.

A inclusão no estudo foi condicionada à disponibilidade de resultados de urinálise e urocultura com antibiograma, realizados antes da cirurgia e após a implantação do dispositivo nos períodos de 30, 60, 90 dias. Realização de ultrassonografia de abdome, hemograma, creatinina, ureia e fósforo sérico, além de hemogasometria venosa com eletrólitos. Todos os pacientes foram acompanhados pelo serviço de nefrologia por, no mínimo, 3 meses. Todos os exames realizados dentro do mesmo hospital. As cirurgias foram realizadas pela mesma equipe, utilizando cateteres da mesma marca curitibana de Biomateriais.

Foram excluídos do estudo os animais submetidos a cirurgia de emergência sem realização prévia de urocultura, ou que apresentaram exames externos, aqueles que não foram acompanhados por nefrologista do mesmo hospital veterinário, os casos em que a manutenção do dispositivo — definida pela realização de lavagens trimestrais — não foi cumprida e, ainda, os pacientes cujos exames laboratoriais e de imagem foram realizados fora do serviço hospitalar.

COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada a partir da revisão dos prontuários eletrônicos dos pacientes submetidos ao implante do bypass ureteral subcutâneo (SIDUS). Foram obtidas informações demográficas, incluindo idade, sexo, peso e espécie, além de resultados de exames laboratoriais, tais como urinálise, hemograma, hemogasometria venosa com eletrólitos, creatinina, ureia e fósforo séricos.

Também foram compilados os resultados de uroculturas e respectivos antibiogramas, considerando-se os exames realizados no pré-operatório, no pós-operatório imediato e durante o acompanhamento seriado. As avaliações de imagem compreenderam laudos ultrassonográficos obtidos no pré-operatório, no pós-operatório imediato e aos 30, 60 e 90 dias após o implante. Os exames de imagem foram analisados quanto à presença de alterações compatíveis com obstrução ureteral, incluindo espessamento da parede ureteral, dilatação pielocalicial, visualização de ureterólito ou massas compatíveis com compressão extrínseca.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA CIRÚRGICA DE IMPLANTAÇÃO DO SIDUS

Os pacientes foram submetidos a jejum alimentar prévio de 8 a 12 horas, com acesso venoso periférico assegurado para fluidoterapia de manutenção e correção de distúrbios hidroeletrólíticos.

PROTOCOLO ANESTÉSICO

A anestesia foi induzida com propofol (4–6 mg/kg/IV) e fentanil (5 µg/kg/IV), seguida de intubação orotraqueal. A manutenção foi realizada com isoflurano em oxigênio a 100% em sistema de anestesia inalatória. Para analgesia multimodal, empregaram-se metadona (0,2–0,4 mg/kg/IM) no pré-operatório, além de bloqueio local com lidocaína 2% (2 mg/kg infiltrativo) na incisão abdominal. Pacientes instáveis receberam infusão contínua de fentanil (2–5 µg/kg/h) conforme necessidade. A monitorização anestésica contemplou oximetria de pulso,

capnografia, eletrocardiografia e pressão arterial invasiva. As doses variavam de acordo com a espécie e porte do animal.

PREPARO E ACESSO CIRÚRGICO

Os animais foram posicionados em decúbito dorsal, com tricotomia ampla de abdome e flancos e antissepsia com clorexidina alcoólica 0,5%. O campo operatório foi delimitado com panos estéreis. A laparotomia mediana celiotômica foi realizada até a sínfise púbica, permitindo ampla exposição dos rins, ureteres e bexiga.

COLOCAÇÃO DOS CATETERES URETERAIS SOB FLUOROSCOPIA

A avaliação inicial contemplou a identificação da dilatação ureteral e da pelve renal. Cada cateter ureteral tipo *locking-loop pigtail* foi introduzido de forma retrógrada no sistema pielocalicial sob fluoroscopia transoperatória, que possibilitou confirmar a posição correta da alça de fixação no interior da pelve e prevenir perfurações ou posicionamentos inadequados. Após confirmação fluoroscópica, o cateter foi fixado à cápsula renal com fio absorvível monofilamentar 4-0 em pontos simples.

COLOCAÇÃO DO CATETER VESICAL E CONEXÕES

Na bexiga urinária, confeccionou-se uma cistostomia paramediana, pela qual foi introduzido o cateter vesical do sistema. A fixação foi realizada com sutura em bolsa de tabaco e pontos de Cushing complementares com fio absorvível 3-0. Os cateteres ureterais foram então conectados ao cateter vesical por meio de um conector em “X”, estabelecendo o fluxo de ambos os rins para a bexiga.

POSICIONAMENTO DO PORTAL SUBCUTÂNEO

O conjunto de cateteres foi tunelizado até a região lateral do abdome, onde se confeccionou uma loja subcutânea para o portal de baixo perfil (*SwirlPort*). Este foi fixado à fáscia abdominal com fio não absorvível monofilamentar 2-0 em pontos simples, garantindo estabilidade para acessos posteriores.

TESTE DE PERMEABILIDADE E FECHAMENTO

A integridade do sistema foi testada com irrigação de solução fisiológica estéril sob fluoroscopia, certificando-se da ausência de extravasamento e da adequada drenagem urinária. O fechamento da cavidade abdominal foi realizado por planos anatômicos: linha alba com fio

absorvível 2-0 em padrão contínuo simples, subcutâneo com fio absorvível 3-0 em padrão contínuo simples e pele com pontos isolados de náilon 2-0.

MANEJO PÓS-OPERATÓRIO

Os pacientes permaneceram em monitorização intensiva, com analgesia multimodal conforme avaliação clínica e antibioticoterapia profilática ou respeitando a urocultura e antibiograma quando positivada. As lavagens do sistema foram realizadas com solução salina heparinizada em intervalos regulares, inicialmente após 24 horas, depois 7 dias após cirurgia, 30 dias e por fim espaçada para cada 3 meses. O acompanhamento incluiu exames laboratoriais seriados (ureia, creatinina, fósforo, hematócrito, hemogasometria com eletrólitos, ultrassom de abdome, além de urinálises e uroculturas periódicas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram organizados em planilhas do Excel e analisados com auxílio do software GraphPad Prism 5.0. A distribuição das variáveis contínuas foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk. Os resultados foram expressos como média \pm desvio-padrão ou mediana e intervalo interquartil (IIQ), conforme a distribuição. Para a comparação de dois momentos (antes e depois da cirurgia), foi utilizado o teste de Wilcoxon pareado para variáveis não paramétricas e o teste t pareado de Student para variáveis com distribuição normal. Variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas e relativas, sendo comparadas com o teste de do Qui-quadrado. Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

RESULTADOS

Foram incluídos 17 pacientes submetidos ao implante do bypass ureteral subcutâneo (SIDUS), acompanhados pelo serviço de nefrologia de um hospital veterinário. O grupo foi composto por 10 cães (58,8%) e 7 gatos (41,2%). Em relação ao sexo, observou-se distribuição equilibrada, com 8 fêmeas (47,1%) e 9 machos (52,9%). A maioria dos animais tinha menos de 10 anos de idade ($n = 15$; 88,2%), enquanto apenas 2 pacientes (11,8%) apresentavam idade superior a 10 anos. Quanto ao estado reprodutivo, 10 animais (58,8%) eram castrados e 7 (41,2%) permaneciam inteiros. A Tabela 1 apresenta os dados demográficos dos animais incluídos.

TABELA 2. PERFIL DOS PACIENTES DO GRUPO

Nº total do estudo	CANINO	FELINO	FÊMEA	MACHO	>10 ANOS	<10 ANOS	CASTRADO	INTEIRO
17	10	7	8	9	2	15	10	7
	58,8%	41,2%	47,1%	52,9%	11,8%	88,2%	58,8%	41,2%

A creatinina sérica encontrava-se significativamente elevada no período pré-operatório, com mediana de 10,0 mg/dL, valor compatível com azotemia grave e injúria renal aguda obstrutiva. Após 24 horas da implantação do SIDUS, já se observava redução expressiva (mediana 6,0 mg/dL; $p < 0,001$; teste de Wilcoxon pareado), evidenciando recuperação funcional imediata. Nos acompanhamentos subsequentes, manteve-se tendência de queda progressiva: aos 30 dias, a creatinina atingiu valores próximos ao limite superior de referência (mediana 2,0 mg/dL); aos 60 dias, a mediana estabilizou em 1,8 mg/dL; e aos 90 dias, os valores permaneceram estáveis (mediana 1,8 mg/dL). Esse padrão reforça que, embora não tenha ocorrido normalização completa em todos os pacientes, houve recuperação funcional sustentada após a desobstrução, com estabilização dentro de valores compatíveis com função renal compensada em médio prazo.

GRÁFICO 1. EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CREATININA SÉRICA (MEDIANA E INTERVALO INTERQUARTIL) EM CÃES E GATOS SUBMETIDOS AO IMPLANTE DE BYPASS URETERAL SUBCUTÂNEO (SIDUS), ACOMPANHADOS ATÉ 90 DIAS.

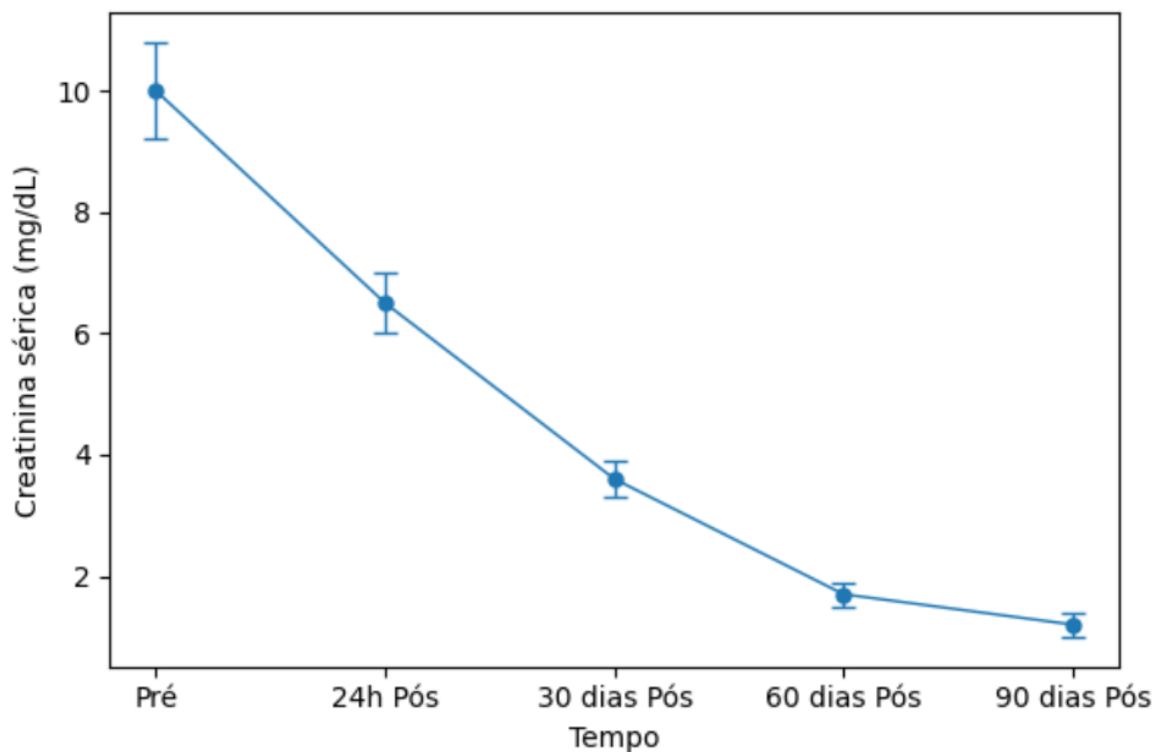
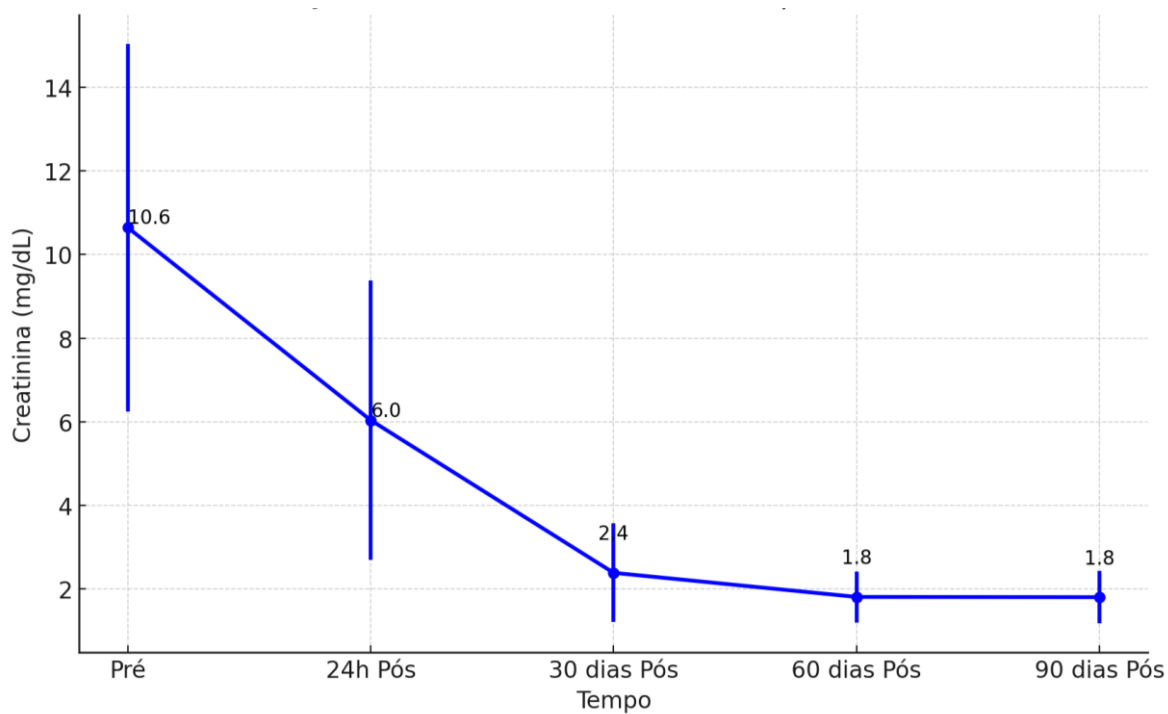


GRÁFICO 2. EVOLUÇÃO DA CREATININA SÉRICA (MÉDIA ± DESVIO-PADRÃO) EM CÃES E GATOS SUBMETIDOS AO IMPLANTE DE BYPASS URETERAL SUBCUTÂNEO (SIDUS).



A mediana da creatinina sérica nos pacientes submetidos ao SIDUS era de 10,0 mg/dL no pré-operatório, reduzindo significativamente para 6,0 mg/dL já nas primeiras 24 horas após a cirurgia ($p < 0,001$; teste de Wilcoxon pareado). No acompanhamento seriado, observou-se queda progressiva, com mediana de 3,7 mg/dL aos 30 dias e estabilização em torno de 1,7–1,2 mg/dL aos 60 e 90 dias, indicando recuperação funcional sustentada após a desobstrução ureteral. O gráfico apresenta os valores de mediana acompanhados do intervalo interquartil, reforçando a consistência da tendência observada.

TABELA 3. VALORES DE MEDIANA DAS VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E HEMATOLÓGICAS SÉRICAS DOS PACIENTES SUBMETIDOS AO DESVIO URETERAL SUBCUTÂNEO (SIDUS) ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DO DISPOSITIVO

Variável	Antes da cirurgia (mediana)	Depois da cirurgia (mediana)	Valor de p
Creatinina (mg/dL)	10,0	6,0	<0,001
Fósforo (mg/dL)	10,4	5,0	<0,001
Ureia (mg/dL)	300,0	200,0	0,001
Leucócitos (mil/mm³)	18.000	19.300	>0,05
Lactato (mmol/L)	4,8	2,1	<0,001

A Tabela 3 apresenta a evolução dos principais parâmetros bioquímicos e hematológicos séricos dos pacientes submetidos ao SIDUS, comparando valores pré e pós-operatórios. A creatinina sérica encontrava-se elevada no período pré-operatório (mediana 10,0 mg/dL), refletindo azotemia grave e injúria renal aguda obstrutiva. Após a implantação do SIDUS, houve queda significativa para 6,0 mg/dL ($p < 0,001$; teste de Wilcoxon pareado), com redução progressiva e estabilização nos acompanhamentos subsequentes (2,0 mg/dL aos 30 dias e 1,8 mg/dL aos 60 e 90 dias). Esse padrão indica recuperação funcional sustentada, embora nem todos os pacientes tenham atingido valores dentro da faixa de referência. O fósforo sérico seguiu tendência semelhante, com valores elevados antes da cirurgia (10,4 mg/dL), compatíveis com distúrbio do metabolismo mineral secundário à obstrução, e queda expressiva após o procedimento (5,0 mg/dL; $p < 0,001$). Nos acompanhamentos, os valores permaneceram estáveis próximos do limite superior da normalidade, sugerindo correção parcial do desequilíbrio mineral. A ureia sérica também sofreu redução significativa (300 → 200 mg/dL; $p = 0,001$), reforçando o impacto positivo da desobstrução ureteral. Entretanto, parte dos pacientes permaneceu com valores persistentemente acima dos de referência, indicando lesão renal irreversível pré-existente.

Em contrapartida, observou-se discreto aumento da contagem de leucócitos após a cirurgia (18.000 → 19.300/mm³; $p = 0,001$), sem desvio à esquerda, achado interpretado como resposta

inflamatória associada à manipulação cirúrgica e à presença do biomaterial, mais do que como processo infeccioso ativo. A avaliação hemogasométrica pré-operatória demonstrou acidose metabólica significativa em todos os pacientes, caracterizada por redução do bicarbonato sérico (mediana: 16,0 mmol/L; intervalo 14–18), associada a distúrbios do potássio, com hipercalemia em 4 animais (24%) e hipocalemia em 13 (76%). A mediana de potássio sérico no pré-operatório foi de 3,3 mmol/L, aumentando para 3,9 mmol/L após correção terapêutica ($\Delta = +0,6$; $p = 0,041$; teste de Wilcoxon pareado).

O lactato sérico encontrava-se elevado em todos os pacientes, com mediana de 4,8 mmol/L (intervalo 3,9–6,2) antes da cirurgia, sugerindo hipoperfusão e metabolismo anaeróbico secundários ao quadro obstrutivo. Após as primeiras 24 horas de fluidoterapia e reposição de bicarbonato, houve redução significativa da mediana para 2,1 mmol/L ($\Delta = -2,7$; $p < 0,001$; teste de Wilcoxon pareado), correspondendo a melhora de aproximadamente 70% dos valores gasométricos. Esses resultados reforçam a gravidade metabólica associada à obstrução ureteral aguda e a importância da monitorização gasométrica e do lactato como marcadores prognósticos e de resposta terapêutica no período perioperatório.

DISCUSSÃO

O presente estudo de série de casos demonstrou que a implantação do desvio ureteral subcutâneo (SIDUS) foi eficaz na resolução da obstrução ureteral, promovendo queda expressiva e sustentada dos valores de creatinina sérica já nas primeiras 24 horas após a cirurgia, com estabilização em torno dos valores normais aos 60 e 90 dias. Resultados semelhantes foram observados para fósforo e ureia, parâmetros intimamente relacionados à função renal e ao metabolismo mineral, confirmando o impacto clínico imediato da desobstrução. Esses achados estão em consonância com estudos recentes que consolidam o bypass ureteral subcutâneo (SUB/SIDUS) como alternativa eficaz para o manejo de obstruções ureterais refratárias em cães e gatos, com taxas de sucesso clínico elevadas e impacto positivo na sobrevida dos pacientes (Ahmed et al., 2021; Butty et al., 2023; Deprey et al., 2021).

Os resultados de hemogasometria venosa evidenciaram acidose metabólica importante no período pré-operatório, associada a déficit de bicarbonato, com predominância de hipercalemia, embora alguns pacientes tenham apresentado hipocalemia. Além disso, todos os animais apresentaram lactato sérico elevado, indicando hipóxia tecidual e metabolismo anaeróbico decorrentes da perfusão renal e sistêmica comprometida. A acidose metabólica em obstruções ureterais resulta da incapacidade renal de excretar íons hidrogênio e de reabsorver bicarbonato, somando-se à retenção de metabólitos urêmicos e ao consumo do sistema tampão,

o que agrava o desequilíbrio ácido-base (Cooper et al., 2022). Em situações típicas de obstrução aguda, o acúmulo de potássio sérico leva à hipercalemia, condição potencialmente fatal por seu efeito sobre a excitabilidade cardíaca (Weisse & Berent, 2021). A ocorrência de hipocalemia em parte dos pacientes pode estar relacionada a reposições prévias de fluidos ou a alterações associadas à fase pós-obstrutiva, achado já descrito em relatos clínicos recentes (Hecht et al., 2024). O aumento do lactato, por sua vez, tem sido reconhecido como marcador prognóstico negativo em pacientes com injúria renal aguda e choque, refletindo tanto hipoperfusão quanto resposta inflamatória sistêmica (Ahmed et al., 2021; Deprey et al., 2021).

No acompanhamento microbiológico, apenas um paciente apresentou uroculturas persistentemente positivas para *Escherichia coli* aos 30, 60 e 90 dias, mantendo-se assintomático e com estabilidade laboratorial. Nos demais casos, as uroculturas permaneceram negativas, sugerindo que a implantação do SIDUS, quando associada a protocolos rigorosos de manutenção, não necessariamente implica em risco elevado de colonização bacteriana persistente.

Estudos recentes reforçam que a avaliação gasométrica e dos eletrólitos é essencial para o manejo de pacientes com obstrução ureteral, permitindo correção precoce das alterações metabólicas e eletrolíticas. A reposição de bicarbonato e potássio, aliada ao suporte intensivo, proporcionou melhora de aproximadamente 70% dos parâmetros gasométricos nas primeiras 24 horas neste estudo, o que foi determinante para a estabilização clínica e a viabilidade da intervenção cirúrgica.

Do ponto de vista tecnológico, o SIDUS representa um marco por aliar inovação em biomateriais a um design voltado à durabilidade e à redução de complicações infecciosas. O uso de cateteres em poliuretano ou silicone de grau médico, dotados de superfícies lisas e com baixo potencial de aderência bacteriana, contribui para a redução de biofilme e colonização persistente — complicações frequentes em dispositivos de longa permanência (Weese et al., 2019; Deprey et al., 2021). No Brasil, destaca-se a iniciativa da Tradevet, empresa curitibana fundada em 2009, que inicialmente atuava apenas com importação de materiais especializados, e desde 2021 passou a produzir e comercializar biomateriais veterinários nacionais. Antes dessa iniciativa, a aquisição dos dispositivos dependia de importações, com custos elevados e variáveis em função da cotação do dólar. Embora ainda exista um custo agregado considerável — em torno de 10 salários mínimos por tratamento, incluindo dispositivo, videocirurgia, internação e exames —, a produção nacional tornou o acesso mais viável aos tutores, ampliando o alcance da técnica no cenário clínico brasileiro.

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações merecem destaque. O número

reduzido de pacientes (n=17) e o período de acompanhamento restrito a 90 dias impedem conclusões robustas sobre complicações em longo prazo, como obstrução do dispositivo por mineralização ou falhas mecânicas, eventos relatados em até 17–24% dos casos em séries maiores (Deprey et al., 2021; Hecht et al., 2024). Outro ponto é que este estudo contou com tutores altamente cooperativos, que compareceram a todas as consultas, realizaram exames de acompanhamento e autorizaram lavagens periódicas do sistema — condições que nem sempre são replicáveis na rotina clínica de diferentes realidades, o que pode impactar a longevidade do dispositivo e a taxa de complicações.

Ainda que este estudo tenha demonstrado benefícios claros da técnica, as perspectivas futuras incluem a realização de investigações multicêntricas com maior número de casos, acompanhamento de longo prazo e inclusão de pacientes tratados em diferentes centros cirúrgicos. Avaliações adicionais poderiam explorar o impacto da técnica em diferentes estágios da doença renal crônica, taxas de complicação em horizontes superiores a dois anos e o papel de estratégias preventivas — como lavagens programadas do sistema e protocolos de antibioticoterapia guiados por cultura — na longevidade do dispositivo.

Em síntese, os resultados aqui apresentados reforçam o papel do SIDUS como ferramenta segura e eficaz no manejo da obstrução ureteral em pequenos animais, associando melhora clínica e laboratorial imediata a um perfil de complicações aceitável. A disponibilidade de biomateriais nacionais de alta qualidade amplia as possibilidades terapêuticas no Brasil, ao mesmo tempo em que abre caminho para novos estudos que consolidem a técnica e permitam aperfeiçoar seu uso na prática veterinária.

CONCLUSÃO

O presente relato de uma série de casos demonstra que o desvio ureteral subcutâneo (SIDUS) é uma alternativa eficaz para a resolução de obstruções ureterais em cães e gatos, promovendo melhora significativa e sustentada da função renal nos primeiros 90 dias de acompanhamento. Em nossa amostra, os resultados reforçam a segurança e aplicabilidade da técnica, abrindo espaço para estudos futuros com maior casuística e seguimento prolongado.

Declaração de Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse na realização deste estudo.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the conduct of this study.

REFERÊNCIAS

LIVROS

BARTGES, J.; KIRK, C. *Small Animal Internal Medicine*. 5th ed. St. Louis: Elsevier, 2011.

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. *Medicina interna de pequenos animais*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ARTIGOS CIENTÍFICOS

AHMED, R. et al. Outcomes of subcutaneous ureteral bypass device placement and risk factors for complications in 81 cats with ureteral obstruction (2010–2018). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 23, n. 12, p. 1135–1143, 2021. doi:10.1177/1098612X211048468.

BERENT, A. C.; WEISSE, C.; BAGLEY, D. Subcutaneous ureteral bypass device placement for benign ureteral obstruction in cats: 137 cats (174 ureters). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 25, n. 3, p. 379–385, 2011.

BERENT, A. C.; WEISSE, C. Subcutaneous ureteral bypass for treatment of ureteral obstruction in dogs and cats: technique description and outcomes. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 238, n. 12, p. 1573–1585, 2011.

BUTTY, E. et al. Subcutaneous ureteral bypass placement in cats with ultrasonographic guidance: technique description and long-term outcome in 42 cases (2012–2020). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 25, n. 2, p. 113–123, 2023. doi:10.1177/1098612X231160219.

DEPREY, S. M. et al. Long-term outcome of subcutaneous ureteral bypass devices for treatment of benign ureteral obstruction in cats: 137 cases (2009–2019). *BMC Veterinary Research*, v. 17, n. 1, p. 345, 2021. doi:10.1186/s12917-021-02898-7.

HECHT, S. et al. Complications and long-term outcome associated with subcutaneous ureteral bypass device placement in cats: 140 cases (2014–2021). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 38, n. 1, p. 125–136, 2024. doi:10.1111/jvim.70078.

POLZIN, D. J. Chronic kidney disease in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 41, p. 15–30, 2011.

SILVA, B. G. B. *Estudo retrospectivo da multirresistência microbiana em cistites e otites em cães e gatos*. Brazilian Journals, 2025.

SHIPOV, A.; SEGEV, G. Ureteral obstruction and subcutaneous bypass device management in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 15, n. 9, p. 799–807, 2013.

WEESE, J. S. et al. ISCAID guidelines for the diagnosis and management of bacterial urinary tract infections in dogs and cats. *The Veterinary Journal*, v. 247, p. 8–25, 2019.

EPSTEIN, S. E. et al. 2021 ISCAID consensus guidelines for the diagnosis and management

of bacterial urinary tract infections in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 35, n. 6, p. 2938–2950, 2021.

MARQUES, C. et al. Urinary tract infections in dogs and cats: antimicrobial resistance patterns. *Veterinary Record*, v. 190, e1003, 2022.

OUTROS DOCUMENTOS

SILVA, D. R.; SOUZA, A. P.; OLIVEIRA, M. L. Perfil socioeconômico de tutores de animais de companhia no Brasil. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, 2020.

IBGE. *Pesquisa Nacional de Saúde 2015: Acesso e utilização de serviços de saúde, condições de saúde e fatores de risco e proteção à saúde*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015.