

**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro**

**A aplicação de  
*Bypass* Ureteral Subcutâneo  
como opção de tratamento à  
ureterolitíase obstrutiva**

Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**Nádia Marisa de Oliveira Monteiro**

Orientadora: Professora Doutora Maria Isabel Ribeiro Dias

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Joana Andreia Ribeiro da Cunha e Rolo de Sousa



Vila Real, 2021



**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro**

**A aplicação de  
*Bypass* Ureteral Subcutâneo  
como opção de tratamento à  
ureterolitíase obstrutiva**

Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**Nádia Marisa de Oliveira Monteiro**

**Orientadora:** Professora Doutora Maria Isabel Ribeiro Dias

**Coorientadora:** Dr.<sup>a</sup> Joana Andreia Ribeiro da Cunha e Rolo de Sousa

**Presidente do júri:** Professor Doutor Celso Alexandre de Sá Santos

**Vogais:** Professor Doutor Luis Miguel Viana Maltez da Costa

Professor Doutor Hugo Corte Real Vilhena

Professora Doutora Maria Isabel Ribeiro Dias

Vila Real, 2021

# Declaração

**Nome:** Nádía Marisa de Oliveira Monteiro

**C.C:** 12525171

**Telemóvel:** (+351) 934453381

**Correio Eletrónico:** [nadiamonteiro\\_84@hotmail.com](mailto:nadiamonteiro_84@hotmail.com)

**Designação do Mestrado:** Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**Título da Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária:**

A aplicação de *Bypass* Ureteral Subcutâneo como opção de tratamento à ureterolitíase obstrutiva

**Orientadora:** Professora Doutora Maria Isabel Ribeiro Dias

**Coorientadora:** Dr.<sup>a</sup> Joana Andreia Ribeiro da Cunha e Rolo de Sousa

**Ano de Conclusão:** 2021

Declaro que esta dissertação de mestrado é resultado da minha pesquisa e trabalho pessoal sob supervisão das minhas orientadoras. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Vila Real, 07 abril de 2021

Nádía Marisa de Oliveira Monteiro

*“A partir de um certo ponto não há retorno.*

*Este é o ponto que é preciso alcançar.”*

**Franz Kafka**



## **Agradecimentos**

Neste pequeno texto expresse um profundo agradecimento às pessoas especiais que encontrei e me acompanharam neste percurso. Graças a todos a caminhada pareceu mais fácil.

À Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, que já se tornou numa segunda casa, agradeço a oportunidade de seguir o sonho e torná-lo realidade.

A todos os docentes e colaboradores do curso de Medicina Veterinária agradeço a ajuda, disponibilidade, boa disposição e profissionalismo.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Isabel Ribeiro Dias, por ter confiado em mim. Muito obrigada pela disponibilidade, apoio, interesse, amizade e dedicação. Pelas deslocações ao Porto. Pelas respostas prontas aos emails. Por todo o incentivo e calma transmitida.

À minha coorientadora, Dr.<sup>a</sup> Joana Ribeiro da Cunha e Rolo de Sousa, por me ter rerepresentado o “mundo do sistema urinário”. Agradeço a ajuda, orientação e boa disposição. Muito obrigada por todos os ensinamentos, partilhas e por ter torcido comigo para o aparecimento dos tão ansiados casos. Conseguimos, e depois do primeiro foi sempre a somar.

Um sincero agradecimento ao Hospital Veterinário do Baixo Vouga por me ter recebido como um membro da equipa. Apesar do curto período de permanência fizeram sem dúvida toda a diferença na minha caminhada. Ao Dr. Miguel França um agradecimento especial, por ter sido o primeiro a confiar em mim numa sala de cirurgia, pela alegria, por descomplicar o que parece inatingível e por contribuir para o meu desejo de aprender mais e mais. Às minhas Bias que me receberam e me orientaram sempre com um sorriso e amizade.

Ao Centro Hospitalar Veterinário por ser um exemplo para todos os que por lá passam. Muito obrigada pela oportunidade única de aprendizagem com os melhores e por me mostrarem o que de importante e tocante tem esta profissão. Para além de todos os ensinamentos agradeço a amizade de todos, são sem dúvida uma equipa especial que permite criar laços dentro e fora de portas. Um agradecimento especial ao Dr. André por me aceitar na equipa e ao Dr. Carlos Adrega e Enfermeiras Stéphanie Buraco e Filipa Vidal, por permitirem a que assistisse ao máximo de cirurgias para a realização deste trabalho, pelas fotografias, por todas as informações preciosas e pelas piadas constantes. Às Enfermeiras Miriam e Adriana agradeço toda a ajuda na recolha de informações. O vosso lugar climatizado no céu está garantido pois não permitiram que a pandemia atrapalhasse o meu trabalho.

Aos meus colegas de estágio agradeço a partilha e cumplicidade.

À Belita e à VetPharma um agradecimento especial pela amizade já longa que nos une. Obrigada por toda a ajuda, pela paciência, por todos os ensinamentos e pela confiança.

Ao Sr. Ferreira agradeço a disponibilidade e toda a ajuda preciosa que me prestou.

À D. Cármen por me fazer sentir em casa. Por todo o carinho, apoio e amizade. Pelos longos desabafos ao jantar e pelos mimosos gastronómicos. É sem dúvida uma grande amiga que quero manter por perto.

À Isabel e à Helena por fazerem parte deste percurso desde o primeiro dia. Obrigada de coração por toda a ajuda e pela partilha de tantos momentos que nunca irei esquecer.

Ao Pedrocas, pela amizade, companheirismo e boa disposição. Pelas asneiras e pelos momentos de riso até às lágrimas. Pelo nosso trio indestrutível que permanecerá para sempre.

À minha Caty, por ser a melhor companheira de luta que poderia ter arranjado. Obrigada por todas as partilhas, desabafos, risos, lágrimas e por todos os momentos vividos. A tua amizade tornou tudo muito mais simples. Muito obrigada de coração!

A todos os animais que passaram pela minha vida e que fizeram verdadeiramente parte da família, em especial ao Toby e à Duda, pela alegria, pela capacidade de me fazerem sorrir e por retribuírem com amor.

Por fim agradeço aos meus pais, por serem pessoas tão especiais e por tornarem tudo isto possível. Sem vocês nunca teria conseguido. Agradeço todo o amor, apoio e por festejarem comigo as minhas vitórias. Obrigada por tudo. É a vocês que dedico este trabalho!

## Resumo

As obstruções ureterais podem ser patologias bastante desafiantes de diagnosticar e tratar em medicina veterinária. Múltiplos estudos documentam que a ureterolítase é a causa mais comum para a sua ocorrência, havendo relatos que mais de 98% dos ureterólitos detetados em gatos contêm oxalato de cálcio na sua constituição, o que inviabiliza a sua dissolução.

O diagnóstico da ureterolítase assim como o seu manejo médico devem ser realizados de forma precoce, uma vez que a obstrução gerada pode induzir um rápido declínio da funcionalidade renal tal como lesões irreversíveis no seu parênquima. Dado que a terapêutica médica é na maioria das vezes ineficaz, existe quase sempre a necessidade de se intervir cirurgicamente. A invasividade e morbidade associada às técnicas cirúrgicas tradicionais reforçam a importância do aparecimento de opções cirúrgicas inovadoras e menos invasivas. Entre elas destaca-se o *Subcutaneous Ureteral Bypass* (SUB), um dispositivo cada vez mais procurado em Portugal como forma de resposta à ureterolítase obstrutiva nos pequenos animais, principalmente em gatos.

O SUB consiste num dispositivo desenvolvido a partir do *bypass* nefrovesical subcutâneo utilizado na medicina humana, estando associado a complicações peri e pós-cirúrgicas reduzidas e a uma melhoria na qualidade de vida dos animais intervencionados. Deste modo, o presente trabalho visa a descrição de aspetos relacionados com a ureterolítase obstrutiva, incidindo particularmente na cirurgia de implantação de dispositivos SUB como forma de tratamento desta doença.

Assim, os principais objetivos desta dissertação são a descrição detalhada desta técnica cirúrgica, de acordo com o procedimento realizado pelo Centro Hospitalar Veterinário do Porto (CHV) que recorre somente à orientação ecográfica para esta finalidade, para além da identificação dos possíveis riscos e complicações inerentes e das vantagens e desvantagens associadas. Desta forma, através dos casos clínicos expostos, este trabalho sugere que a implantação dos sistemas de *bypass* ureteral subcutâneo são uma opção de tratamento viável em episódios de ureterolítase obstrutiva em gatos, tornando-se num contributo importante para a compreensão, expansão e divulgação desta temática, o que favorece o desenvolvimento de escolhas terapêuticas conscientes na presença desta patologia.

**Palavras-chave:** obstrução ureteral, ureterolítase, *subcutaneous ureteral bypass*, gato



## Abstract

Ureteral obstructions can be challenging disorders to diagnose and treat in veterinary medicine. Several studies document that ureterolithiasis is the most common cause of ureteral obstructions, with reports that more than 98% of cat ureteroliths contain calcium oxalate in their constitution, which prevents its dissolution.

Ureterolithiasis diagnosis and medical management should be early performed, as it induces a rapid decline in renal function as well as irreversible lesions on the renal parenchyma. As medical treatment is mostly ineffective, there is often a requirement for surgical intervention. The invasiveness and morbidity associated with traditional surgical techniques increase the appealing for new interventional alternatives and less invasive surgical options. Among them stands out the Subcutaneous Ureteral Bypass (SUB), a therapeutic option increasingly sought in Portugal, as a way to treat obstructive ureterolithiasis in small animals, mainly in cats.

The SUB device was developed from the subcutaneous nephrovesical bypass used in human medicine, being associated with minimal peri and postoperative complications and with an improvement in life quality of animals that underwent surgery. So, the present study provides an update review about obstructive ureterolithiasis, focusing in the implantation of SUB devices as a way to treat this disorder.

In general, the main objectives of the this dissertation are to describe the surgical technique according to the procedure performed in Centro Hospitalar Veterinário do Porto (CHV), only realized under ultrasound guidance, and to identify the possible risks and complications inherent and the associated advantages and disadvantages. Thus, through the exposed clinical cases, this work suggests that subcutaneous ureteral bypass implantation is a viable option in the treatment of obstructive ureterolithiasis in cats, allowing for a better knowledge in this area, which favors the development of a conscious therapeutic choice in the presence of this pathology.

**Keywords:** ureteral obstruction, ureterolithiasis, subcutaneous ureteral bypass, cat



# Índice Geral

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>xv</b>
<b>Índice de tabelas</b> .....	<b>xvii</b>
<b>Lista de abreviaturas, siglas, símbolos ou acrónimos</b> .....	<b>xviii</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo I - Revisão bibliográfica</b> .....	<b>3</b>
<b>Anatomia e Fisiologia do Trato Urinário Superior</b> .....	<b>4</b>
Rins .....	<b>4</b>
Ureteres .....	<b>8</b>
<b>Uropatia Obstrutiva</b> .....	<b>11</b>
Etiologia das obstruções ureterais .....	<b>11</b>
Ureterolitíase .....	<b>12</b>
1. Fisiopatologia .....	<b>12</b>
2. Classificação dos ureterólitos .....	<b>15</b>
3. Epidemiologia e fatores predisponentes .....	<b>17</b>
4. Localização, distribuição e quantificação dos ureterólitos .....	<b>21</b>
5. Manifestações clínicas .....	<b>22</b>
6. Prevenção .....	<b>23</b>
<b>Abordagem diagnóstica à ureterolitíase</b> .....	<b>25</b>
Avaliação laboratorial .....	<b>26</b>
1. Parâmetros sanguíneos .....	<b>26</b>
2. Parâmetros urinários .....	<b>27</b>
Avaliação imagiológica .....	<b>29</b>
1. Ecografia e Radiografia .....	<b>29</b>
2. Urografia excretora .....	<b>31</b>
3. Pielografia anterógrada percutânea .....	<b>33</b>
4. Ureteropielografia retrógrada .....	<b>34</b>
5. Tomografia computadorizada .....	<b>34</b>

6. Cintigrafia renal .....	35
<b>Tratamento da ureterolitíase .....</b>	<b>36</b>
Abordagem médica – Tratamento médico convencional .....	37
Abordagem interventiva .....	40
1. Tubo de Nefrostomia .....	40
2. Diálise .....	41
Abordagem cirúrgica – Tratamento cirúrgico convencional .....	42
Novas abordagens terapêuticas minimamente invasivas .....	46
1. Ureteroscopia .....	47
2. Nefroureterolitotomia percutânea .....	47
3. Litotricia extracorporal por ondas de choque .....	48
4. <i>Stent</i> ureteral .....	50
<b><i>Bypass Ureteral Subcutâneo</i> .....</b>	<b>53</b>
Considerações pré- e pós-cirúrgicas .....	56
Monitorização e Manutenção .....	60
Complicações e Prognóstico .....	62
<b>Capítulo II – Material e Métodos. Apresentação de casos clínicos .....</b>	<b>67</b>
<b>Considerações gerais .....</b>	<b>68</b>
<b>Descrição dos casos clínicos .....</b>	<b>69</b>
Caso clínico nº. 1 .....	69
Caso clínico nº. 2 .....	72
Caso clínico nº. 3 .....	74
Caso clínico nº. 4 .....	77
Caso clínico nº. 5 .....	79
<b>SUB – Descrição da técnica cirúrgica .....</b>	<b>80</b>
<b>Pós-operatório .....</b>	<b>88</b>
Acompanhamento pós-cirúrgico .....	94
1. Caso clínico nº. 1 .....	95
2. Caso clínico nº. 2 .....	95
3. Caso clínico nº. 3 .....	98
4. Caso clínico nº. 4 .....	98
5. Caso clínico nº. 5 .....	99

<b>Capítulo III – Discussão</b> .....	<b>103</b>
<b>Capítulo IV – Conclusão</b> .....	<b>113</b>
<b>Capítulo V – Bibliografia</b> .....	<b>117</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>130</b>
ANEXO I – Fatores predisponentes à formação de urólitos de estruvite .....	<b>131</b>
ANEXO II – Fatores predisponentes à formação de urólitos de oxalato de cálcio .....	<b>132</b>
ANEXO III – Estratégias para a prevenção de urólitos de oxalato de cálcio .....	<b>133</b>
ANEXO IV – Estratégias para a prevenção de urólitos de estruvite .....	<b>134</b>
ANEXO V – Imagens adicionais relativas à cirurgia de implantação de um SUB .....	<b>134</b>



## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> – Rim de cão .....	<b>5</b>
<b>Figura 2</b> – Anatomia funcional do nefrónio .....	<b>8</b>
<b>Figura 3</b> – Ilustração que representa a junção entre o ureter e a bexiga .....	<b>10</b>
<b>Figura 4</b> – Urólito laminado com diferenciação das camadas que o constituem .....	<b>16</b>
<b>Figura 5</b> – Urólitos removidos cirurgicamente a partir da bexiga .....	<b>17</b>
<b>Figura 6</b> – Cristais de oxalato de cálcio e estruvite .....	<b>28</b>
<b>Figura 7</b> – Imagem ecográfica em corte longitudinal onde é possível visualizar um cálculo a nível do ureter médio direito .....	<b>30</b>
<b>Figura 8</b> – Projeções radiográficas laterolaterais e ventrodorsais onde é possível identificar a presença de cálculos ureterais e renais .....	<b>31</b>
<b>Figura 9</b> – Radiografias abdominais em projeção laterolateral após a realização de pielografia anterógrada percutânea .....	<b>34</b>
<b>Figura 10</b> – Ureterotomia .....	<b>42</b>
<b>Figura 11</b> – Ureteroneocistostomia .....	<b>43</b>
<b>Figura 12</b> – Técnica de Boari <i>flap</i> modificada .....	<b>44</b>
<b>Figura 13</b> – Ressecção e anastomose ureteral ou ureteroureterostomia .....	<b>44</b>
<b>Figura 14</b> – <i>Stent</i> ureteral multifenestrado <i>double pigtail</i> e projeção radiográfica laterolateral após a implantação de um dispositivo deste tipo .....	<b>53</b>
<b>Figura 15</b> – <i>Bypass</i> ureteral subcutâneo .....	<b>56</b>
<b>Figura 16</b> – <i>Flush kit</i> .....	<b>62</b>
<b>Figura 17</b> – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 1, em que foi diagnosticada a presença de obstrução ureteral bilateral . .....	<b>70</b>
<b>Figura 18</b> – Tomografia computadorizada relativa ao caso clínico nº. 1 .....	<b>71</b>
<b>Figura 19</b> – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 2 .....	<b>73</b>
<b>Figura 20</b> – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 3 .....	<b>76</b>
<b>Figura 21</b> – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 4 .....	<b>78</b>
<b>Figura 22</b> – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 5 .....	<b>80</b>
<b>Figura 23</b> – Incisão realizada e exposição do rim e da bexiga após laparotomia ventral caudal. Avaliação ecográfica da pélvis renal durante a cirurgia e introdução do cateter intravenoso na pélvis renal sob orientação ecográfica .....	<b>83</b>
<b>Figura 24</b> – Cateter de nefrostomia devidamente inserido a nível renal .....	<b>84</b>

<b>Figura 25</b> – Aplicação de cianoacrilato estéril. Cateter de cistostomia devidamente inserido no lúmen vesical .....	<b>85</b>
<b>Figura 26</b> – Posicionamento do portal subcutâneo antes de se proceder à sua fixação com pontos de sutura. Injeção de solução salina estéril pelo sistema porta .....	<b>87</b>
<b>Figura 27</b> – Sistema porta subcutâneo devidamente suturado à parede abdominal .....	<b>87</b>
<b>Figura 28</b> – Projeção radiográfica ventrodorsal do animal pertencente ao caso clínico nº.1, posteriormente à implantação do dispositivo SUB esquerdo. Projeções radiográficas laterolateral direita e ventrodorsal respetivamente, obtidas após uma cirurgia de implantação de um sistema SUB2-2001K (caso clínico nº. 2) .....	<b>89</b>
<b>Figura 29</b> – Imagem ecográfica do animal pertencente ao caso clínico nº. 4, imediatamente antes da cirurgia de correção da obstrução ureteral presente. Imagem ecográfica do mesmo animal, 24 horas após a colocação de SUB .....	<b>89</b>
<b>Figura 30</b> – Representação gráfica da evolução dos valores da creatinina sérica em todos os casos clínicos .....	<b>90</b>
<b>Figura 31</b> – Controlo ecográfico prévio à realização do protocolo de <i>flush</i> ao sistema SUB implantado ao animal pertencente ao caso clínico nº. 4 .....	<b>91</b>
<b>Figura 32</b> – Colheita de urina efetuada ao animal pertencente ao caso clínico nº. 3, aquando da realização do protocolo de <i>flush</i> ao sistema SUB que lhe foi implantado .....	<b>92</b>
<b>Figura 33</b> – Representação gráfica que demonstra a evolução dos valores da creatinina sérica em todos os animais aquando da realização dos protocolos de <i>flush</i> aos sistemas SUB implantados .....	<b>94</b>
<b>Figura 34</b> – Resultado da cultura bacteriológica e respetivo antibiograma, da urina colhida a partir do portal subcutâneo ao animal pertencente ao caso clínico nº. 2, aquando da realização do 3º protocolo de <i>flush</i> ao sistema SUB implantado .....	<b>96</b>
<b>Figura 35</b> – Resultados da cultura bacteriológica e respetivo antibiograma, da urina colhida ao animal pertencente ao caso clínico nº. 5 .....	<b>100</b>
<b>Figura 36</b> – Colocação do cateter de nefrostomia .....	<b>100</b>
<b>Figura 37</b> – Colocação do cateter de cistostomia .....	<b>100</b>
<b>Figura 38</b> – Posicionamento do portal subcutâneo .....	<b>100</b>
<b>Figura 39</b> – Exteriorização dos cateteres de nefrostomia e cistostomia através da parede abdominal .....	<b>100</b>
<b>Figura 40</b> – Implantação do portal subcutâneo .....	<b>100</b>

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1</b> – Complicações associadas à implantação de <i>bypasses</i> ureterais subcutâneos .....	<b>63</b>
<b>Tabela 2</b> – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 1 .....	<b>69</b>
<b>Tabela 3</b> – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma aquando da receção do caso clínico nº. 1 .....	<b>71</b>
<b>Tabela 4</b> – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 2 .....	<b>72</b>
<b>Tabela 5</b> – Resultados da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico nº. 2 aquando do seu primeiro internamento no CHV .....	<b>72</b>
<b>Tabela 6</b> – Resultados da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico nº. 2 aquando do seu segundo internamento no CHV e anteriormente à cirurgia de implantação do sistema SUB .....	<b>73</b>
<b>Tabela 7</b> – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 3 .....	<b>74</b>
<b>Tabela 8</b> – Resultados do hemograma e da análise bioquímica sérica aquando da receção do caso clínico nº. 3 .....	<b>75</b>
<b>Tabela 9</b> – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma e urianálise aquando do segundo internamento do animal pertencente ao caso clínico nº. 3 .....	<b>76</b>
<b>Tabela 10</b> – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 4 .....	<b>77</b>
<b>Tabela 11</b> – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma do animal pertencente ao caso clínico nº. 4 .....	<b>77</b>
<b>Tabela 12</b> – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma do animal pertencente ao caso clínico nº. 4 .....	<b>78</b>
<b>Tabela 13</b> – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 5 .....	<b>79</b>
<b>Tabela 14</b> – Resultados do hemograma e da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico nº. 5 .....	<b>79</b>

## Lista de abreviaturas, siglas, símbolos ou acrónimos

**ACVIM** - *American College of Veterinary Internal Medicine*

**BID** – duas vezes por dia (12 em 12 horas)

**Ca<sup>2+</sup>** - cálcio

**CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>** - oxalato de cálcio

**CHV** - Centro Hospitalar Veterinário do Porto

**C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>** - oxalato

**DRC** – doença renal crónica

**e.g.** – *exempli gratia* (por exemplo)

**Fr** – *French size*

**G** – gauge

**h** – hora(s)

**H<sup>+</sup>** - hidrogénio

**HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** - hidrogenofosfato

**H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>** - di-Hidrogenofosfato

**IRIS** - *International Renal Interest Society*

**IV** – via intravenosa

**Mg<sup>2+</sup>** - magnésio

**NH<sub>3</sub>** - amónia ou amoníaco

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** - amónio

**P** - fósforo

**PET** – polietileno tereftalato (dácron)

**PO** - *per os* (via oral)

**PO<sub>3</sub><sup>3-</sup>** - fosfito

**q** - cada

**SC** – via subcutânea

**SID** – uma vez por dia (24 em 24 horas)

**SUB** – *Subcutaneous Ureteral Bypass*

**<sup>99m</sup>Tc-DTPA** - ácido dietilenotriamino pentacético marcado com tecnécio 99 metaestável

**tetra-EDTA** - ácido etilenodiaminotetracético tetrassódico a 2%

**TID** – três vezes por dia (8 em 8 horas)

## Introdução

São várias as etiologias associadas à presença de episódios de obstrução ureteral, sendo que na última década, no decorrer da prática clínica e principalmente em gatos, se tem verificado uma crescente incidência de eventos obstrutivos a este nível, causados essencialmente por ureterólitos, estenoses, pioneses e até neoplasias (Berent, 2019a, 2019b). No entanto, a principal causa associada à presença de obstruções ureterais é a ureterolitíase, constatando-se que os ureterólitos detetados em cães e gatos são maioritariamente constituídos por oxalato de cálcio e estruvite (Cannon *et al.*, 2007; Houston & Moore, 2009; Osborne *et al.*, 2009a; Cuddy, 2018). No entanto, é importante assinalar que a dissolução dos ureterólitos obstrutivos está contraindicada independentemente da sua composição, pois o tempo requerido para este tipo de protocolos resulta em lesões renais excessivas (Berent, 2014a). Adicionalmente, e principalmente em gatos, o *American College of Veterinary Internal Medicine* (ACVIM) reforça a impraticabilidade dos tratamentos dissolutivos, uma vez que nesta espécie mais de 90% dos nefrólitos e ureterólitos são compostos por oxalato de cálcio o que inviabiliza completamente a sua dissolução (Lulich *et al.*, 2016). Assim, e uma vez que a exclusividade do tratamento médico remete para taxas de sobrevida a longo prazo reduzidas, e os procedimentos cirúrgicos tradicionais se associam a taxas de morbilidade e mortalidade elevadas, torna-se premente e aliciante o aparecimento de novas modalidades terapêuticas aquando do aparecimento desta patologia (Kyles *et al.*, 2005b; Horowitz *et al.*, 2013; Quimby, 2018).

Na medicina humana o tratamento das obstruções ureterais, em particular da ureterolitíase, incide cada vez mais em abordagens minimamente invasivas (Berent, 2011b; Deroy *et al.*, 2017). A medicina veterinária tem acompanhado esta tendência e nos últimos anos, na área dos pequenos animais, têm surgido algumas opções de tratamento que ultrapassam as limitações associadas aos tratamentos anteriormente referidos, como é o caso dos *bypasses* ureterais subcutâneos (Defarges *et al.*, 2013).

De forma simplificada pode-se afirmar que os dispositivos supracitados não são mais do que ureteres artificiais que contornam qualquer obstrução ureteral, permitindo o fluxo urinário desde a pélvis renal até à bexiga. Após 10 anos de utilização em gatos, os resultados documentados indicam que os sistemas SUB são a opção terapêutica ideal na presença de obstruções ureterais, independentemente da sua etiologia (Berent, 2019b). Já em cães, este

procedimento está aconselhado para situações em que os *stents* ureterais estejam contraindicados ou quando a sua colocação tenha falhado (Berent, 2019b).

Dado que a ureterolítase é a principal causa de obstrução ureteral em felinos, e uma vez que a abordagem terapêutica citada é ainda relativamente recente, verificando-se que os dispositivos comercializados são recorrentemente sujeitos a alterações, eleva-se a necessidade de estudos adicionais dentro desta temática, com o objetivo de determinar a utilidade deste tratamento cirúrgico aquando desta patologia, assim como de esclarecer quais as complicações maioritariamente observadas a curto e a longo prazo. Além do mais, o facto de Berent & Weisse (2018a) recomendarem o uso da orientação fluoroscópica na colocação destes sistemas, existindo relatos na literatura que prescindem da sua utilização, reforça a importância da partilha de protocolos cirúrgicos alternativos com o objetivo de expandir a técnica cirúrgica em questão.

Posto isto, no presente trabalho é feita uma breve revisão bibliográfica que permite contextualizar aspetos relacionados com a ureterolítase, nomeadamente quais as abordagens diagnósticas possíveis e as opções de tratamento disponíveis, com especial destaque para os aspetos relacionados à implantação de dispositivos SUB. Nos capítulos seguintes são descritos cinco casos clínicos, cujos animais apresentados foram submetidos a tratamento por *bypass* ureteral subcutâneo, enfatizando-se em especial o procedimento cirúrgico realizado, o protocolo de *flushing* executado, e os resultados pós-cirúrgicos observados, tanto a curto como a longo prazo, confrontando-se *a posteriori* as informações obtidas com a bibliografia consultada.

Os dados que servem de base a este trabalho foram recolhidos no decorrer do estágio curricular realizado no Centro Hospitalar Veterinário do Porto, prolongando-se o período de recolha alguns meses após o seu término, o que permitiu um acompanhamento a longo prazo dos animais em estudo.

# **Capítulo I - Revisão bibliográfica**

## **Anatomia e Fisiologia do Trato Urinário Superior**

O sistema urinário desempenha funções de extrema importância que promovem a homeostasia do organismo. Pode ser dividido em trato urinário superior (que engloba os dois rins e os dois ureteres correspondentes) e trato urinário inferior (que abrange a bexiga e a uretra) (Beal, 2016).

O conhecimento aprofundado da anatomia e fisiologia destes órgãos é de extrema importância para a realização de métodos de exploração clínica, assim como para a execução de abordagens cirúrgicas em caso de patologia.

### **Rins**

Os rins dos animais de companhia (cão e gato) são semelhantes no que se refere à sua estrutura e tamanho relativo (Clarkson & Fletcher, 2011). São órgãos pares, em forma de “feijão”, com uma superfície dorsal ligeiramente achatada e localizam-se bilateralmente no espaço retroperitoneal, na porção dorsal do abdômen, imediatamente abaixo dos músculos sublombares. O polo cranial do rim direito encontra-se alojado na fossa renal do lobo caudado do fígado, estando, portanto, localizado mais cranialmente do que o rim contralateral. Por sua vez, o rim esquerdo possui maior mobilidade, localizando-se o seu polo cranial lateralmente à glândula adrenal ipsilateral (Tilson & Tobias, 2012).

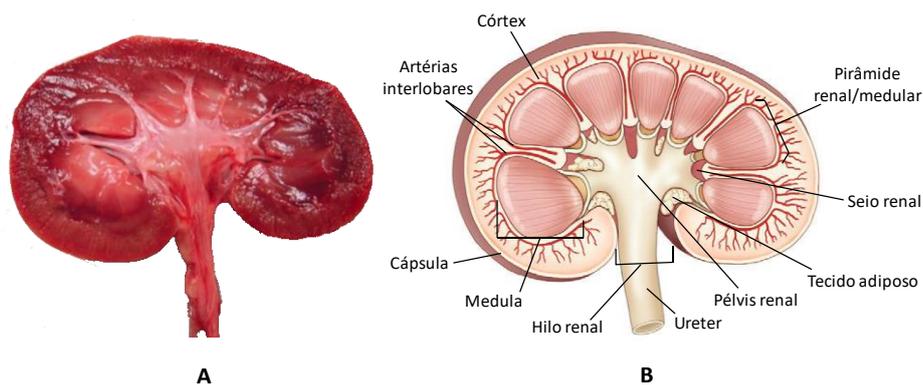
Nos gatos, o seu tamanho varia entre 3 e 4,5 cm de comprimento, existindo ligeiras alterações mediante a raça do animal, o estado reprodutivo e a idade, apresentando maiores dimensões em animais sexualmente intactos e jovens (Debruyne *et al.*, 2013). Ambos os rins são pendulares, móveis e localizados mais caudalmente comparativamente aos cães. Nestes animais o rim direito está posicionado ao nível das vértebras L1 a L4, enquanto que o rim esquerdo se encontra ao nível das vértebras L2 a L5 (Clarkson & Fletcher, 2011). Tanto o rim esquerdo como a superfície caudoventral do rim direito podem ser facilmente palpáveis na maioria dos gatos (German, 2017).

Nos cães, o seu tamanho varia consoante o peso e a conformação do animal (Barr *et al.*, 1990). O rim direito está mais firmemente ligado pela fásia renal à parede corporal dorsal comparativamente ao rim esquerdo, estendendo-se em comprimento desde as vértebras T13 a L2. O rim esquerdo localiza-se mais caudalmente a uma distância de aproximadamente meio comprimento renal relativamente ao rim contralateral (Clarkson & Fletcher, 2011). O rim

esquerdo pode ser palpável na maioria dos animais contrariamente ao rim direito que apenas é palpável em cães magros (German, 2017).

Para além do tecido adiposo que envolve e protege os rins de eventuais agressões, estes encontram-se envolvidos por uma cápsula fibrosa facilmente destacável que se encontra aderida ao parênquima renal, a cápsula renal (Tilson & Tobias, 2012). Em secção transversal é possível distinguir três regiões distintas, designadas (do exterior para o interior): córtex renal (com aparência finamente granular e cor escura), medula renal (de cor clara) e seio renal. A forma como estas regiões se relacionam entre si varia entre espécies. No cão e gato, a medula renal rodeia a pélvis renal e é formada pelas pirâmides renais ou medulares, cujos vértices se fundem dando origem à crista renal, que se projeta para o interior da pélvis renal e conduz a urina até este local. As pirâmides renais fundem-se nestes animais ocupando toda a área interna, constituindo o córtex apenas a área mais externa do parênquima, designando-se os rins como unipiramidais ou unilobares (Clarkson & Fletcher, 2011; Tilson & Tobias, 2012; Beal, 2016).

No lado medial do rim (com superfície côncava), existe uma depressão designada hilo renal, onde os vasos linfáticos e sanguíneos, os nervos e os ureteres se inserem. É também no interior desta área que se localiza uma estrutura em forma de funil já referida anteriormente, a pélvis renal, uma cavidade no seio renal, revestida por epitélio de transição cuja capacidade de estiramento permite acumular a urina formada (sem sofrer qualquer dano), antes do seu seguimento para o ureter (Figura 1) (Clarkson & Fletcher, 2011; Beal, 2016).



**Figura 1** – Rim de cão. **A** – Secção transversal do rim ao nível da pélvis renal; **B** – Ilustração da secção transversal do rim onde estão indicadas as principais estruturas a este nível (adaptado de Beal, 2016).

A irrigação do rim está a cargo da artéria renal que deriva diretamente da artéria aorta, sendo o retorno sanguíneo assegurado pela veia com a mesma designação com drenagem para

a veia cava caudal (Reece, 2015b). Está documentado que cerca de 10% dos gatos e 13% dos cães possuem múltiplas artérias renais a irrigar o rim esquerdo, sendo que a maioria dos cães possui apenas uma única artéria renal para o rim direito. Esta particularidade reveste-se de especial interesse no caso de se considerar a realização de uma nefrotomia ou nefrectomia (Christie, 2003). Nesta espécie verifica-se também que as veias que drenam a cápsula renal se localizam no interior desta ou imediatamente abaixo (subcapsulares), conferindo uma rugosidade típica à superfície renal (Clarkson & Fletcher, 2011). Tanto nos cães como nos gatos, os vasos linfáticos drenam para linfonodos lombares que acompanham a artéria aorta. Por seu turno, o suprimento nervoso deriva da porção simpática do sistema nervoso autónomo, cuja estimulação leva à vasoconstrição das veias renais resultando na diminuição temporária da produção urinária. A enervação parassimpática está a cargo do nervo vago (Beal, 2016).

No parênquima renal existem centenas de milhares de estruturas de filtração, absorção e secreção, designadas por nefrónios, constituindo estes as unidades funcionais do rim. O número varia consoante o tamanho do animal, sendo que um gato de tamanho médio deverá conter à volta de 200 mil nefrónios por rim enquanto que num cão normal o número rondará os 700 mil nefrónios por órgão (Beal, 2016). Cada nefrónio é constituído pelo corpúsculo renal e por um sistema tubular que engloba o túbulo contornado proximal, a ansa de Henle (ramos descendente e ascendente) e o túbulo contornado distal.

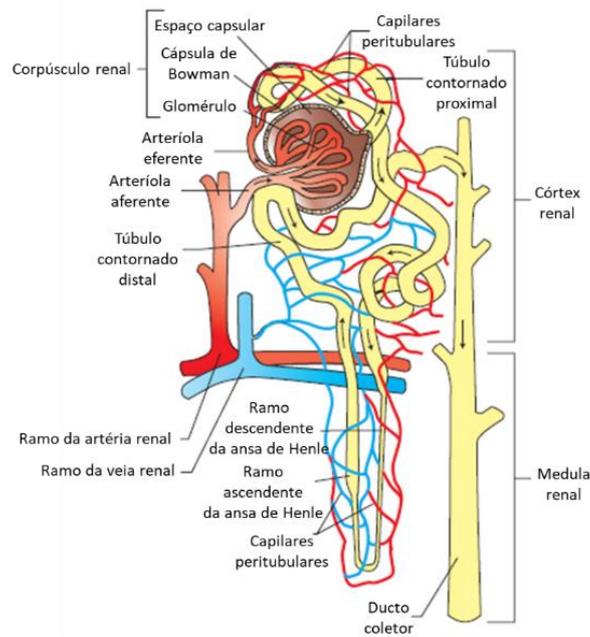
O corpúsculo renal localiza-se somente no córtex renal e resume-se a uma rede complexa de capilares sanguíneos designada por glomérulo, envolvida por uma cápsula de parede dupla, a cápsula de Bowman, cujo espaço capsular tem continuidade com o sistema tubular já referido. A sua função consiste na filtração sanguínea, onde são filtradas do sangue grandes quantidades de água, solutos, ureia e creatinina. O fluido obtido é designado por filtrado glomerular (primeiro passo na produção da urina) (Clarkson & Fletcher, 2011; Beal, 2016). Importa referir que a filtração sanguínea é alcançada através das células endoteliais do glomérulo (primeira barreira de filtração), a membrana basal glomerular e os podócitos (que constituem o folheto visceral da cápsula de Bowman) (Clarkson & Fletcher, 2011). O processo de filtração sanguínea é possível pois a pressão hidrostática dos capilares glomerulares (60 mmHg) excede a soma da pressão osmótica coloidal das proteínas plasmáticas (32 mmHg) com a pressão hidrostática do espaço de Bowman (18 mmHg), levando à produção de mais de 100 litros de filtrado glomerular por dia num cão de tamanho médio (Brown, 2011; Reece, 2015a).

É depois no sistema tubular que o filtrado glomerular se converte finalmente em urina (através de processos de reabsorção e secreção) e, desembocará posteriormente nos túbulos

coletores (existem autores que os incluem como parte constituinte do nefrônio), que confluirão para tubos de maior calibre, os ductos coletores, que no seu conjunto darão origem aos ductos papilares, que se abrem na superfície da crista renal, conduzindo posteriormente a urina para a pélvis renal (Clarkson & Fletcher, 2011). Importa referir que no processo de reabsorção tubular ocorre reabsorção da maioria da água e dos solutos filtrados, tais como,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , assim como da totalidade da glucose e aminoácidos, sendo que no final do processo menos de 1% do filtrado glomerular é convertido em urina. A ureia e a creatinina são substâncias que precisam de ser eliminadas por via renal, daí serem muito pouco reabsorvidas o que resulta numa excreção importante (Brown, 2011). Os ductos coletores desempenham também um papel importante no volume urinário uma vez que são o primeiro local de ação da hormona antidiurética (ADH), tomando também lugar neste local o controlo do equilíbrio ácido-base e a regulação dos níveis de potássio (Beal, 2016). Além das estruturas referidas, todo o sistema tubular dos nefrônios está rodeado por uma rede complexa de capilares sanguíneos designados vasa recta. Estes são responsáveis pela sua nutrição, pela reabsorção de substâncias filtradas pelos túbulos (como a água, o que ajuda na manutenção da hipertonicidade da medula renal) e pelo aporte de resíduos a excretar (Figura 2) (Clarkson & Fletcher, 2011).

Estima-se que os rins dos cães e dos gatos recebam aproximadamente 25% do débito cardíaco, o que lhes permite a execução da sua principal função, a produção de urina, que é um processo ativo dependente do fluxo sanguíneo. De ressaltar que este fluxo varia ao longo do rim, sendo mais elevado na região cortical comparativamente à região medular. Em situações normais, e nestes animais, o débito urinário varia entre os 20-45 ml/kg/dia (Tilson & Tobias, 2012).

Neste processo de produção de urina, os rins contribuem para a homeostase do organismo, controlando a composição do plasma sanguíneo. Adicionalmente, intervêm na regulação e manutenção do equilíbrio ácido-base e na homeostase eletrolítica, na excreção de metabolitos, fármacos e toxinas tal como na conservação balanceada de substâncias essenciais, além de intervirem igualmente na funcionalidade endócrina através da produção de eritropoietina, calcitriol e renina (Brown, 2011; Beal, 2016).



**Figura 2** – Anatomia funcional do nefrônio (as setas na imagem indicam a direção do fluido) (adaptado de Beal, 2016).

## Ureteres

Os ureteres, tal como os rins, localizam-se no espaço retroperitoneal e estendem-se caudomedialmente ao longo dos músculos sublombares e através do ligamento lateral da bexiga (Christie, 2003; Clarkson & Fletcher, 2011). Consistem em duas estruturas tubulares fibromusculares, cuja função é transportar a urina desde a pélvis renal até à bexiga, através de contrações peristálticas coordenadas, independentemente da posição corporal do animal (Mathews, 2012; Beal, 2016).

Após deixarem o hilo renal, os ureteres seguem dorsalmente aos vasos testiculares ou ováricos. Diferencialmente o ureter direito prossegue dorsal ou lateralmente à veia cava, enquanto que o ureter esquerdo se desloca lateralmente à artéria aorta. Caudalmente cruzam de forma ventral as artérias íliaca circunflexa profunda e íliaca externa, seguindo dorsalmente ao ducto deferente ou ao ligamento largo uterino, nos machos ou fêmeas respetivamente (Hardie & Kyles, 2004).

Em seguida, penetram na bexiga de forma oblíqua, na superfície dorsocaudolateral da mesma, numa zona próxima ao seu colo e por meio de dois orifícios em forma de fenda, que conjuntamente com o orifício de abertura da bexiga na uretra formam um triângulo invertido denominado de trígono vesical (Hardie & Kyles, 2004; Beal, 2016). Intramuralmente o

posicionamento oblíquo do ureter resulta num efeito valvular anatómico denominado de válvula vesicoureteral (Adams, 2017). Esta, juntamente com o peristaltismo ureteral e uma bexiga complacente, promovem um fluxo unidirecional de urina prevenindo o refluxo urinário ou o risco de infeções ascendentes (Figura 3), mesmo em situações de preenchimento vesical e colapso dos orifícios ureterais, onde a força das contrações peristálticas é capaz de contrariar a resistência existente, continuando a permitir a entrada de urina para o interior da bexiga (Beal, 2016; Adams, 2017).

Na região do trígono vesical os ureteres possuem uma conformação em forma de gancho. Esta curvatura está dependente do grau de distensão da bexiga, sendo que quanto maior a distensão presente, maior o grau de curvatura ureteral. O reconhecimento desta curvatura é importante na interpretação de estudos de urografia excretora e no acesso ureteral de forma retrógrada durante a realização de cistoscopia (Adams, 2017).

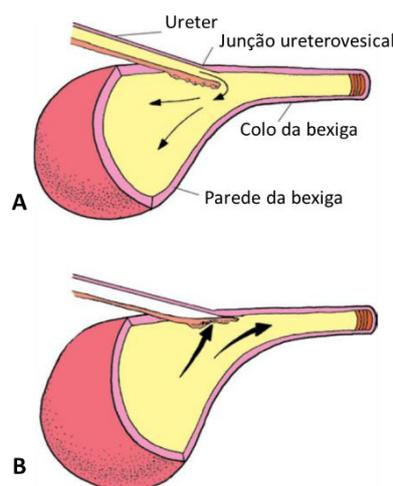
A parede ureteral é composta por 3 camadas distintas: uma camada adventícia externa, uma camada muscular lisa central e uma camada mucosa interna, esta última subdividida em epitélio de transição rodeado por tecido conjuntivo designado lâmina própria (Beal, 2016). É a constituição da parede ureteral que permite ao ureter distender cerca de 17 vezes o seu diâmetro, tanto durante a diurese como aquando de um episódio obstrutivo (Bjorling & Costa-Gómez, 2006).

O comprimento e diâmetro ureteral variam entre as diferentes espécies e raças de animais (Mathews, 2012). No cão e no gato estes valores encontram-se ainda mal documentados sabendo-se que o lúmen ureteral se encontra normalmente colapsado, abrindo-se apenas para a passagem da urina (Hardie & Kyles, 2004; Mathews, 2012). Um estudo de tomografia computadorizada helicoidal em cães, com pesos compreendidos entre os 21 a 30 kg, aponta para valores médios na ordem dos 2,03 a 2,47 mm de diâmetro antes e após a injeção de contraste (Rozear & Tidwell, 2003), valores anteriormente corroborados por um estudo que avaliou o movimento de esferas de aço no ureter proximal de cães, com pesos entre os 9 e os 23 kg (Kim *et al.*, 1970). Em gatos, o diâmetro ureteral interno é de aproximadamente 0,4 mm (Fernee, 2016), elevando-se este valor quando nos referimos a um humano adulto (4 a 5 mm) (Berent, 2010). Os diâmetros ureterais referidos atestam a dificuldade na realização de determinados procedimentos em pequenos animais, tal como o uso de ureteroscopia (Berent, 2010), além de que evidenciam o risco acrescido na ocorrência de episódios de obstrução por ureterólitos ou detritos celulares (Adams, 2017).

Cada ureter possui um suprimento sanguíneo cranial e caudal, derivado respectivamente da artéria renal e da artéria vaginal ou prostática. As artérias ureterais craniais e caudais anastomosam-se na camada adventícia externa, sendo também neste local que se localizam os vasos linfáticos que drenam o ureter (Christie, 2003; Hardie & Kyles, 2004).

Apesar de ser um órgão muito enervado por nervos simpáticos, parassimpáticos e sensoriais, as contrações ureterais normais são de origem miogénica (Christie, 2003; Hardie & Kyles, 2004). Contudo, durante episódios de obstrução ureteral ocorrem contrações espasmódicas mediadas por estímulos simpáticos e a atividade peristáltica normal é inibida (Adams, 2017).

Estudos em cães demonstraram a presença de recetores  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ -adrenérgicos e muscarínicos colinérgicos nos ureteres destes animais, verificando-se uma lacuna de estudos semelhantes em gatos (Tomiyama *et al.*, 2003; Wanajo *et al.*, 2005; Adams, 2017). Particularmente e de acordo com a literatura, o uso de agonistas  $\alpha$ -adrenérgicos é capaz de promover a contração ureteral. Pelo contrário, o uso de agonistas  $\beta$ -adrenérgicos leva ao seu relaxamento (Morita *et al.*, 1994; Tomiyama *et al.*, 2003; Wanajo *et al.*, 2005; Adams, 2017). Agonistas muscarínicos colinérgicos não seletivos podem igualmente contrair ou relaxar os ureteres, enquanto que o uso de antagonistas  $\alpha_1$ -adrenérgicos em humanos inibem o tónus ureteral, a frequência peristáltica e as contrações ureterais (Dellabella *et al.*, 2003; Tomiyama *et al.*, 2003; Adams, 2017). Deste modo, a compreensão dos efeitos referidos tem elevada importância, contribuindo para uma melhor seleção farmacológica no manejo médico de doenças a nível ureteral (Adams, 2017).



**Figura 3** – Ilustração que representa a junção entre o ureter e a bexiga. **A** – A urina é transportada para a bexiga a partir da pélvis renal e através de contrações peristálticas coordenadas. A sua entrada na bexiga é na junção ureterovesical; **B** – Durante a micção (esvaziamento urinário), a urina é direcionada para a uretra pelo colo da bexiga. A urina não reflui para o ureter porque a válvula vesicoureteral é fechada pela pressão hidrostática exercida pela urina associada à contração do músculo detrusor da parede da bexiga (adaptado de Reece, 2015b).

## Uropatia Obstrutiva

### **Etiologia das obstruções ureterais**

As obstruções ureterais comprometem o fluxo urinário podendo resultar em efeitos locais e sistêmicos, tais como, alterações na estrutura do rim e ureter, perda da função renal e uremia aguda grave. Apesar do enorme desafio que envolve o seu diagnóstico e tratamento, especialmente em medicina veterinária, a sua rápida resolução permite preservar a estrutura e funcionalidade renal resultando em menores prejuízos para o animal (Hardie & Kyles, 2004; Shipov & Segev, 2013).

As obstruções mecânicas do ureter podem ser classificadas de acordo com a sua localização em intraluminais (as mais comuns em cães e gatos), intramurais ou extramurais. Além desta classificação podem ser diferenciadas em agudas ou crônicas (relativamente à sua duração), estáveis ou dinâmicas (quanto à sua mobilidade), uni ou bilaterais e completas ou parciais (Hardie & Kyles, 2004; Shipov & Segev, 2013). A sua correta identificação e classificação é crucial, pois juntamente com a condição médica do paciente revela-se determinante na escolha da terapêutica mais adequada (Shipov & Segev, 2013).

Apesar de existirem na literatura veterinária relatos de obstruções ureterais congênitas (tais como ureteres ectópicos, estenoses ureterais, ureterocele ou aplasia/agenesia ureteral), estas são relativamente raras, ocorrendo maioritariamente obstruções ureterais adquiridas (Lamb, 1998; Pullium *et al.*, 2000; Segev, 2011; Zaid *et al.*, 2011; Kyles *et al.*, 2005a; Lam *et al.*, 2012).

Relativamente às obstruções ureterais intraluminais, múltiplos estudos têm documentado que a ureterolitíase é a etiologia mais comum em gatos (rondando os 70-80%) (Lekcharoensuk *et al.*, 2005; Kyles *et al.*, 2005a, 2005b; Roberts *et al.*, 2011; Berent *et al.*, 2014; Wormser *et al.*, 2016; Berent, 2017; Clarke, 2018a). Apesar de o ser igualmente em cães, a sua ocorrência é relativamente rara nesta espécie (Franti *et al.*, 1999; Hardie & Kyles, 2004). Além da ureterolitíase, a presença de coágulos sanguíneos secos e solidificados (aproximadamente 8%) e detritos inflamatórios (como conteúdo purulento resultante de pielonefrite/pionefroze) pode conduzir a obstruções ureterais intraluminais, particularmente em gatos (Hardie & Kyles, 2004; Kyles *et al.*, 2005a; Segev, 2011; Berent, 2019a).

Adicionalmente, as obstruções intramurais podem ser causadas por estenoses ureterais, fibrose, neoplasias primárias ou metastáticas (menos de 5% em gatos), ureterocele, pólipos fibroepiteliais ou ureterite proliferativa (Hardie & Kyles, 2004; Segev, 2011; Zaid *et al.*, 2011; Shipov & Segev, 2013; Steinhaus *et al.*, 2015; Berent, 2019a). Dentro destas, as estenoses

ureterais são as mais comuns, representando cerca de 25-30% das obstruções ureterais felinas (Zaid *et al.*, 2011; Shipov & Segev, 2013; Steinhaus *et al.*, 2015; Berent, 2019a). Podem resultar de cirurgias ureterais prévias, cálculos na mucosa ureteral ou etiologia idiopática (possivelmente devido à presença de ureteres circuncavais segundo o estudo de Steinhaus *et al.* em 2015, em que 40% dos gatos com esta malformação apresentavam estenose ureteral presuntiva) (Shipov & Segev, 2013; Steinhaus *et al.*, 2015). Por outro lado, as neoplasias ureterais primárias são relativamente raras nos pequenos animais (cão e gato), fazendo parte deste grupo os pólipos fibroepiteliais, o fibropapiloma, leiomioma, leiomiossarcoma, sarcoma e o carcinoma de células de transição. Das enunciadas são os pólipos fibroepiteliais que mais se observam em cães, destacando-se o carcinoma das células de transição a nível do trígono vesical como a neoplasia que maioritariamente conduz a obstruções ureterais nesta espécie (Hardie & Kyles, 2004; Adams, 2017).

Finalmente, as obstruções ureterais extramurais podem ser causadas por lesões que ocupam o espaço retroperitoneal (nomeadamente massas pélvicas em cães), ligaduras ureterais iatrogénicas, ureteres circuncavais, patologias vesicais ou neoplasias prostáticas (Lamb, 1998; Hardie & Kyles, 2004; Segev, 2011; Adams, 2017). Qualquer massa passível de comprimir ou envolver o ureter pode promover a sua obstrução, tal como a realização de ligaduras ureterais inadvertidas durante um procedimento cirúrgico como a ovariectomia (Nwadike *et al.*, 2000; Hardie & Kyles, 2004; Johnson *et al.*, 2015). De igual forma, casos descritos relatam que ligaduras mal colocadas, aquando da realização desta cirurgia, podem resultar em obstrução como consequência do aprisionamento ureteral na ligadura ou no tecido cicatricial associado a esta (Gopegui *et al.*, 1999; Hardie & Kyles, 2004). Na maioria das vezes essas ligaduras resultam em obstrução ureteral completa e raramente em obstrução ureteral parcial, havendo neste último caso um desenvolvimento crónico da patologia associada (Hardie & Kyles, 2004).

## Ureterolitíase

### 1. Fisiopatologia

A patogenia da uropatia obstrutiva não se encontra totalmente esclarecida embora até à data tenham sido realizados bastantes estudos clínicos tal como inúmeras experiências com modelos animais (Wen *et al.*, 1999). A resposta fisiológica face à obstrução ureteral é extremamente complexa e depende de vários fatores, tais como a espécie e idade do animal, grau e duração da obstrução assim como a sua presença uni ou bilateralmente (Wen *et al.*, 1999;

Hardie & Kyles, 2004). Por outro lado, independentemente da etiologia, a fisiopatologia da uropatia obstrutiva é semelhante em termos de lesões renais subsequentes (Clarke, 2018a).

A obstrução ureteral é inicialmente unilateral (na maioria dos casos), contudo, os animais costumam apresentar-se à consulta com obstruções ureterais bilaterais ou unilaterais com disfunção renal contralateral, em resultado de uma obstrução ureteral prévia (Kyles *et al.*, 2005a; Shipov & Segev, 2013).

Na ureterolitíase a inflamação local secundária, a tumefação e o espasmo muscular contribuem para o agravamento da obstrução mecânica. Felizmente, danos ureterais como rutura e/ou perdas urinárias costumam ser episódios menos comuns, ocorrendo maioritariamente aumento da pressão hidráulica intraureteral e diminuição do fluxo sanguíneo renal (Segev, 2011; Shipov & Segev, 2013).

Existem três fases nas quais se podem descrever as alterações relativas ao fluxo sanguíneo renal e à pressão ureteral aquando de um episódio de obstrução ureteral unilateral (Meldrum, 2016; Clarke, 2018a).

Numa primeira fase, a pressão no interior dos túbulos renais aumenta resultando numa diminuição da taxa de filtração glomerular. A vasculatura renal compensa esta diminuição com o aumento do fluxo sanguíneo renal mediado pela libertação de mediadores vasoativos (vasodilatadores), como prostaglandina E e óxido nítrico. Este período dura em média 1 a 2 horas após o início da obstrução ureteral (Lanzzone *et al.*, 1995; Meldrum, 2016; Clarke, 2018a).

Em seguida, o fluxo sanguíneo renal diminui perante a elevação contínua da pressão ureteral, prolongando-se esta resposta por 3 a 4 horas (Meldrum, 2016; Clarke, 2018a).

A terceira e última fase, alcançada nas primeiras 24 horas após o episódio obstrutivo, é caracterizada pela perda gradual da função renal. Surge em consequência da diminuição tanto do fluxo sanguíneo ao rim como da pressão ureteral, em resposta ao aumento da resistência arteriolar aferente que conduz à diminuição da pressão capilar glomerular efetiva e resulta no decréscimo da pressão tubular renal (Meldrum, 2016; Clarke, 2018a). Ainda nesta fase, grandes porções do leito vascular cortical encontram-se pouco ou nada perfundidos, devido à transição do fluxo sanguíneo renal do córtex (onde se encontram os glomérulos) para a região justamedular. Esta resposta fisiológica contribui adicionalmente para a redução da taxa de filtração glomerular (Meldrum, 2016).

Estudos em modelo experimental de cão, citados por Berent (2019a), demonstram que após uma obstrução ureteral completa, o fluxo sanguíneo renal diminui em 60% nas primeiras 24

horas e 80% em 2 semanas. Após 7 dias do episódio obstrutivo, a taxa de filtração glomerular é permanentemente diminuída em 35%, e após 2 semanas em 54%.

Se o rim contralateral desempenhar normalmente as suas funções não é expectável que o animal se torne azotémico, relacionando-se os sinais clínicos de dor com o estiramento da cápsula renal (Shipov & Segev, 2013).

Em obstruções ureterais completas e estáticas, o rim ipsilateral acaba por desenvolver atrofia quística ou mais frequentemente fibrose, contudo, quando são dinâmicas ou parciais, a lesão renal será determinada pelo tempo e gravidade da obstrução. Em episódios recorrentes, as obstruções ureterais conduzem a lesões renais progressivas que diminuem a função renal (Kyles *et al.*, 2005a; Shipov & Segev, 2013). Quando a perda da função renal é parcial ou total, o rim contralateral sofre hipertrofia compensatória aumentando o seu tamanho, ficando o rim ipsilateral diminuído face às alterações crónicas ocorridas. O resultado final é designado “síndrome do rim grande rim pequeno” (Segev, 2011; Shipov & Segev, 2013). Este cenário é muito comum em gatos com predisposição para a formação de cálculos (Kyles *et al.*, 2005a, 2005b; Shipov & Segev, 2013). Nestes casos, a gravidade da azotemia está intimamente relacionada com a natureza da obstrução e a função residual do rim obstruído, assim como do contralateral. Se a nova obstrução for completa, e a função residual do rim obstruído tal como a capacidade de compensação do rim contralateral forem reduzidas, ocorre azotemia grave acompanhada por hipercalemia, resultando em risco de vida para o animal (Shipov & Segev, 2013).

Relativamente às obstruções ureterais bilaterais, estas são caracterizadas por um aumento inicial ligeiro do fluxo sanguíneo renal, durante aproximadamente 90 minutos, seguido da sua diminuição bilateralmente. Ao contrário das obstruções unilaterais, onde a pressão ureteral é inicialmente elevada decrescendo rapidamente para pressões de pré-oclusão em 24 horas, nas obstruções bilaterais a pressão ureteral permanece elevada durante pelo menos 1 dia. Esta elevação prolongada da pressão intratubular contribui para a diminuição da taxa de filtração glomerular. Contudo, curiosamente, a diminuição da taxa de filtração e do fluxo sanguíneo renal é mais pronunciada em episódios de obstrução ureteral unilateral comparativamente às obstruções bilaterais (Meldrum, 2016; Clarke, 2018a). O mecanismo destas diferenças hemodinâmicas parece estar relacionado com o local de vasoconstrição no glomérulo, assim como a alterações do fluxo sanguíneo intrarrenal (que explicam particularmente as diferenças relativas à taxa de filtração glomerular), em que, aquando de uma obstrução bilateral, ocorre

transição do fluxo sanguíneo da região justamedular para a região cortical (contrariamente ao descrito anteriormente) (Meldrum, 2016).

De salientar que as obstruções bilaterais completas podem tornar-se fatais em apenas 48-72 horas (Adams, 2017) revelando-se crucial a rapidez de atuação nestes casos.

No que diz respeito às obstruções ureterais parciais, o grau de elevação da pressão ureteral assim como a redução da taxa de filtração glomerular são inconstantes e menos previsíveis de estimar. Stecker Jr & Gillenwater (1971) citados por Meldrum (2016) referem que em obstruções ureterais parciais e crônicas ocorre um decréscimo do fluxo sanguíneo renal para cerca de 25% do seu normal. Adicionalmente Thornhill e colaboradores (2005) descrevem que após uma redução de 70-75% do diâmetro ureteral, a taxa de filtração glomerular reduz 80% e surge proteinúria (28 dias após início do episódio obstrutivo). Outro estudo em modelo experimental de cão relata que após descompressão do ureter a taxa de filtração glomerular retorna ao normal, após 4 semanas de obstrução parcial prévia (Wen *et al.*, 1999). Apesar de tudo, e sabendo que muitos pacientes estão com obstrução ureteral parcial e comprometimento renal simultâneo, por exemplo doença renal crônica (DRC), existe a necessidade de se recorrer a uma resolução rápida e manejo agressivo de forma a melhorar a condição do animal (Berent, 2011b).

## 2. Classificação dos ureterólitos

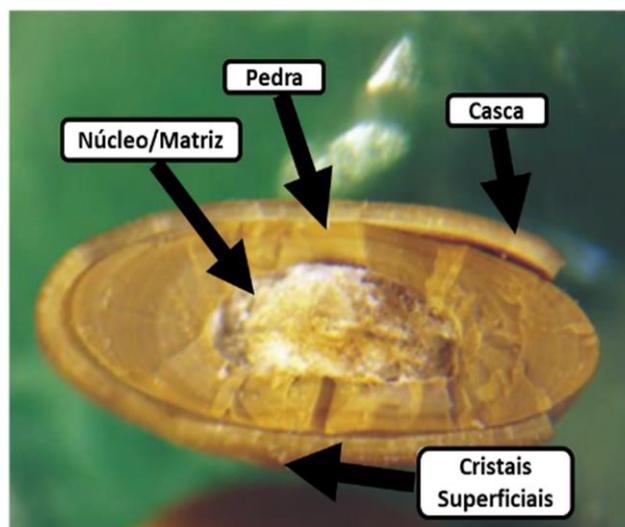
A palavra urólito tem origem grega e significa de forma simplificada “pedra na urina” (*uro* = urina e *lithos* = pedra) (Lulich *et al.*, 2011).

Os urólitos podem ser classificados consoante a sua localização ao longo do trato urinário, designando-se por ureterólitos os que se localizam no interior dos ureteres (Gomes *et al.*, 2018). Nos animais de companhia, 90% dos urólitos analisados localizam-se no trato urinário inferior, particularmente na bexiga, acreditando-se que no caso dos ureterólitos e uretrólitos (urólitos presentes na uretra) a sua formação ocorra a nível renal ou vesical respetivamente, alcançando os ureteres e uretra por via do fluxo urinário (Grauer, 2015; Gomes *et al.*, 2018).

Os urólitos formam-se quando alguns resíduos urinários precipitam (especialmente minerais) e originam cristais. Se esses minerais cristalizados permanecerem retidos no sistema urinário podem crescer, agregar-se e formar cálculos (Lulich *et al.*, 2011). Com base no referido, os urólitos não são mais do que concreções, compostas principalmente por cristaloides inorgânicos altamente organizados (95%) e pequenas quantidades de matriz orgânica (5%),

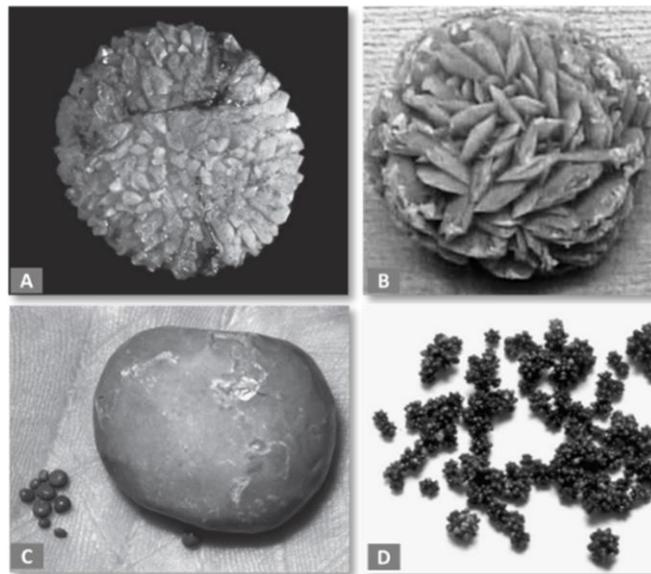
classificando-se também com base na composição mineral presente (Grauer, 2015; Gomes *et al.*, 2018).

O conhecimento da composição de todas as camadas que constituem o urólito é extremamente importante (Figura 4), uma vez que para além de ajudar na sua classificação auxilia no seu manuseio e tratamento subsequente. A constituição do seu núcleo/matriz tem particular interesse uma vez que a formação do cálculo se inicia a partir daí. Urólitos que contêm pelo menos 70% de um único mineral na sua constituição são classificados de acordo com esse tipo mineral. Por outro lado, urólitos com menos de 70% de um determinado componente mineral são classificados como “mistos”. Por fim, urólitos com o núcleo/matriz de um tipo mineral particular e uma ou mais camadas concêntricas de diferentes composições minerais são classificados como “compostos” (Lulich *et al.*, 2011).



**Figura 4** – Urólito laminado com diferenciação das camadas que o constituem. Do interior para o exterior: núcleo/matriz, pedra, casca e cristais superficiais (adaptado de Lulich *et al.*, 2011).

Os urólitos mais prevalentes e maioritariamente referidos na literatura são os de oxalato de cálcio (mono-hidratado ou di-hidratado) e estruvite (fosfato de amónio magnésiano), além dos de urato (urato de amónia, urato de sódio e ácido úrico), fosfato de cálcio, sílica, xantina, cistina, carbonato de cálcio e matriz (sobretudo de sangue seco solidificado) (Kyles *et al.*, 2005a; Westropp *et al.*, 2006; Cannon *et al.*, 2007; Osborne *et al.*, 2009a; Gomes *et al.*, 2018). O aspeto macroscópico de alguns dos urólitos referidos está representado na Figura 5.



**Figura 5** – Urólitos removidos cirurgicamente a partir da bexiga. **A** – Cálculo de estruvite (gato); **B** – Cálculo de oxalato de cálcio (cão); **C** – Vários cálculos de urato de diferentes tamanhos (cão); **D** – Múltiplos cálculos de sílica (cão) (adaptado de Chew *et al.*, 2011).

### 3. Epidemiologia e fatores predisponentes

A urolitíase tem sido reportada desde a antiguidade tendo sido detetada a presença de cálculos em múmias egípcias datadas de 8000 antes de Cristo (Gomes *et al.*, 2018). Atualmente, a sua ocorrência a nível do trato urinário superior (nefrolitíase e ureterolitíase) é mais comum comparativamente há 20 anos. Embora os nefrólitos de cães e gatos constituam menos de 1-4% da totalidade dos urólitos submetidos para análise, acredita-se que a sua verdadeira incidência esteja provavelmente subestimada, devido talvez à dificuldade associada à sua remoção assim como ao facto de não se recorrer consistentemente à imagiologia para a sua pesquisa (Adams, 2013).

Apesar das variações observadas ao longo das últimas décadas, relativamente à sua composição, os cálculos de oxalato de cálcio e estruvite são os maioritariamente observados tanto em cães como em gatos (Cannon *et al.*, 2007; Houston & Moore, 2009; Osborne *et al.*, 2009a).

Berent (2019a) refere que mais de 90% dos urólitos localizados no trato urinário superior felino têm oxalato de cálcio na sua composição. Adicionalmente, Cannon *et al.* (2007) descrevem a ocorrência de apenas 7 cálculos de estruvite a nível do trato urinário superior, num universo de 5.230 urólitos analisados. Particularmente, Kyles e colaboradores (2005a) referem que 98% dos ureterólitos passíveis de causar obstrução intraluminal em gatos são quase

exclusivamente compostos por oxalato de cálcio. Isto revela-se problemático face à impossibilidade de dissolução destes cálculos através de manejo médico e nutricional, esperando que passem espontaneamente, sejam removidos ou contornados cirurgicamente, de forma a possibilitar a passagem da urina prevenindo assim lesões renais (Berent *et al.*, 2014)

Em cães, um estudo que envolveu a análise de urólitos no período decorrente entre julho de 1981 e dezembro de 2001, revelou uma diminuição da proporção dos cálculos de estruvite comparativamente a um aumento dos cálculos de oxalato de cálcio (Ling *et al.*, 2003). Tendência essa corroborada anos mais tarde por Low e colaboradores (2010) ao constatarem que a maioria dos urólitos removidos do trato urinário superior de cães são de oxalato de cálcio.

Além dos estudos referidos, o centro de urólitos da Universidade do Minnesota publicou um grande estudo que envolveu a análise de 445.581 urólitos de cães e gatos provenientes de múltiplos países (incluindo Portugal), no período compreendido entre 1981 e 2007 (Osborne *et al.*, 2009a). Durante o período abarcado pelo estudo foram detetadas diferenças substanciais na composição destes urólitos. No início do estudo (1981) os urólitos de estruvite eram os mais prevalentes, representando cerca de 78% dos urólitos analisados (versus 5% e 2% dos urólitos de oxalato de cálcio em cães e gatos, respetivamente). No final da segunda década do estudo, os urólitos de oxalato de cálcio tornaram-se mais prevalentes principalmente em gatos, sendo que em 2003 representavam 55% dos urólitos analisados versus 33% dos urólitos de estruvite. Esta alteração epidemiológica súbita foi atribuída a possíveis alterações nas dietas que visavam especificamente os cristais de estruvite (Osborne *et al.*, 2009a). Outros autores constataram também alterações substanciais na composição dos urólitos durante este período temporal (Lekcharoensuk *et al.*, 2005; Cannon *et al.*, 2007).

No que se refere aos nefrólitos e ureterólitos em particular, o centro de urólitos da Universidade do Minnesota reitera uma maior prevalência dos cálculos de oxalato de cálcio (70,4% em gatos e 43% em cães) em detrimento dos de estruvite (8% em gatos e 26% em cães), no período compreendido entre 1981 e 2007 (Osborne *et al.*, 2009a).

Contudo, mais recentemente, tem-se assistido a uma estabilização no que se refere à composição dos urólitos, verificando-se diferenças pouco significativas entre os cálculos de oxalato de cálcio e estruvite. Em 2004 a taxa de urólitos de oxalato de cálcio submetidos para análise decresceu pela primeira vez em 12 anos, representando 44,3% comparativamente aos 44,9% de estruvite. Esta reversão na prevalência continuou a verificar-se e no ano de 2008, 49% dos urólitos de gato analisados eram de estruvite comparativamente aos 39% de oxalato de cálcio (Lulich, 2010; Osborne *et al.*, 2009a). Esta alteração de paradigma também foi

confirmada por Cannon *et al.* (2007) e pode ser explicada pela reformulação das dietas no sentido de diminuir os fatores de risco que implicam a formação de cristais de oxalato de cálcio (Lekcharoensuk *et al.*, 2001; Cannon *et al.*, 2007; Osborne *et al.*, 2009a).

Os urólitos de urato, constituídos por ácido úrico, urato de amônio ou sais de urato, são o terceiro tipo mineral mais frequentemente encontrado, ao contrário dos cálculos de xantina, cistina, fosfato de cálcio, sílica e matriz (sangue seco solidificado) que são menos frequentes (Cannon *et al.*, 2007; Houston & Moore, 2009; Osborne *et al.*, 2009a; Gomes *et al.*, 2018). Contudo, em relação aos gatos, Osborne *et al.* (2009a) referem que os nefroureterólitos de matriz são os mais prevalentes (8%) após os de oxalato de cálcio e estruvite, representando os cálculos de purina apenas 2% deste universo (comparativamente aos 13% ocorridos na espécie canina).

As razões subjacentes a todas as alterações detetadas relativamente à composição dos urólitos em cães e gatos continuam a representar um assunto de interesse. Embora muitas hipóteses tenham sido propostas para a explicação deste fenómeno, uma relação de “causa-efeito” ainda não foi estabelecida (Osborne *et al.*, 2009a). Aparentemente a ocorrência natural de episódios de urolitíase é afetada por múltiplos fatores, muitos deles já conhecidos e alguns ainda por conhecer. Desta forma, ressalva-se que a identificação do mineral presente não é por si só o diagnóstico final, sendo necessário investigar as causas que envolvem a ocorrência da litogénese no paciente considerando também o mineral em questão (Gomes *et al.*, 2018).

Em geral, os fatores de risco associados à urolitíase podem ser divididos em três grandes grupos: fatores etiológicos (agentes infecciosos, tóxicos e teratogénicos), fatores demográficos (espécie, raça, idade, género, predisposição genética) e fatores ambientais (condições de vida, disponibilidade de água, tipo de dieta) (Osborne & Lulich, 1999). Considerando a estreita relação entre animais e humanos, é importante considerar que muitos dos fatores que aumentam a incidência da litíase urinária em pessoas, interferem com a doença em cães e gatos (Osborne *et al.*, 2009a).

Os resultados de alguns estudos citados por Gomes *et al.* (2018) indicam que climas quentes (onde a perda de líquidos não é compensada pela ingestão de água e o débito urinário é baixo) parecem estar associados a um aumento de episódios de urolitíase, constatando-se uma correlação positiva entre a doença e determinadas estações do ano, tal como o verão e o outono (López & Hoppe, 2010).

A obesidade também é considerada um fator de risco, uma vez que parece estar associada a uma maior excreção de minerais na urina (Osborne *et al.*, 1996; Palm & Westropp, 2011;

Gomes *et al.*, 2018). Parece também existir uma certa ligação ao sedentarismo, uma vez que animais mantidos *indoor* desenvolvem uma maior predisposição para a urolitíase em resultado de uma menor atividade física, reduzido consumo de água e baixo débito urinário (Gomes *et al.*, 2018).

Adicionalmente, a castração também é incluída como fator predisponente, representando um risco 8,3 vezes superior comparativamente a animais não castrados no que se refere à presença de urólitos (Picavet *et al.*, 2007). Hesse e colaboradores (2012) indicam valores de ocorrência na ordem dos 81,8% em animais castrados, podendo o facto ser explicado à luz da relação entre a castração a obesidade e o sedentarismo.

O uso de determinados fármacos, tais como sulfonamidas, fluoroquinolonas (ciprofloxacina), tetraciclina e antiácidos interfere no processo de nucleação, induzindo a litogénese principalmente em cães e humanos. Num estudo desenvolvido com urólitos de gato, a presença de sulfodiazina ou dos seus metabolitos foi detetada em amostras de 8 animais, tendo 6 deles recebido tratamento com o fármaco previamente. Ainda neste estudo, a presença do fármaco enunciado foi detetada em 80 cães, tendo 49 deles recebido tratamento empírico com sulfodiazina e trimetoprim (Osborne *et al.*, 2009b).

Além do indicado, a presença de urólitos parece estar relacionada com determinados defeitos anatómicos nomeadamente ureteres circuncavais. Trata-se de uma anomalia venosa mais comum no ureter direito em que este se encontra deslocado em torno da veia cava, sendo possível que haja uma predisposição para a formação de cálculos na zona proximal à qual o ureter curva e contorna a veia cava caudal. No entanto, são necessários estudos adicionais de forma a determinar como a presença de ureteres circuncavais predispõem ao desenvolvimento de ureterolitíase obstrutiva, tal como de pielonefrite, doença renal crónica e estase urinária (Bélanger *et al.*, 2014).

Outro fator predisponente a ter em consideração é a pré-existência de doença no trato urinário, pois apesar da relação entre a doença renal crónica e a formação de nefroureterólitos não ser clara, gatos com esta patologia parecem ser mais suscetíveis a lesão renal obstrutiva e falha renal aguda (Wormser *et al.*, 2016; O’Kell *et al.*, 2017). Outros estudos apontam também para a doença renal como a impulsionadora da nefroureterolitíase. Kyles e colaboradores (2005a) sugerem que a azotemia diagnosticada em animais com obstrução ureteral unilateral é indicativa do comprometimento renal contralateral prévio, suportando uma possível relação entre a doença renal preexistente e a litogénese.

Face à lacuna de informação e à necessidade de mais investigação relativamente aos fatores de risco associados às obstruções ureterais em particular, em anexo (ANEXOS I e II) encontram-se referidos alguns dos fatores predisponentes à formação de urólitos de estruvite e oxalato de cálcio nos animais de companhia.

A continuidade da investigação na área da ureterolitíase em medicina veterinária resulta em avanços tecnológicos importantes, que poderão ser também usados em medicina humana, uma vez que a comparação entre espécies resulta numa maior compreensão das propriedades biomecânicas dos urólitos (Syme, 2012).

#### **4. Localização, distribuição e quantificação dos ureterólitos**

Nos seres humanos são reportadas três localizações ao longo do ureter que exibem estreitamentos anatómicos fisiológicos passíveis de predispor à deposição de cálculos, situadas nomeadamente: na zona de junção ureteropélvica, a nível da junção ureterovesical e finalmente no local de cruzamento do ureter com os vasos ilíacos. No entanto, parece existir uma predisposição maior para a deposição de ureterólitos a nível da junção ureteropélvica (no ureter proximal) tal como na zona de junção ureterovesical (ureter intramural) (Ordon *et al.*, 2013).

Em medicina veterinária existe uma lacuna de informação relativamente a este tópico, no entanto também parece provável que existam locais mais predispostos (Hardie & Kyles, 2004). No estudo de Kyles *et al.* (2005b), onde gatos foram submetidos a cirurgias ureterais por ureterolitíase, 50 das ureterotomias foram realizadas no terço proximal do ureter, 15 a nível do terço médio enquanto que somente 9 foram realizadas no terço distal. Mais recentemente um estudo envolvendo 78 gatos corrobora esta informação, indicando que é a nível do ureter proximal e médio que mais frequentemente se depositam os ureterólitos (comparativamente à zona de junção ureterovesical), sendo esta informação válida na presença de 1 ou múltiplos cálculos ureterais (Nesser *et al.*, 2018). Adicionalmente, foi evidenciada uma correlação entre o tamanho e a localização dos ureterólitos, tendo-se constatado que cálculos maiores estão associados a uma localização ureteral mais proximal, o que se pode dever ao reduzido diâmetro ureteral interno nos gatos. Além disso, a zona de junção ureterovesical é uma região bastante estreita comparativamente à zona média do ureter, o que explica o reduzido número de ureterólitos detetados nessa zona (Nesser *et al.*, 2018). Em relação ao género, parece existir uma predisposição para a deposição de ureterólitos a nível proximal do ureter nos machos, enquanto que nas fêmeas esta deposição é maioritariamente a nível médio. No entanto, os cálculos detetados a nível da junção ureterovesical são predominantemente detetados em

animais do gênero masculino (Nesser *et al.*, 2018). Outra informação importante refere-se à posição dos cálculos no interior do ureter, uma vez que esta pode alterar agudamente quer por movimentos normógrados (em direção à bexiga) ou retrógrados espontâneos, devendo ter-se em consideração que a identificação da sua posição num determinado momento pode não corresponder à detetada posteriormente (Nesser *et al.*, 2018).

Relativamente à quantidade média de cálculos localizados a nível ureteral e renal, tem-se assistido ao seu aumento nos últimos 8 anos (Berent, 2019a). Segundo um estudo de Berent *et al.* (2014) que envolveu a análise de 79 ureteres de gato, o número médio de ureterólitos/ureter ronda os 4. No mesmo estudo constatou-se que mais de 60% dos animais não eram bons candidatos à abordagem cirúrgica tradicional devido quer ao número de cálculos presentes, quer à sua localização, como também à presença de estenoses proximais, etc. Adicionalmente, 86% dos gatos apresentavam evidências de nefrolitíase ipsilateral, aumentando assim o risco de reobstrução ureteral (Berent *et al.*, 2014; Berent, 2019a).

## 5. Manifestações clínicas

A presença de ureterolitíase compromete o fluxo de urina pelo ureter resultando em sinais clínicos mais ou menos característicos e que variam de animal para animal. A diversidade de manifestações clínicas é um dos fatores que contribuem para o grande desafio enfrentado pelos médicos veterinários, resultando na necessidade de avaliar e monitorizar cada animal individualmente (Kyles *et al.*, 2005a). A duração do episódio obstrutivo, o grau de obstrução ureteral (parcial ou total) tal como a sua localização (uni ou bilateral) são fatores adicionais que interferem nos sinais clínicos exibidos pelos animais (Kyles *et al.*, 2005a).

Em cães, os sinais clínicos de obstrução ureteral incluem alterações na micção (como incontinência urinária, estrangúria, disúria, polaquiúria, poliúria e hematória), infeção do trato urinário (em 60-80% dos animais), dor abdominal, vômitos, anorexia, depressão ou letargia, emaciação, hipertermia ou hipotermia, corrimento vaginal nas fêmeas e prostatomegalia no caso dos machos (Berent, 2014a; Hardie & Kyles, 2004). A dor à palpação renal é mais comum em casos de obstrução ureteral aguda ou em cães com pielonefrite severa (Berent, 2014a). Alguns dos animais podem apresentar exame físico e micção normais (igualmente nos gatos) sendo apenas reportado pelos tutores sinais como perda de peso, prostração e outros sinais muito vagos (Berent, 2014a).

Nos gatos, as manifestações clínicas de obstrução ureteral são muitas vezes inespecíficas podendo inclusive passar despercebidas a muitos tutores (principalmente em episódios de

obstrução ureteral unilateral) (Kyles *et al.*, 2005a). Os sinais clínicos quando presentes são semelhantes aos referidos na espécie canina podendo apresentar igualmente letargia e inapetência (27-60%) (Kyles *et al.*, 2005a; Zaid *et al.*, 2011; Wormser *et al.*, 2016), diminuição do apetite ou anorexia (38-87%), dor abdominal (8-30%) (Kyles *et al.*, 2005a; Zaid *et al.*, 2011; Clarke, 2018a), diarreia (30%) (Zaid *et al.*, 2011), perda de peso (15-58%), vômitos (15-60%), alterações urinárias como hematúria, estrangúria, polaquiúria, incontinência e micção inadequada (6-30%) (Kyles *et al.*, 2005a; Zaid *et al.*, 2011; Wormser *et al.*, 2016; Clarke, 2018a), poliúria e polidipsia (18-25%) (Kyles *et al.*, 2005a; Zaid *et al.*, 2011; Clarke, 2018a) e infecção do trato urinário (20-33%) (Zaid *et al.*, 2011; Berent, 2014a). Ao exame físico os dados recolhidos são também pouco específicos podendo abranger uma série de diagnósticos e incluem: desidratação ou sobre-hidratação, hipersalivação, mucosas pálidas, náuseas, ulceração oral, tamanho da bexiga variável, perda de massa muscular e arritmias cardíacas (Luca *et al.*, 2017; Clarke, 2018a). De forma mais sugestiva pode estar presente dor à palpação renal tal como alterações na sua consistência, renomegalia e assimetria renal (“síndrome do rim grande rim pequeno”) (Shipov & Segev, 2013; Clarke, 2018a). Geralmente os gatos apresentam mais do que um dos sinais clínicos enunciados (Wormser *et al.*, 2016; Clarke, 2018a).

Oligúria e anúria são sinais clínicos que também podem ser detetados, contudo a sua ausência não exclui episódios de obstrução ureteral unilateral completa, uma vez que a urina pode estar a ser produzida pelo rim contralateral mesmo que este não contribua substancialmente para a taxa de filtração glomerular global (Shipov & Segev, 2013).

A severidade da doença e consecutivamente os sinais clínicos presentes dependem também da funcionalidade renal contralateral assim como da presença de outras comorbilidades tais como sopro cardíaco, cardiomiopatia hipertrófica ou dilatada, doença inflamatória intestinal, lipidose hepática, hepatite crónica, hipertiroidismo, hipercalcemia, anemia, infecção do trato urinário, hematúria renal, doença renal crónica, diabetes *mellitus* entre outras (Kyles *et al.*, 2005a; Zaid *et al.*, 2011; Clarke, 2018a).

## 6. Prevenção

A prevenção e monitorização são essenciais no controlo da ureterolitíase uma vez que a remoção cirúrgica ou o *bypass* ureteral não alteram as condições responsáveis pela formação de ureterólitos. Desta forma, são necessárias estratégias terapêuticas adicionais para prevenir a sua recorrência, sendo mais eficazes aquelas que eliminam a causa subjacente. Em geral, as estratégias preventivas são projetadas para eliminar ou controlar as causas relacionadas à

formação dos vários tipos de urólitos. Quando a causa é desconhecida, não pode ser eliminada ou alterada, a minimização dos fatores de risco associados deve ser considerada. Estas estratégias de prevenção incluem geralmente manejo dietético e terapia farmacológica (Lulich *et al.*, 2011, 2016).

O manejo dietético é um assunto de grande interesse e debate relativamente à prevenção da urolitíase, devido a fatores epidemiológicos e fisiopatológicos que associam a ingestão de nutrientes à saturação urinária e à litogenicidade potencial. Para determinados tipos de urólitos a prevenção nutricional desempenha um papel preponderante (por exemplo (e.g.) urólitos estéreis de estruvite), enquanto que para outros desempenha apenas um papel secundário (e.g. urólitos de estruvite induzidos por infecção do trato urinário). No entanto, para todos os cálculos das diversas composições minerais, a inclusão de dietas com elevado teor de humidade representa uma das principais estratégias de prevenção (Lulich *et al.*, 2016). Não obstante, todo o historial do paciente assim como a sua condição médica devem ser tidos em consideração aquando da implementação de dietas preventivas de urolitíase (DiBartola & Westropp, 2014). Se o manejo nutricional não se revelar suficiente a terapia farmacológica poderá fornecer benefícios adicionais (DiBartola & Westropp, 2014).

A prevenção dos urólitos de oxalato de cálcio é semelhante em cães e gatos (DiBartola & Westropp, 2014). Importa referir que este tipo de urólitos é refratário à dissolução médica havendo necessidade da sua remoção por meios mecânicos (Syme, 2012). Adicionalmente, 50 a 60% dos cães afetados por este tipo de cálculos recidivam num período de 3 anos, salientando-se que em gatos esta situação representa também um potencial problema (Lulich *et al.*, 1999; Grauer, 2015). Num estudo com mais de 2393 gatos com urolitíase por cálculos de oxalato de cálcio, 7,1% tiveram uma primeira recidiva, 0,6% recidivaram pela segunda vez e 0,1% chegaram à terceira recorrência (Albasan *et al.*, 2009). Conclui-se, portanto, que a implementação de estratégias preventivas é preponderante. No ANEXO III estão indicadas as principais estratégias nutricionais e farmacológicas a adotar na prevenção de urólitos de oxalato de cálcio.

Relativamente aos urólitos de estruvite, o sucesso das estratégias preventivas depende da sua classificação em estéreis ou induzidos por infecção, devendo proceder-se à sua distinção antes da implementação de uma terapia antimicrobiana. Os cálculos de estruvite estéreis, que ocorrem mais frequentemente em gatos, são maioritariamente prevenidos por manejo nutricional que promove uma diminuição dos seus precursores e acidifica a urina, uma vez que a sua solubilidade é aumentada a  $\text{pH} < 6,5$  (Lulich *et al.*, 2016). Osborne *et al.* (1990) citados

por Tion *et al.* (2015) descrevem um período médio de dissolução de 36 dias (desde 14 a 141 dias) para urólitos de estruvite estéreis, e de 44 dias (desde 12 a 92 dias) para os induzidos por infecção, aquando da utilização de uma dieta de prescrição da Hill's®. Contudo, num outro estudo realizado pelos mesmos investigadores é indicado que apesar do sucesso na dissolução de urólitos de estruvite pequenos ou grandes, únicos ou múltiplos, a sua taxa de dissolução está relacionada com o tamanho e área de superfície exposta à urina não saturada. Desta forma, a sua dissolução é ineficaz em urólitos localizados no ureter e uretra, uma vez que nestas localizações são expostos apenas de forma intermitente à urina insaturada (Osborne *et al.*, 1999). Assim, a utilização de estratégias que diminuam o aparecimento deste tipo de ureterólitos torna-se preponderante. Episódios recorrentes com este tipo de cálculos também são passíveis de ocorrer, como é demonstrado pelo estudo de Albasan *et al.* (2009) com 1821 gatos em que 2,7% destes tiveram uma primeira recidiva e 0,2% chegaram à segunda recorrência. No ANEXO IV estão indicadas as principais estratégias nutricionais e farmacológicas a adotar na prevenção de urólitos de estruvite.

De forma a monitorizar o sucesso das medidas preventivas implementadas assim como a possível recorrência de episódios de urolitíase é recomendada a realização de exames complementares de diagnóstico, tais como, radiografias abdominais, ecografias do trato urinário, urianálises e culturas de urina a cada 3 a 6 meses mesmo em animais assintomáticos (Lulich *et al.*, 1999).

## **Abordagem diagnóstica à ureterolitíase**

O diagnóstico de obstrução ureteral, particularmente de ureterolitíase, é baseado na história clínica do animal, no exame físico, nas alterações clinicopatológicas detetadas assim como na sua confirmação através das várias modalidades imagiológicas disponíveis. O objetivo é identificar a obstrução precocemente, estabelecer a sua gravidade tal como classificar a sua ocorrência em parcial ou completa, dinâmica ou estável (Segev, 2011).

O potencial de retorno à função renal normal após o episódio obstrutivo deve também fazer parte integrante da avaliação diagnóstica (Segev, 2011). Em episódios de obstrução aguda, com ausência de lesões renais irreversíveis e onde a funcionalidade renal era normal, é expectável um prognóstico favorável a curto e a longo prazo. A informação obtida traduz-se num

importante incentivo para os tutores no sentido de proporcionar ao seu animal uma avaliação diagnóstica mais completa e consecutivamente um melhor tratamento (Shipov & Segev, 2013).

## **Avaliação laboratorial**

### **1. Parâmetros sanguíneos**

Um hemograma completo assim como um perfil bioquímico sérico são parâmetros importantes a incluir no protocolo diagnóstico de qualquer cão ou gato suspeitos de obstrução do trato urinário superior (Palm & Culp, 2016). Na presença de urolitíase os parâmetros sanguíneos referidos podem estar normais ou então podem revelar determinadas alterações suscetíveis de inferir sobre qual o tipo de urólito envolvido (e.g. associação entre hipercalcemia e a presença de cálculos de oxalato de cálcio ou fosfato de cálcio) (Langston *et al.*, 2008).

Nos gatos a anemia é um achado hematológico comum, estando presente em 68% dos animais no estudo de Wormser e colaboradores (2016), podendo indicar a presença de doença renal crónica concomitante ou colheita excessiva de sangue em hospitalizações anteriores (Kyles *et al.*, 2005a; Berent, 2011b; Wormser *et al.*, 2016). Adicionalmente, a presença de leucograma inflamatório pode sugerir a presença de uma infeção subjacente, causada pela presença de cálculos ou simplesmente por ureterite passível de causar obstrução ureteral (Palm & Culp, 2016).

Os cães normalmente apresentam neutrofilia moderada a grave associada à pielonefrite concomitante, sendo que cerca de 44% dos animais desta espécie com ureterolitíase obstrutiva apresentam algum grau de trombocitopenia que se pode revelar grave em resultado de sepsis ou causas imunomediadas (Snyder *et al.*, 2004; Berent, 2011b).

A alteração bioquímica mais comum no momento do diagnóstico é a azotemia que afeta aproximadamente 50% dos cães (Snyder *et al.*, 2004; Berent, 2011b) e 83-97% dos gatos com obstrução ureteral unilateral (Kyles *et al.*, 2005a; Berent, 2011b, 2014c). Isto realça o facto de que uma elevada percentagem de gatos padece de doença renal crónica preexistente anterior ao diagnóstico de obstrução, a maioria das vezes por episódio obstrutivo prévio com afeção do rim contralateral (Palm & Culp, 2016). Apesar de tudo, o grau de azotemia não reflete o desfecho do episódio obstrutivo se a descompressão for realizada precocemente. Da mesma forma, a ausência de azotemia não é condicionante para um bom prognóstico (Berent, 2011b). No entanto, a avaliação da gravidade da azotemia em conjunto com as alterações eletrolíticas presentes (e.g. os níveis de potássio detetados), podem servir como orientação importante sobre

a necessidade de sujeitar o animal a uma intervenção cirúrgica urgente. Em conjunto com os métodos imagiológicos de diagnóstico, a gravidade da azotemia fornece também informações importantes relativamente ao grau de doença renal crónica subjacente (Palm & Culp, 2016).

A realização de um ionograma também é importante uma vez que aquando da presença de obstruções ureterais, estão documentadas em gatos alterações como hiperfosfatemia (54%), hipercalemia (35%), hipocalcemia (22%) ou hipercalcemia (14%) (Kyles *et al.*, 2005a).

## 2. Parâmetros urinários

Em todos os animais com nefroureterolitíase deve ser realizada uma urianálise e uma cultura bacteriológica da urina preferencialmente após colheita urinária por cistocentese (Palm & Culp, 2016).

A deteção do pH urinário pode ser útil na diferenciação do tipo de cálculo presente uma vez que a solubilidade dos cristais é afetada por este parâmetro (Langston *et al.*, 2008; Palm & Culp, 2016). Adicionalmente, a avaliação do sedimento urinário pode resultar na deteção de bacteriúria, piúria, cristalúria, cilindrúria e hematória (Shipov & Segev, 2013; Palm & Culp, 2016; Clarke, 2018a).

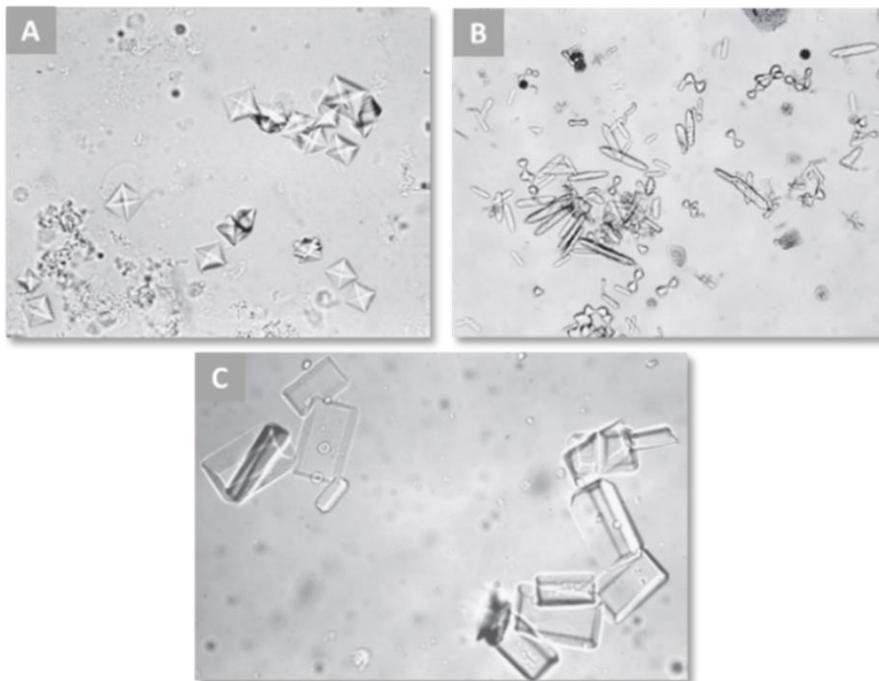
Conforme já foi referido anteriormente os cálculos de estruvite em cães estão maioritariamente associados à presença de bactérias urease positivas (e.g. *Staphylococcus*, *Proteus*, *Klebsiella*), logo a deteção deste tipo de bactérias aumenta a suspeita da presença deste tipo de urólitos (Palm & Culp, 2016). Apesar das infeções do trato urinário concomitantes serem maioritariamente reportadas em cães (77%) (Snyder *et al.*, 2004; Berent, 2011b), resultando em culturas urinárias positivas, em gatos isto também se verifica, contudo num menor número de animais (8-32%) (Kyles *et al.*, 2005a; Wormser *et al.*, 2016). Nestes casos, onde a cultura bacteriológica aeróbia de urina evidencia crescimento microbiano, é essencial a realização de um antibiograma de modo a debelar a infeção com terapia farmacológica adequada.

A presença de piúria estéril é frequentemente detetada em animais com obstrução ureteral, provavelmente devida a processos inflamatórios iniciados logo após o desenvolvimento do episódio obstrutivo. No entanto, a urocultura deve ser realizada em todos os animais, inclusivamente em cães e gatos com obstrução ureteral completa ou com sinais clínicos de anúria, devendo proceder-se à recolha de urina a partir da pélvis renal se estes se encontrarem em decompressão cirúrgica (Palm & Culp, 2016).

A deteção de cristais na urina sem formação de cálculos não é patológica e pode ser diagnosticada em animais saudáveis, não se considerando desta forma um marcador sensível

de ureterolitíase (Shipov & Segev, 2013; Tion *et al.*, 2015). Somente 29% dos felinos diagnosticados com cálculos ureterais mostram cristais na sua urina após urianálise (Kyles *et al.*, 2005a), e apenas 6,5% dos gatos com ureterólitos de oxalato de cálcio apresentam cristalúria com o mesmo tipo de cristais (Kyles *et al.*, 2005a; Shipov & Segev, 2013). A cristalúria deve ser avaliada recorrendo ao uso de amostras de urina fresca (com menos de 60 minutos de armazenamento), uma vez que em animais com ausência de doença do trato urinário pode igualmente ocorrer a formação de cristais de oxalato de cálcio e estruvite após refrigeração da urina ou em situações cuja análise se realize 4-6 horas após a colheita. Contudo, em animais com urolitíase, a cristalúria detetada em amostras de urina fresca pode fornecer pistas sobre a composição dos urólitos presentes (Figura 6) (Langston *et al.*, 2008; Tion *et al.*, 2015).

Outro parâmetro importante a considerar no protocolo diagnóstico de ureterolitíase é a densidade urinária, podendo utilizar-se uma simples tira de urina ou o refratómetro para a sua deteção. Esta fornece informações importantes acerca da capacidade renal em concentrar a urina e, desta forma, sobre eventuais alterações na sua função. No estudo de Zaid e colaboradores (2011), 8 dos 10 gatos estudados demonstraram uma densidade urinária  $< 1,035$ , tomando-se como referência de densidade urinária normal valores  $> 1,035$  nesta espécie.



**Figura 6** – Cristais de oxalato de cálcio e estruvite. **A** – Cristais de oxalato de cálcio di-hidratado. A sua forma é de fácil reconhecimento pelo aspeto romboide e pelo padrão interno de cruz de malta; **B** – Cristais de oxalato de cálcio mono-hidratado em formato de estaca; **C** – Cristais de estruvite com o seu formato típico de tampa de caixão (adaptado de Chew *et al.*, 2011a).

## Avaliação imagiológica

### 1. Ecografia e Radiografia

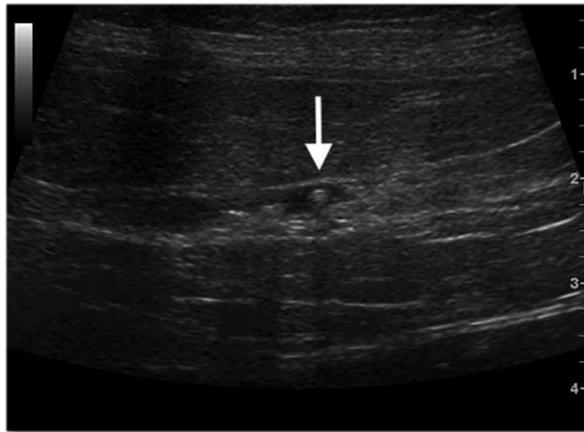
O recurso à ecografia e à radiografia abdominal é essencial em casos suspeitos de obstrução nefroureteral (Palm & Culp, 2016). Em caso de suspeita de ureterolitíase, o principal objetivo na realização destes exames consiste na sua confirmação, na determinação do número, tamanho, densidade e forma dos ureterólitos assim como na sua localização (Lulich *et al.*, 2011). Relativamente à deteção de cálculos ureterais, a sensibilidade diagnóstica conjunta destes exames ronda os 90% em gatos, o que representa uma vantagem comparativamente à realização destas técnicas imagiológicas de forma isolada e única (Kyles *et al.*, 2005a).

A ecografia abdominal consiste num exame imagiológico não invasivo e extremamente útil no diagnóstico de obstruções ureterais tal como na avaliação da geometria e arquitetura renal (Segev, 2011). Permite uma análise detalhada do trato urinário fornecendo informações cruciais sobre o fluxo sanguíneo renal, alterações na ecotextura do seu parênquima, o diâmetro piélico renal e ureteral, a ecogenicidade da urina, a presença de cálculos renais e/ou ureterais e consecutivamente a ocorrência de hidronefrose ou hidroureter, a presença de inflamação ureteral e efusão retroperitoneal, a localização exata das lesões obstrutivas assim como a presença de estenoses, ectopia ureteral, neoplasias e envolvimento linfático regional (Figura 7) (Berent, 2011b; Palm & Culp, 2016; Clarke, 2018a).

É um método imagiológico que possui elevada sensibilidade na deteção de ureterólitos tanto em cães (100%) (Snyder *et al.*, 2004; Segev, 2011) como em gatos (77%) (Kyles *et al.*, 2005a; Segev, 2011; Clarke, 2018a), estando a sua eficácia bastante dependente do tipo de aparelho utilizado, do operador tal como do tipo de cálculo presente, uma vez que cálculos de sangue seco solidificado geralmente não são detetados através deste exame (Segev, 2011; Clarke, 2018a). Algumas obstruções ureterais podem escapar à deteção ecográfica como é o caso de obstruções recentes ou parciais ou mesmo no caso de animais que se encontrem desidratados ou hipovolémicos no momento da avaliação (Palm & Culp, 2016).

Uma das informações ecográficas mais importantes no diagnóstico de obstrução ureteral é a presença de dilatação piélica renal, especialmente na ausência de urólitos detetados imagiologicamente ou quando existem dúvidas sobre a sua capacidade obstrutiva (Clarke, 2018a). Na imagem ecográfica uma dilatação da pélvis renal superior a 13 mm parece estar quase sempre associada com obstrução ureteral, apesar de um diâmetro superior a 8 mm ser

motivo de suspeita (Hattersley, 2015). A dilatação da pélvis renal pode ser diagnosticada ecograficamente em animais com rins funcionais e estruturalmente normais, no entanto, o grau de dilatação aumenta com a disfunção renal, pielonefrite, obstrução uretral e poliúria secundária à diurese induzida por fluidos (Adin *et al.*, 2003; Clarke, 2018a). A medição do diâmetro da pélvis renal é essencial para a escolha da opção interventiva mais adequada a cada animal, proporcionando igualmente uma monitorização importante à resposta terapêutica (Berent, 2011b; Palm & Culp, 2016).



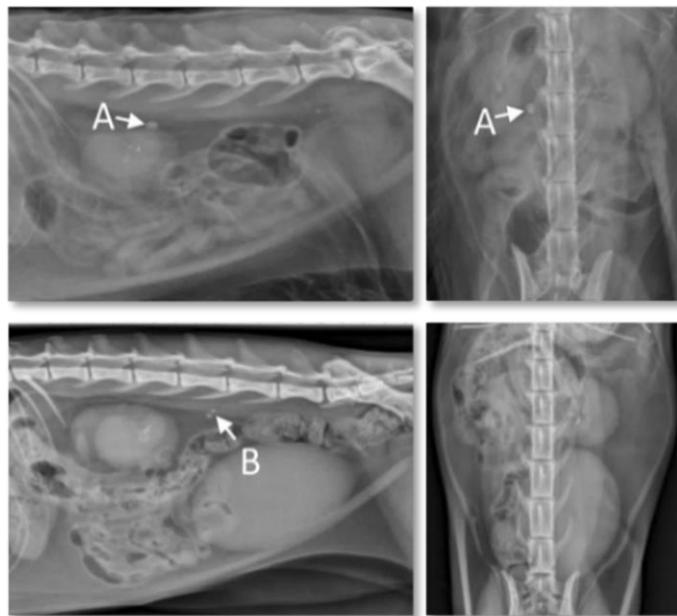
**Figura 7** – Imagem ecográfica em corte longitudinal onde é possível visualizar um cálculo a nível do ureter médio direito. Traduz-se num ponto hiperecogénico e que produz sombra acústica (adaptado de Wormser *et al.*, 2019).

Em animais com obstrução ureteral a realização de radiografias abdominais simples (sem recorrer à injeção de meios de contraste) pode complementar a informação adquirida pela ecografia (Palm & Culp, 2016). Idealmente esta deve abranger a totalidade do trato urinário estendendo-se desde o diafragma até à porção mais caudal da uretra, devendo incluir 2 projeções, uma laterolateral e outra dorsoventral ou ventrodorsal, de forma a minimizar possíveis falhas em resultado da sobreposição de estruturas (Tion *et al.*, 2015; Adams, 2017).

Recorrendo a este exame imagiológico é geralmente possível detetar a presença de cálculos radiopacos (como os de oxalato de cálcio e estruvite) tal como de mineralizações ao longo de todo o trato urinário, tendo por vezes que se recorrer à administração de enemas cujo objetivo é possibilitar uma melhor visualização de todo o ureter e pélvis renal (Figura 8) (Berent, 2011b; Lulich *et al.*, 2011; Clarke, 2018a). A acumulação de fluido peritoneal ou retroperitoneal, a presença de uroabdómen, peritonite, assim como de nefrite ou ureterite diminui o detalhe radiográfico (Clarke, 2018a). Contudo, a sensibilidade diagnóstica radiográfica de ureterolitíase ronda os 81% em gatos (Kyles *et al.*, 2005a; Berent, 2011b; Clarke, 2018a) e os 88% em cães (Snyder *et al.*, 2004; Berent, 2011b), lembrando que muitos dos ureterólitos responsáveis por

causar obstrução ureteral em gatos são menores a 2 mm o que é inferior ao limite de detecção radiográfico (Clarke, 2018a).

Apesar de todas as limitações, o recurso à radiografia abdominal permite acompanhar a localização dos ureterólitos, suportando a classificação das obstruções em estáticas ou dinâmicas, além de permitir documentar o número e tamanho dos cálculos, tal como a presença de nefrolitíase, aspetos estes por vezes subestimados na ecografia abdominal (Berent, 2011b; Segev, 2011). Adicionalmente, casos graves de hidroureter podem também ser diagnosticados radiograficamente, assim como renomegalia, atrofia renal e irregularidades renais marginais (Palm & Culp, 2016; Clarke, 2018a).



**Figura 8** – Projeções radiográficas laterolaterais (lado esquerdo) e ventrodorsais (lado direito) onde é possível identificar a presença de cálculos ureterais e renais. **A** – Cálculo localizado a nível do ureter proximal mais concretamente cranial ao polo caudal do rim; **B** – Cálculos localizados a nível do ureter médio, sendo que na projeção ventrodorsal não é possível detetar a sua presença devido à sobreposição de estruturas (adaptado de Nesser *et al.*, 2018).

## 2. Urografia excretora

A urografia excretora oferece algumas vantagens comparativamente à radiografia convencional, uma vez que possibilita a obtenção de informações quanto à vasculatura renal, tamanho e forma dos rins, ao sistema coletor renal (pélvis renal, ureteres e junção ureterovesical), tal como a identificação de lesões obstrutivas não radiopacas que escaparam à detecção radiográfica simples de diagnóstico (Adin *et al.*, 2003; Syme & Jepson, 2017).

O exame consiste na administração intravenosa de um *bolus* de contraste iodado, iónico ou não iónico, solúvel em água e estéril (400-800 mg/kg), seguido da realização imediata de uma série de radiografias sequenciais em projeção lateral direita e ventrodorsal (Heuter, 2005). Adicionalmente, 20 e/ou 40 minutos após a administração do meio de contraste pode ser realizada uma projeção oblíqua para uma melhor visualização dos ureteres, tal como um pneumocistograma que permite uma análise visual melhorada da junção ureterovesical (Heuter, 2005).

Consiste em duas fases, uma fase nefrográfica inicial em que o meio de contraste alcança os vasos sanguíneos glomerulares resultando na opacificação uniforme do parênquima renal, e uma fase pielográfica onde o meio de contraste se concentra nos túbulos renais em resultado da reabsorção da água levando em seguida à opacificação da pélvis renal e ureteres (Seiler, 2013).

Os urólitos, quando presentes, podem ser radiopacos ou radiotransparentes em relação ao meio de contraste iodado, podendo ser detetados como defeitos de preenchimento no local onde se encontram. Em caso de obstrução ureteral e alteração renal coexistente é possível detetar-se alterações na opacificação renal, estando esta diminuída ou ausente em resultado de atrofia ou não funcionalidade renal. Na presença de hidronefrose a opacificação é focal e não uniforme, sendo que um ureter difusamente aumentado e com forma regular é associado maioritariamente a um ureter obstruído (Heuter, 2005).

A perfusão renal, a taxa de filtração glomerular, a capacidade de concentração renal, o grau de hidratação do animal, assim como a dose de meio de contraste administrado são fatores importantes para o sucesso deste método diagnóstico (Heuter, 2005; Seiler, 2013). Desta forma, a urografia excretora geralmente não é indicada em casos de obstrução uretral devido à reduzida capacidade de opacificação de um rim obstruído e consequentemente à nefrotoxicidade associada ao meio de contraste iodado que é filtrado pelos rins aquando da fase nefrográfica, e atendendo particularmente ao facto de que um número significativo de animais se encontra azotémico no momento do diagnóstico (Berent, 2011b). Adicionalmente, a injeção intravenosa de contraste iodado pode resultar em hipotensão, choque anafilático e doença renal aguda (Adin *et al.*, 2003). Apesar do descrito, na literatura está indicado que a correção de possíveis défices de hidratação antes da administração do contraste iodado ou a utilização de meios de contraste iodados não iónicos (e.g. iotalamato de meglumina) podem reduzir os efeitos adversos induzidos pela sua administração (Lulich & Osborne, 2008).

Em animais oligúricos ou anúricos é impossível obter um estudo diagnóstico do sistema coletor renal através deste método imagiológico, optando-se nestes casos por outras metodologias como a ecografia e a pielografia anterógrada percutânea (Adin *et al.*, 2003).

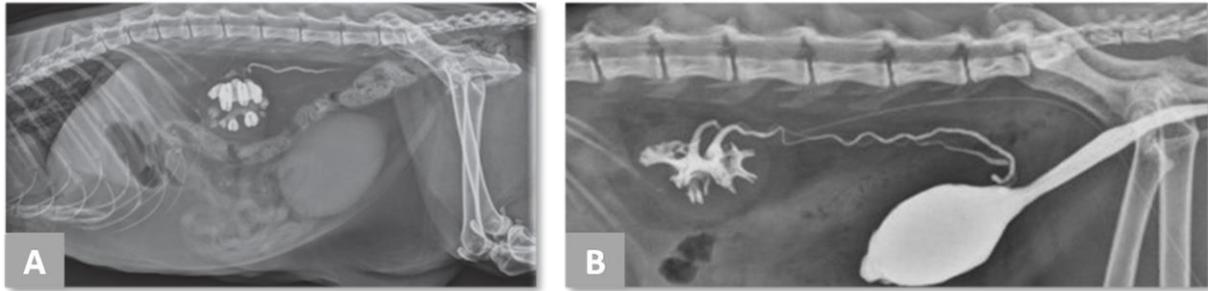
### **3. Pielografia anterógrada percutânea**

Persistindo a dúvida em torno da presença de uma obstrução ureteral, são bons candidatos à realização de pielografia anterógrada percutânea animais que à ecografia abdominal apresentem dilatação piélica renal cujo diâmetro seja inferior a 13 mm, uma vez que este método imagiológico em gatos é considerado o mais preciso na deteção de obstruções ureterais com uma sensibilidade e especificidade diagnóstica de 100%. Adicionalmente, além de permitir uma boa visualização da pélvis renal e do ureter, auxilia na determinação do local e tipo da obstrução, uma vez que a passagem do meio de contraste para a bexiga indica patência ureteral, e uma falha no seu fluxo indica obstrução ureteral completa ou parcial (Adin *et al.*, 2003; Quimby *et al.*, 2017; Lamb *et al.*, 2018).

Consiste numa técnica minimamente invasiva em que o animal sob anestesia ou sedação forte é submetido a uma nefropielocentese ecoguiada cujo intuito é a injeção de meio de contraste no interior da pélvis renal, sendo essencial que esta se encontre suficientemente dilatada (pelo menos 3-5 mm) de forma a permitir elevada precisão na punção com uma agulha de 22-gauge (G). Uma vez no interior da pélvis renal é colhida urina para urianálise e cultura bacteriológica (cerca de 1 a 2 ml) e só em seguida se procede à injeção do meio de contraste iodado (cuja quantidade deve rondar aproximadamente 50% do volume de urina removido) (Berent, 2011b; Seiler, 2013; Adams, 2017). Imediatamente após a sua injeção deve proceder-se à realização de radiografias abdominais sequenciais em projeção laterolateral, ventrodorsal e oblíqua, que se repetem 5 e 15 minutos depois (Figura 9), sendo que idealmente se deve realizar o procedimento sob orientação fluoroscópica dado permitir visualizar o preenchimento ureteral e o local de obstrução em tempo real (Berent, 2011b; Seiler, 2013).

Uma vez que é evitada a administração sistémica de meio de contraste iodado, o risco de nefrotoxicidade é reduzido, tornando-se um método de diagnóstico útil em animais com doença renal preexistente não estando dependente da taxa de filtração glomerular. Adicionalmente trata-se de um procedimento que pode ser realizado em animais azotémicos sem perda de qualidade da imagem diagnóstica (Adin *et al.*, 2003; Seiler, 2013). Contudo, existem complicações associadas a esta metodologia, como vazamento do meio de contraste iodado e/ou

urina para o espaço peritoneal e retroperitoneal, hemorragias e lacerações da pélvis renal, o que limita a sua utilização como método diagnóstico (Adin *et al.*, 2003; Clarke, 2018a).



**Figura 9** – Radiografias abdominais em projeção laterolateral após a realização de pielografia anterógrada percutânea. **A** – Nesta imagem é possível visualizar a presença de obstrução ureteral a nível do ureter médio; **B** – Contrariamente nesta imagem não se visualiza a existência de obstrução ureteral, uma vez que ambos os ureteres estão completamente preenchidos com meio de contraste, visualizando-se a sua terminação na superfície dorsocaudolateral da bexiga, numa zona próxima ao seu colo (adaptado de Seiler, 2013 e Clarke, 2018a).

#### 4. Ureteropielografia retrógrada

A ureteropielografia retrógrada é um método imagiológico menos invasivo comparativamente à metodologia referida anteriormente, uma vez que elimina a necessidade do uso de agulha para a sua realização e conseqüentemente o risco de hemorragia ou vazamento urinário através do parênquima renal (Berent, 2011b).

É realizado por cistoscopia e fluoroscopia e consiste na cateterização da junção ureterovesical com posterior injeção de meio de contraste de forma retrógrada, permitindo avaliar a patência, diâmetro e tortuosidade ureteral, tal como detetar lesões obstrutivas e ureterólitos (Berent, 2011b; Clarke, 2018a). Adicionalmente permite também aspirar urina a partir da pélvis renal (Clarke, 2018a).

Em comparação à urografia excretora é um método diagnóstico mais preciso e que envolve menos riscos associados uma vez que favorece a distensão e a irrigação ureteral com elevadas concentrações de meio de contraste sem efeito dilucional e nefrotoxicidade associada (Berent, 2011b). Apesar da sua utilidade não é uma metodologia recomendada na avaliação da pélvis renal e ureteres devido ao risco associado à indução de pielonefrite (Heuter, 2005).

#### 5. Tomografia computadorizada

Em medicina veterinária a utilização de técnicas imagiológicas avançadas como a tomografia computadorizada não é ainda completamente abrangente na avaliação de animais

com obstrução nefroureteral (Palm & Culp, 2016). Esta modalidade imagiológica permite a obtenção de imagens detalhadas e de elevada qualidade do trato urinário superior, incluindo a avaliação e deteção de alterações ureterais, tais como, tamanho ureteral, ureterolitíase, neoplasias, delineamento e localização de estenoses ureterais, lesões compressivas extramurais, tal como a classificação do tipo de obstrução ureteral presente (Berent, 2011b; Palm & Culp, 2016; Adams, 2017). Além do referido, está documentado em medicina humana que a realização de tomografia computadorizada sem recurso à utilização de meio de contraste pode ser uma mais-valia na determinação da composição dos urólitos, com base em diferenças de radiodensidade medidas em unidades de Hounsfield. Nos animais de companhia, particularmente em cães, um estudo *in vitro* demonstrou uma previsão mineral exata entre 75-88% para urólitos puros (Pressler *et al.*, 2004).

A sua realização pode ser útil no período pré-operatório que antecede a realização de abordagens cirúrgicas tradicionais antecipadas, como é o caso da ureterotomia, se o número e localização dos ureterólitos não estiver completamente diagnosticado com base nas informações ecográficas e radiográficas previamente adquiridas (Berent, 2011b; Palm & Culp, 2016). No entanto, geralmente, o recurso a esta metodologia diagnóstica não altera a decisão clínica aquando da utilização de abordagens cirúrgicas minimamente invasivas, como é o caso dos *stents* ureterais e do *bypass* ureteral subcutâneo (Palm & Culp, 2016).

Nesta técnica imagiológica continuam a existir desvantagens associadas à administração intravenosa de meio de contraste iodado, particularmente em animais com diminuição da funcionalidade renal e da taxa de filtração glomerular, uma vez que induz vasoconstrição e citotoxicidade das células tubulares renais. Além do mais, a nefropatia induzida por contraste foi documentada em mais de 10% de pacientes humanos submetidos a tomografia computadorizada contrastada (Mitchell *et al.*, 2010). Contudo, é uma metodologia menos invasiva comparativamente à pielografia anterógrada percutânea sendo que a sua elevada sensibilidade permite a utilização de reduzidas quantidades de meio de contraste mantendo a qualidade da imagem adquirida e diminuindo o potencial nefrotóxico (Segev, 2011).

## 6. Cintigrafia renal

A cintigrafia renal tem sido clinicamente usada na avaliação de rins e ureteres obstruídos. Recorrendo à administração de um radiofármaco como o ácido dietilenotriamino pentacético marcado com tecnécio 99 metaestável ( $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ ) permite avaliar a funcionalidade renal global ou individual (através da determinação da taxa de filtração glomerular e do fluxo

plasmático renal efetivo) e a taxa de excreção renal, contribuindo desta forma na tomada de decisão entre tratar as obstruções unilaterais/bilaterais presentes ou potencialmente realizar uma nefrectomia do rim afetado. Adicionalmente esta técnica imagiológica de medicina nuclear tem-se revelado útil na monitorização de possíveis obstruções após a realização de ureteroneocistostomias (Hardie & Kyles, 2004).

Na presença de uma obstrução ureteral verifica-se um aumento no tempo do trânsito renal (definido como o tempo necessário para o pico de atividade do  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ ) devido à diminuição do fluxo sanguíneo renal, à redução da taxa de filtração glomerular e ao aumento de volume no sistema coletor. No entanto, o aumento no tempo do trânsito renal total pode estar associado à dilatação da pélvis renal sem existência de episódio obstrutivo, verificando-se que o tempo do trânsito parenquimatoso (calculado com base na região de interesse de forma a excluir o sistema coletor) é um indicador mais fiável de obstrução renal (Hardie & Kyles, 2004).

Em medicina humana, a cintigrafia renal diurética (com recurso à injeção de um diurético cujo objetivo é a remoção do radiofármaco do sistema coletor renal) é considerada a melhor modalidade imagiológica de diagnóstico na avaliação da função renal em casos de dilatação do trato urinário superior, permitindo a diferenciação entre hidroureteronefrose obstrutiva ou não obstrutiva (Stage & Lewis, 1981; Hecht *et al.*, 2010a). Em cães, tem provado ser uma metodologia útil no diagnóstico de obstruções ureterais completas ou parciais, contudo em gatos é útil no diagnóstico de obstruções ureterais se a função renal se mantiver (Hecht *et al.*, 2010a, 2010b).

## **Tratamento da ureterolitíase**

O tratamento da ureterolitíase pode ser médico ou cirúrgico, sendo que a intervenção terapêutica mais adequada é determinada tendo em conta o número de ureterólitos presentes, a natureza da obstrução, a sua localização, a deteção de alterações clinicopatológicas e a sua gravidade associada, tal como a presença de infeção ou dor. Estes parâmetros, juntamente com o risco associado a cada uma das abordagens disponíveis, são determinantes na avaliação da urgência interventiva (Lulich, 2008; Shipov & Segev, 2013; Nesser *et al.*, 2018).

Em gatos com obstrução ureteral esta decisão terapêutica é particularmente desafiante. A exclusividade do tratamento médico traduz-se em taxas de sobrevivência a longo prazo reduzidas (66%) e embora existam várias opções cirúrgicas disponíveis, cada uma delas com

complicações, requisitos e custos associados, a sua escolha está altamente relacionada com a habilidade e experiência do cirurgião (Kyles *et al.*, 2005b; Quimby, 2018). Desta forma, torna-se cada vez mais aliciante a existência de abordagens terapêuticas minimamente invasivas, verificando-se que a sua utilização em medicina veterinária de pequenos animais é cada vez mais importante e recorrente.

## **Abordagem médica – Tratamento médico convencional**

Após o diagnóstico de obstrução ureteral o manejo médico deve ser iniciado imediatamente como forma de estabilizar o animal, uma vez que a maioria dos gatos apresenta doença renal, desequilíbrios eletrolíticos e azotemia concomitante (Berent, 2011b; Clarke, 2018a). Relativamente aos cães, a presença de azotemia não é tão comum, contudo, mais de 75% dos animais desta espécie com obstruções ureterais apresentam infecção do trato urinário tornando a abordagem médica essencial (Berent, 2011b; Snyder *et al.*, 2004).

Em gatos com ureterolitíase a exclusividade do tratamento médico revela-se eficaz apenas numa minoria dos animais, não existindo estudos neste sentido em cães. Mesmo assim, este tipo de tratamento deve ser sempre considerado anteriormente a quaisquer abordagens terapêuticas mais invasivas, apesar de se conhecer a reduzida possibilidade (geralmente abaixo dos 10%) da passagem completa dos cálculos recorrendo somente ao tratamento médico convencional (Kyles *et al.*, 2005b; Berent, 2011b). No entanto, se o alívio da obstrução ureteral não for bem-sucedido após 48-72 horas de manejo médico exclusivo, deve considerar-se o recurso a abordagens mais agressivas, no sentido de se evitar uma perda excessiva da funcionalidade renal (Berent, 2011b).

Em medicina veterinária não existe um protocolo terapêutico que sirva de guia ao manejo médico das obstruções ureterais, administrando-se muitas vezes o tratamento de forma empírica e dependente do clínico envolvido (Shipov & Segev, 2013; Berent, 2014c).

Em teoria, a administração de fluidos e diuréticos aumenta a pressão hidráulica nos ureterólitos promovendo o seu movimento de forma anterógrada (Shipov & Segev, 2013). Desta forma, o tratamento médico deve incluir um protocolo de fluidoterapia agressiva por via intravenosa, devendo proceder-se cuidadosamente à monitorização da pressão venosa central, do peso corporal, das concentrações eletrolíticas e do grau de hidratação, de forma a prevenir a administração excessiva de fluidos, principalmente em gatos (Berent, 2014c). Em situações de sobre-hidratação é comum verificar-se aumento de peso do animal (cerca de 10%), quemose, descargas nasais serosas, taquipneia ou esforço respiratório, ruídos pulmonares e diminuição

do turgor cutâneo, devendo prestar-se especial atenção ao aparecimento deste tipo de sinais clínicos (Clarke, 2018a).

O protocolo de fluidoterapia recomendado por Allyson Berent (2011b) para cães e gatos inclui a administração de uma solução salina a 0,45% com 2,5% de dextrose a uma taxa de manutenção de 50-60 ml/kg/dia, seguida da administração de um fluido de substituição (evitando se possível a utilização de soluções salinas devido à carga de sódio) a uma taxa de 45-75 ml/kg/dia de forma a corrigir o estado de hidratação e promover a diurese. No entanto, é importante referir que a fluidoterapia deve ser calculada tendo em consideração as necessidades de manutenção, o grau de desidratação do animal e as perdas diárias contínuas, sendo que o balanço hídrico intravascular e intersticial deve ser frequentemente monitorizado (a cada 4-6 horas) em pacientes com lesão renal aguda (Clarke, 2018a). Adicionalmente é importante referir que o uso de coloides tem sido associado a efeitos adversos, portanto a sua administração em animais com lesão renal aguda deve ser alvo de especial precaução até se comprovar a sua segurança em medicina veterinária (Clarke, 2018a).

Relativamente à administração de diuréticos é recomendado o uso de manitol, um diurético osmótico que geralmente é administrado em gatos por um *bolus* inicial de 0,25-1 g/kg por via intravenosa (IV) durante 20 a 30 minutos, seguido de infusão contínua a 60-120 mg/kg/hora durante 24 horas, sendo que a sua administração deve ser descontinuada na ausência de melhorias comprovadas por métodos imagiológicos. Contudo, como este fármaco pode levar ao aumento do volume intravascular e uma vez que a sua excreção ocorre exclusivamente por via renal, a sua administração está contraindicada em animais anúricos ou com doença cardíaca, uma vez que pode culminar no aparecimento de edema pulmonar (Berent, 2011b; Clarke, 2018a). A furosemida é um diurético de ansa que também pode ser indicada para este tipo de casos clínicos. A sua administração em gatos geralmente inicia-se por um *bolus* de 0,1-1 mg/kg IV, seguido de infusão contínua a 0,25-1 mg/kg/hora, no entanto, apesar da sua toma não afetar a taxa de filtração glomerular pode resultar em situações de hipocloremia e hipocalemia (Clarke, 2018a).

Os fármacos antiespasmódicos são também recomendados no maneio médico das obstruções ureterais e incluem a amitriptilina (um antidepressivo tricíclico, 0,5-2 mg/kg, por via oral (PO), cada 24 horas (q24h), em gatos), o glucagon (uma hormona polipeptídica, 0,05-0,1 mg/animal, IV, cada 8 a 24 horas (q8-24h), em gatos), a prazosina e a tansulosina (ambos antagonistas  $\alpha_1$ -adrenérgicos, 0,25-0,5 mg/animal, PO, cada 12 a 24 horas (q12-24h) e 0,004-0,006 mg/kg, PO, q12-24h, em gatos respetivamente) assim como a amlodipina (um bloqueador

dos canais de cálcio, 0,625-1,25 mg/animal, PO, q24h em gatos) (Achar *et al.*, 2003; Wanajo *et al.*, 2005; Lulich, 2008; Clarke, 2018a). Estudos em medicina humana mostram que a utilização de  $\alpha$ -antagonistas e bloqueadores dos canais de cálcio promovem a passagem de cálculos ureterais distais com < 5 mm, embora em 4% e 15,2% dos pacientes respetivamente se tenham desenvolvido efeitos adversos (Singh *et al.*, 2007). Mais recentemente, um estudo reforçou os efeitos benéficos da tansulosina no tratamento de pacientes com cálculos ureterais > 8 mm e com localização justavesical (Mustafa *et al.*, 2016). Infelizmente, em medicina veterinária existem ainda poucos estudos relativamente à eficácia dos antiespasmódicos enunciados no relaxamento ureteral (Berent, 2011b; Clarke, 2018a). Adicionalmente, em cães, a administração de agonistas  $\beta$ -adrenérgicos mostrou resultados positivos na indução de relaxamento ureteral, havendo a necessidade de uma maior investigação sobre os efeitos destes fármacos em cães e gatos neste tipo de patologia (Wanajo *et al.*, 2005).

Dada a elevada prevalência de infeções urinárias concomitantes é recomendada a implementação de uma antibioterapia de largo espectro até à obtenção dos resultados da cultura urinária e respetivo antibiograma (Berent, 2011b, 2014c).

Outros fármacos podem também completar a abordagem médica à ureterolítase, como o uso de anti-inflamatórios esteroides (e.g. prednisona, dexametasona) ou não esteroides (e.g. meloxicam) de forma a prevenir a inflamação ureteral, o edema e a dor. No entanto é importante ressaltar a contraindicação associada ao uso de anti-inflamatórios não esteroides em casos de doença renal uma vez que estes podem induzir isquemia a este nível, e advertir para o facto de que os benefícios associados à administração de anti-inflamatórios esteroides em gatos não estão ainda comprovados (Lulich, 2008; Rothrock, 2016). O uso de opioides como a buprenorfina está também indicado na prevenção da dor e espasmo ureteral (Lulich, 2008; Nelson & Couto, 2014). Adicionalmente, a administração de fármacos inibidores da enzima de conversão da angiotensina como o benazepril/enalapril, promove uma redução da fibrose intersticial em ratos com obstrução ureteral, não se comprovando a sua eficácia em gatos (Lulich, 2008).

A dissolução de ureterólitos obstrutivos está contraindicada independentemente da sua composição, pois o tempo requerido para este tipo de protocolos resulta em lesões renais excessivas (Berent, 2014a). De facto, o ACVIM desaconselha a sua dissolução principalmente em gatos, uma vez que mais de 90% dos nefrólitos e ureterólitos nesta espécie são compostos por oxalato de cálcio, o que inviabiliza a sua dissolução (Lulich *et al.*, 2016).

Por fim, é importante monitorizar as concentrações de ureia e creatinina durante todo o tratamento, assim como proceder à realização de várias radiografias e ecografias abdominais a fim de monitorizar a evolução do manejo médico nesta patologia (DiBartola & Westropp, 2014).

## **Abordagem interventiva**

Aquando do insucesso do manejo médico ou em situações de instabilidade do animal obstruído, como sobre-hidratação, hipercalemia persistente, oligúria, anúria, uremia grave ou hidronefrose/hidroureter/dilatação piélica progressiva, uma abordagem interventiva/invasiva imediata deve ser considerada. Na impossibilidade de avançar para a resolução cirúrgica, quer através de abordagens mais convencionais quer por terapêuticas minimamente invasivas, o ideal é proceder à colocação de um tubo de nefrostomia ou recorrer à hemodiálise intermitente/terapia de substituição renal contínua/diálise peritoneal como forma de promover a descompressão do rim, melhorar a condição do animal e facilitar a sua recuperação (Berent, 2011b, 2014a, 2019a; Shipov & Segev, 2013; Clarke, 2018a).

### **1. Tubo de Nefrostomia**

A colocação de um tubo de nefrostomia consiste numa intervenção temporária com a finalidade de promover o desvio urinário e conseqüentemente auxiliar na descompressão renal e no alívio da obstrução ureteral (Bartges, 2017; Berent, 2019a). Além da estabilização do animal, permite avaliar o potencial de retorno do rim a uma funcionalidade normal, anteriormente à indução de protocolos anestésicos prolongados para resolução cirúrgica da obstrução presente (Berent, 2019a). Adicionalmente, permite prolongar o tratamento médico instituído com o propósito de potenciar a migração anterógrada dos ureterólitos presentes em direção à bexiga (Shipov & Segev, 2013).

A utilização de cateteres do tipo *locking loop pigtail* multifenestrados reduzem os riscos associados a este tipo de abordagem (Berent, 2014b, 2019a). De facto, complicações como remoção/deslocação inadvertida dos tubos, má drenagem e vazamento urinário indesejado foram relatadas em mais de 50% dos animais, decrescendo drasticamente a sua incidência com este tipo de cateteres (Kyles *et al.*, 2005b; Berent *et al.*, 2012; Berent, 2019a). No entanto, apesar de eficazes, seguros e bem tolerados em cães e gatos, a sua aplicação está reservada a

animais com dilatações piélicas > 10 mm, o que é considerado um fator limitante à sua utilização (Berent, 2011b).

Em cães podem ser colocados percutaneamente de forma ecoguiada e/ou sob orientação fluoroscópica, sendo que em gatos a sua colocação deve ser cirúrgica com nefropexia associada em resultado da elevada mobilidade renal nesta espécie (Berent, 2011b).

## 2. Diálise

A diálise, incluindo a hemodiálise intermitente e a terapia de substituição renal contínua, pode ser útil na estabilização de animais com obstrução ureteral, em particular nos que apresentam hipercalemia grave ou perigo de vida por sobrecarga de fluidos com risco de edema pulmonar. Desta forma, contribui para a estabilização do animal antes de se intervir cirurgicamente e o sujeitar a protocolos anestésicos prolongados (Berent, 2011b).

É geralmente um procedimento rápido com uma baixa morbidade associada comparativamente aos tubos de nefrostomia ou às abordagens cirúrgicas definitivas, sendo que o protocolo terapêutico mais adequado depende da especificidade de cada caso. Uma vez que muitos destes animais apresentam sobrecarga de volume e hipotensão marginal, a remoção gradual de fluidos por várias horas (entre 6-24 horas) pode ser desejável. Na impossibilidade de proceder de forma imediata ao tratamento definitivo, a diálise pode ser realizada diariamente ou de forma contínua até à sua resolução (Berent, 2011b). Atualmente, o recurso à hemodiálise em animais com peso inferior a 7 kg é uma realidade, face ao desenvolvimento de equipamentos e técnicas apropriadas, nomeadamente dialisadores neonatais que favorecem a sua utilização principalmente em gatos, reduzindo os riscos associados à hemodiluição excessiva (Almeida *et al.*, 2009).

Igualmente, a diálise peritoneal apresenta benefícios no tratamento de animais com azotemia severa, hipercalemia grave ou lesão renal aguda associada a oligúria/anúria, não requerendo equipamentos específicos ou complexos para a sua realização (Bersenas, 2011; Shipov & Segev, 2013). Dorval & Boysen (2009) mostram que a diálise peritoneal apresenta uma taxa de sucesso elevada em gatos com doença subjacente potencialmente reversível, no entanto, o sucesso deste método depende das características intrínsecas do transporte de solutos através da membrana peritoneal sendo a recuperação do animal influenciada pela função renal residual (Dorval & Boysen, 2009; Bersenas, 2011). As complicações associadas a este procedimento são o desenvolvimento de hipoalbuminemia, hipocloremia, hipocalemia,

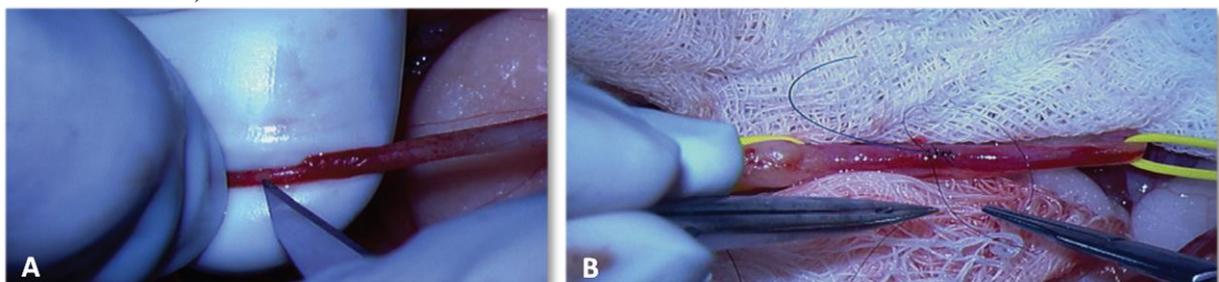
obstrução e migração do cateter, retenção e vazamento do dialisado, efusão pleural, peritonite e edemas (Dorval & Boysen, 2009; Bersenas, 2011).

## Abordagem cirúrgica – Tratamento cirúrgico convencional

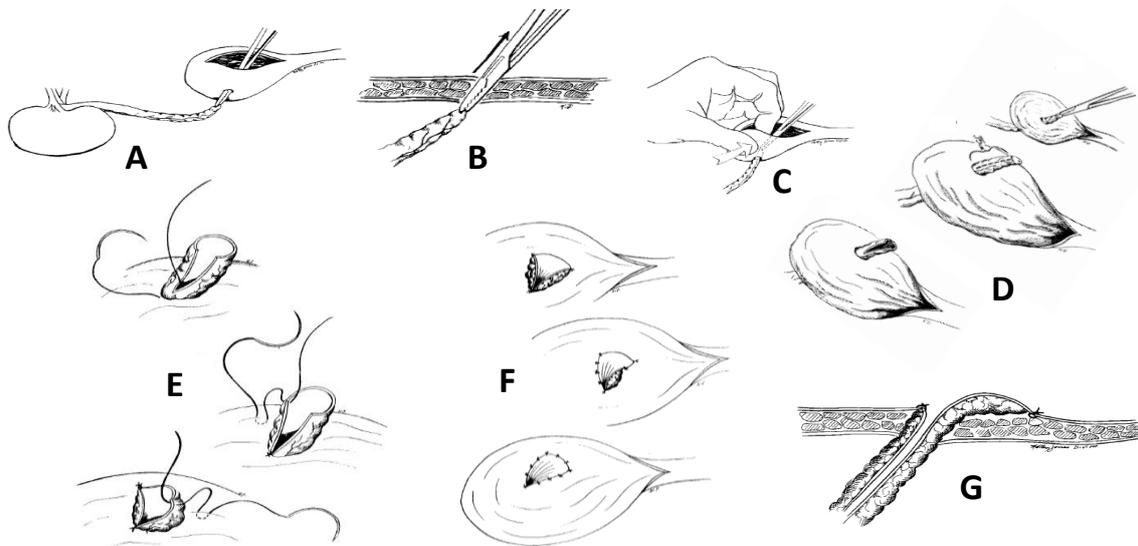
Além de todos os parâmetros referidos anteriormente o tratamento cirúrgico da ureterolítase deve ser considerado na presença de obstruções estáticas, em caso de dano ureteral e aquando da existência de infeção do rim obstruído (Shipov & Segev, 2013).

Tradicionalmente esta patologia tem sido tratada de forma cirúrgica recorrendo a técnicas convencionais como a ureterotomia (Figura 10), ureteroneocistostomia (Figura 11), ressecção e anastomose ureteral (sobretudo em cães), pielolitomia, ureteronefrectomia ou ainda o transplante renal (Rawlings *et al.*, 2003; Hardie & Kyles, 2004; Berent, 2011b; Tobias, 2011; Shipov & Segev, 2013). Dentro destas possibilidades a escolha do procedimento cirúrgico de eleição depende de múltiplos fatores como o número de cálculos presentes, a sua localização e o grau de obstrução por eles induzido, a presença concomitante de doença do trato urinário, o estado funcional do rim ipsilateral tal como do contralateral, a disponibilidade em termos de equipamento assim como a experiência/preferência do cirurgião (Adin & Scansen, 2011; DiBartola & Westropp, 2014; Wormser *et al.*, 2016).

Das técnicas cirúrgicas enunciadas as mais frequentemente realizadas no tratamento das obstruções ureterais proximais, médias e distais, tanto em cães como em gatos, são a ureterotomia e a reimplantação ureteral (ureteroneocistostomia). Aquando da sua realização é importante garantir a remoção completa de todos os ureterólitos presentes, incluindo aqueles com tamanho inferior a 1 mm de diâmetro, evitando desta forma obstruções no local de cirurgia resultando em ureterolítase contínua (Berent, 2011b). Na opinião de Adams (2017) estas técnicas cirúrgicas devem estar reservadas apenas para cães e gatos com ureterólitos únicos sem a presença concomitante de nefrolítase ou estenose ureteral (particularmente no que se refere à ureterotomia).

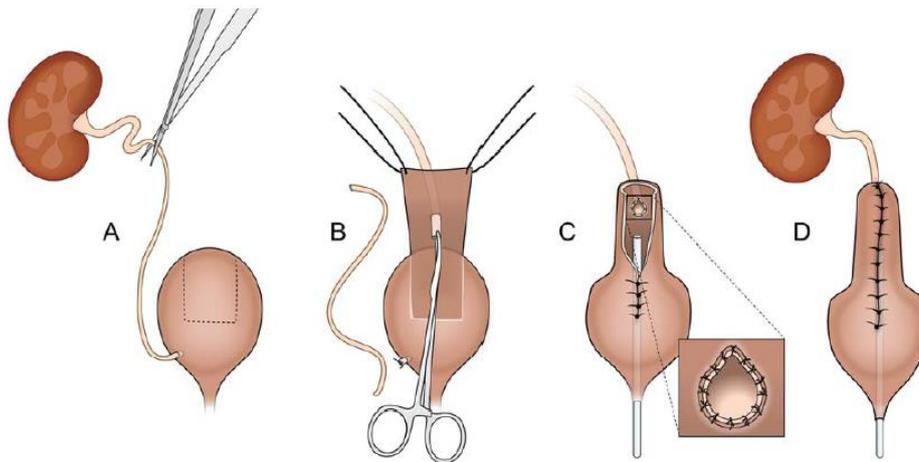


**Figura 10** – Ureterotomia. **A** – Imagem de microscopia operacional durante a realização de ureterotomia a um gato obstruído (notar o reduzido tamanho do ureter nesta espécie); **B** – Reparação ureteral após secção do ureter (adaptado de Clarke, 2018b).



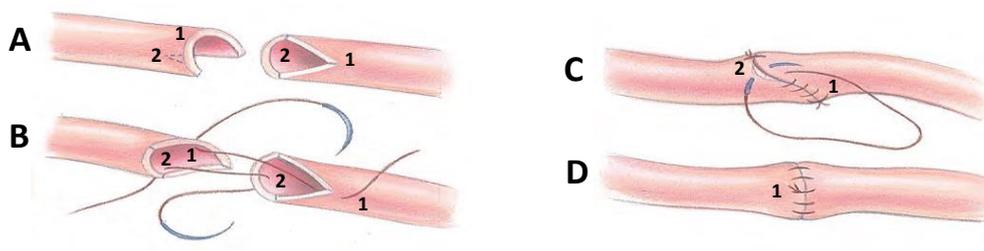
**Figura 11** – Ureteroneocistostomia. **A** – Após secção da parede dorsal da bexiga, o ureter é preso pela sua extremidade mais distal transpondo a parede vesical através de um orifício realizado pela própria pinça que o segura e onde será posteriormente implantado; **B** – Transposição do ureter através da parede vesical; **C** – Com o auxílio dos dedos indicador e polegar a bexiga é evertida de forma a exteriorizar o lúmen vesical, tornando a parede dorsal da bexiga convexa; **D** – A extremidade do ureter é excisada e a gordura envolvente é eliminada. Usando uma tesoura de disseção de ponta fina realiza-se um corte longitudinal ao longo da extremidade distal do ureter expondo a mucosa ureteral; **E** – A extremidade ureteral transposta é suturada à mucosa vesical através da realização de pontos simples interrompidos. A primeira sutura é realizada ao nível da extremidade proximal do corte longitudinal realizado e as suturas seguintes são colocadas ao nível dos bordos distais do respectivo corte; **F** – Realização de suturas adicionais; **G** – Devido à gordura periureteral subjacente, a superfície da mucosa ureteral fica projetada para o lúmen vesical (adaptado de Gregory *et al.*, 1996).

Recentemente uma técnica cirúrgica já descrita em medicina humana designada *Boari flap* foi realizada em medicina veterinária evidenciando resultados positivos no campo das obstruções ureterais proximais em gatos. Segundo o estudo de Aronson e colaboradores (2018) este procedimento mostrou-se livre de complicações e demonstrou utilidade na resolução de obstruções ureterais cuja distância entre o local obstruído e a bexiga impossibilitam a realização de ureterectomia e ureteroneocistostomia conjunta (Figura 12). Apesar dos autores considerarem que são necessários estudos adicionais acreditam que esta técnica pode substituir o recurso aos *stents* e *bypasses* ureterais subcutâneos.



**Figura 12** – Técnica de Boari flap modificada. **A** – Um flap de parede vesical é realizado na superfície ventral da bexiga com base ao nível do ápex vesical, ocupando aproximadamente  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  da circunferência da bexiga e metade do seu comprimento. Adicionalmente é realizada a excisão de parte do ureter, seccionando-se este proximalmente à obstrução presente, e também na zona proximal à sua entrada na bexiga; **B** – Em seguida é realizada uma sutura ao nível do retalho ureteral remanescente junto à bexiga (de forma a promover a sua estabilização), promovendo-se posteriormente a transposição da extremidade ureteral conectada com o rim pelo flap recém-formado; **C** – Realização de ureteroneocistostomia; **D** – Antes de se proceder ao encerramento e à sutura vesical pelo flap realizado é importante a colocação de um cateter urinário de forma retrógrada na bexiga (adaptado de Aronson *et al.*, 2018).

A ressecção e anastomose ureteral ou ureteroureterostomia (Figura 13) consiste num procedimento tecnicamente mais complexo comparativamente à ureteroneocistostomia e está associado a uma maior incidência de obstruções ureterais pós-operatórias (Hardie & Kyles, 2004). Raramente é realizada em gatos pois face ao reduzido tamanho luminal do ureter resulta muitas vezes em estenose e obstrução no local de anastomose (Shipov & Segev, 2013).



**Figura 13** – Ressecção e anastomose ureteral ou ureteroureterostomia. Para a realização desta técnica cirúrgica o ureter pode ser suturado diretamente ou espatulado (**A**), fazendo uma incisão longitudinal em lados opostos em cada uma das suas extremidades. As suturas aposicionais iniciais devem ser pré-colocadas ao nível do ápex das incisões espatuladas, alinhando as extremidades do ureter seccionado (**B**). Em seguida, deve proceder-se à aposição das extremidades do ureter com suturas simples interrompidas usando as suturas aposicionais pré-colocadas. Por fim, o encerramento da secção ureteral deve ser realizado com suturas simples interrompidas (**C** e **D**) (adaptado de MacPhail, 2013).

A pielolitomia implica a incisão da pélvis renal e do ureter proximal sendo útil na remoção de ureterólitos que se deslocaram de forma retrógrada para o rim, prevenindo desta forma danos no parênquima renal que são geralmente associados a técnicas cirúrgicas como a nefrotomia (Tobias, 2011).

Na impossibilidade de eliminar ou contornar a obstrução presente, ou ainda aquando da existência de infeção ou dano renal grave e irreversível, a ureteronefrectomia pode ser realizada, ressalvando que deve ser a última opção de tratamento a considerar (Shipov & Segev, 2013). Comparativamente às restantes opções cirúrgicas descritas é um procedimento com menor número de complicações associadas, estando no entanto reservada exclusivamente a animais não azotémicos e com taxas de filtração glomerular normais nos rins contralaterais (Berent, 2011b). Contudo, dado que mais de 30% dos gatos idosos desenvolvem doença renal crónica e uma vez que poderão eventualmente surgir cálculos no rim/ureteres contralaterais, a realização desta técnica cirúrgica, contrariamente ao tratamento da doença ureteral subjacente, não é de todo ideal e não está recomendada (Berent, 2011b). Além disto, existem evidências que mais de 50% dos gatos e aproximadamente 40% dos cães permanecem azotémicos após o tratamento da obstrução ureteral, suportando a necessidade de se preservar toda a função renal restante, devendo evitar-se esta cirurgia sempre que possível (Snyder *et al.*, 2004; Kyles *et al.*, 2005b; Berent, 2011b).

O transplante renal deve ser considerado quando ambos os rins se encontram cronicamente afetados por obstruções recorrentes e o tratamento através de outras técnicas cirúrgicas não contribui para uma melhoria da sua funcionalidade (Kyles *et al.*, 2005b). Gatos com doença renal crónica e que manifestem perda de peso, anemia, azotemia progressiva e irreversível são por norma bons candidatos ao transplante renal (Adin, 2002). Contudo, de acordo com a literatura, gatos com ureterolitíase por cálculos de oxalato de cálcio devem ser excluídos desta seleção devido ao risco associado à formação destes urólitos no aloenxerto (Gregory *et al.*, 1993). Apesar do descrito, um estudo levado a cabo por Aronson *et al.* (2006) indica que não existem diferenças na taxa de sobrevivência a longo prazo entre gatos que formam urólitos deste tipo no aloenxerto e os restantes, sendo importante a monitorização ecográfica dos gatos transplantados e com historial de urolitíase.

De forma geral, as principais complicações associadas a estes procedimentos incluem maioritariamente a presença de uroabdómen por vazamento urinário assim como persistência da obstrução ureteral por edema e inflamação associados, recorrência de cálculos obstrutivos (incluindo migração de nefrólitos), azotemia persistente, estenoses no local de cirurgia,

deiscência de suturas, remoção incompleta dos ureterólitos e doença renal (Langston *et al.*, 2010; Defarges *et al.*, 2013; Deroy *et al.*, 2017; Clarke, 2018b).

De acordo com a literatura e particularmente em gatos é evidente que o tratamento cirúrgico da ureterolitíase resulta em taxas de sucesso mais elevadas (~75-80%) comparativamente à exclusividade da abordagem médica (~13%) (Berent, 2014a). No entanto, nestes animais os procedimentos cirúrgicos tradicionais estão associados a taxas de mortalidade entre os 18-39% antes mesmo da sua alta hospitalar (Hardie & Kyles, 2004; Kyles *et al.*, 2005b; Roberts *et al.*, 2011; Deroy *et al.*, 2017). Tudo isto adicionado ao facto de que o tamanho ureteral nesta espécie se traduz tecnicamente num enorme desafio cirúrgico e somando todas as exigências associadas à sua realização, justifica-se o recurso a técnicas alternativas aquando da ocorrência de episódios de ureterolitíase (Clarke, 2018b).

## **Novas abordagens terapêuticas minimamente invasivas**

Na medicina humana o tratamento das obstruções ureterais, e particularmente da ureterolitíase, incide cada vez mais em abordagens terapêuticas minimamente invasivas (Berent, 2011b; Deroy *et al.*, 2017). A medicina veterinária tem acompanhado esta tendência e nos últimos anos, na área dos pequenos animais, têm surgido algumas opções de tratamento que ultrapassam as limitações associadas às técnicas cirúrgicas tradicionais, como os *stents* ureterais e os *bypasses* ureterais subcutâneos (Defarges *et al.*, 2013). Segundo o ACVIM, os dispositivos indicados devem representar a primeira opção de tratamento em gatos com ureterolitíase obstrutiva (Lulich *et al.*, 2016). Em cães, os *stents* ureterais parecem ser o tratamento de eleição nesta patologia, podendo recorrer-se subsequentemente ao uso da litotricia extracorporal por ondas de choque se necessário (Lulich *et al.*, 2008, 2016). Outras abordagens como a nefroureterolitotomia percutânea e a ureterosopia podem também considerar-se opções válidas no tratamento da ureterolitíase em pequenos animais (Berent, 2011b; Defarges *et al.*, 2013).

Em suma, as abordagens referidas permitem o tratamento das obstruções ureterais de forma menos invasiva promovendo proteção ureteral a longo prazo contra futuras obstruções, diminuindo concomitantemente a morbidade e mortalidade perioperatória associadas às técnicas cirúrgicas tradicionais (Berent, 2019a).

## 1. Ureteroscopia

Contrariamente ao que se verifica na medicina humana, a ureteroscopia é um procedimento raramente executado na medicina veterinária (Defarges *et al.*, 2013).

Consiste numa abordagem que pode ser realizada em cães com peso superior a 20 kg aproximadamente, tratando-se de um procedimento de difícil execução através de um orifício ureteral normal, uma vez que o tamanho do ureter nesta espécie é geralmente inferior a 2 mm comparativamente aos 2,5 mm do menor ureteroscópio disponível (Berent, 2011b). Face ao referido não é um procedimento exequível em gatos, o que se traduz numa enorme limitação desta abordagem (Defarges *et al.*, 2013).

O acesso ureteral é obtido por cistoscopia de forma a possibilitar a identificação da junção ureterovesical onde posteriormente e através de um fio-guia o ureteroscópio flexível pode avançar retrogradamente até à pélvis renal sob orientação fluoroscópica e endoscópica, permitindo uma avaliação ureteral e piélica (Berent, 2011b). Em caso de ureterolitíase é possível a realização de litotricia a laser uma vez que existe contacto com o cálculo presente, podendo preceder-se em seguida à remoção dos fragmentos resultantes (Defarges *et al.*, 2013).

Após este procedimento deve recorrer-se à colocação de um *stent* ureteral temporário de forma a garantir o fluxo urinário, uma vez que o potencial edema resultante, tal como a eventual presença de fragmentos ureterais residuais podem culminar na obstrução do lúmen ureteral (Defarges *et al.*, 2013).

## 2. Nefroureterolitotomia percutânea

A nefroureterolitotomia percutânea é um procedimento minimamente invasivo usado com sucesso em medicina humana na presença de nefrólitos ou ureterólitos proximais impactados e de grande tamanho (Berent, 2011b). Consiste numa nefroureteroscopia anterógrada cujo acesso é realizado de forma percutânea e por via renal sob orientação fluoroscópica ou ecográfica. Nesta abordagem o endoscópio avança através do ureter anterogradamente com o auxílio de um fio-guia permitindo uma avaliação piélica e ureteral com o mínimo de danos para o parênquima renal (Berent, 2011a, 2011b). São bons candidatos à sua realização animais cujos cálculos apresentem um diâmetro superior a 10-15 mm e onde a realização da litotricia extracorporal por ondas de choque não se revele eficaz (Milligan & Berent, 2019).

É uma abordagem maioritariamente realizada em cães, no entanto é passível de se realizar em gatos com dilatação piélica renal e ureteral significativa (> 8-10 mm) (Berent, 2011a, 2014b).

Tal como no procedimento anterior e em caso de ureterolitíase, os cálculos podem ser removidos diretamente se o seu tamanho assim o permitir, ou podem ser fragmentados por litotricia a laser com remoção posterior de todos os fragmentos, por sucção ou através de equipamentos apropriados introduzidos através do canal de trabalho do endoscópio (Berent, 2011a, 2011b). No final desta abordagem deve recorrer-se à colocação de um tubo de nefrostomia com o objetivo de auxiliar o encerramento do acesso realizado e impedir o risco de uroabdómen, existindo evidências de que tal não é fundamental (Donner *et al.*, 1987; Berent, 2011a; Milligan & Berent, 2019). Não obstante, na suspeita de fragmentos remanescentes, trauma ou inflamação ureteral, pode ser necessária a utilização temporária de *stents* ureterais de forma a manter a permeabilidade do trato urinário superior (Berent, 2011a).

Os maiores riscos associados a esta abordagem são o vazamento urinário, hemorragia excessiva do parênquima renal e perfuração ureteral, sendo que na opinião de Allyson Berent é um procedimento pouco necessário em medicina veterinária face ao sucesso de outras abordagens como os *stents* ureterais e os *bypasses* ureterais subcutâneos (Berent, 2011a, 2014b; Milligan & Berent, 2019).

De acordo com um estudo recentemente publicado é importante referir que a nefrolitotomia endoscópica pode ser realizada de forma percutânea conforme o descrito, podendo também ser executada sob assistência cirúrgica resultando em cuidados pós-operatórios reduzidos (o que é apelativo para os tutores), permeabilidade ureteral e danos renais mínimos, não interferindo com a recuperação dos animais (Petrovsky *et al.*, 2019). Apesar de se tratar de um procedimento seguro e eficaz no tratamento da nefrolitíase em cães e possivelmente em gatos, são necessários estudos adicionais aquando da presença de ureterolitíase (Petrovsky *et al.*, 2019).

### **3. Litotricia extracorporal por ondas de choque**

A litotricia extracorporal por ondas de choque consiste também numa opção minimamente invasiva para o tratamento da ureterolitíase (Berent, 2011b). Nesta abordagem os cálculos ureterais são fragmentados através de ondas de choque externas que atravessam um meio aquoso e passam através dos tecidos moles do animal sob orientação fluoroscópica (Berent, 2016). Os ureterólitos são submetidos a 1000-3500 ciclos de ondas de choque com diferentes níveis de energia conforme o local e a composição do cálculo presente, permitindo a sua migração pelo ureter até à bexiga por um período que se poderá estender entre 2 a 12 semanas (Berent, 2011b, 2016).

Até ao momento, em gatos, este procedimento revelou-se eficaz apenas num pequeno número de animais e particularmente para ureterólitos muito distais ou com diâmetros inferiores a 3 mm, não sendo um procedimento muito realizado nesta espécie pois o reduzido lúmen ureteral (com 0,3-0,4 mm de diâmetro) dificulta a passagem dos fragmentos obtidos que rondam aproximadamente 1 mm (Berent, 2019a). Sem dilatação ureteral (com *stent* ureteral concomitante) a maioria dos fragmentos não progride, mas em caso de eventual progressão esta poderá levar semanas a ocorrer o que conduz a uma deterioração da funcionalidade renal. Adicionalmente, nesta espécie os ureterólitos estão normalmente aderidos à mucosa ureteral, e portanto, mesmo com uma fragmentação bem sucedida a sua progressão não é tão efetiva como nos cães (Berent, 2019a).

Nos cães com ureterolitíase este tipo de procedimento apresenta taxas de sucesso na ordem dos 80%, com 50% dos animais a requerer dois ou mais tratamentos para alcançar a fragmentação desejada, verificando-se uma maior dificuldade na fragmentação de cálculos ureterais comparativamente aos renais, onde a taxa de sucesso com esta abordagem ronda os 85%, com apenas 30% dos animais a necessitar de tratamentos adicionais (Adams, 2013).

Não é uma abordagem recomendada para cálculos com diâmetro igual ou superior a 10-15 mm, sendo realizada com segurança na presença de ureterólitos com dimensões inferiores a 5 mm em cães, uma vez que os fragmentos e detritos gerados aumentam o risco de obstruções ureterais (Berent, 2011b; Milligan & Berent, 2019). Desta forma, deve ser considerada a colocação de um *stent* ureteral antes deste procedimento de forma a minimizar o risco indicado e permitir a dilatação passiva do ureter (Vachon *et al.*, 2017; Milligan & Berent, 2019).

A composição dos cálculos presentes parece interferir com o sucesso desta abordagem, constatando-se maior facilidade de fragmentação dos urólitos de estruvite comparativamente e ordenadamente aos de oxalato de cálcio, urato e cistina (Bartges, 2017). Particularmente, a espécie do animal em causa parece também contribuir para o resultado final deste procedimento, uma vez que os nefroureterólitos de gato parecem ser mais difíceis de fragmentar do que os de cão, sendo bem sucedida em menos de 20-25% dos casos e levando muitas vezes à necessidade de um maior número de ondas de choque para a obtenção dos mesmos resultados (Adams *et al.*, 2005; Bartges, 2017).

Embora a mortalidade seja inferior a 1% e na literatura estejam documentados efeitos mínimos sobre a taxa de filtração glomerular e o próprio rim, estudos recentes em medicina humana destacam a existência de consequências a curto e a longo prazo que devem ser consideradas antes da realização deste procedimento (Berent, 2016; Milligan & Berent, 2019).

As ondas de choque que levam à fragmentação dos cálculos presentes são também responsáveis por danos tecidulares que resultam em hemorragias vasculares, estando este procedimento contraindicado em animais com coagulopatias (Milligan & Berent, 2019). Além das obstruções ureterais por ureterólitos transitórios que ocorrem em aproximadamente 10% dos cães, e da possível hematúria observada logo após este procedimento, está também descrita a potencial ocorrência de obstruções ureterais permanentes, dor abdominal, pancreatite aguda (em 2% dos cães), irritação intestinal, hemólise, hematomas perirrenais, hipertensão sistêmica e arritmias (Adams, 2013; Bartges, 2017). Além do indicado, a necessidade de equipamento dispendioso limita a utilização desta técnica em medicina veterinária (Adin & Scansen, 2011).

#### 4. *Stent* ureteral

Os *stents* ureterais são pequenos tubos de diferentes formas, tamanhos e materiais introduzidos no lúmen do ureter com o propósito de restaurar o fluxo urinário desde a pélvis renal até à bexiga (Palm & Culp, 2016; Clarke, 2018b). Tanto em cães como em gatos são vários os objetivos relacionados com a sua implantação, que vão desde o desvio de uma obstrução ureteral tornando-se num *bypass* que favorece a permeabilidade do ureter; favorecer a dilatação ureteral passiva; diminuir a tensão cirúrgica sob o ureter durante e após uma cirurgia, prevenindo o edema e o vazamento urinário pós-cirúrgico; facilitar a realização da litotricia extracorporeal por ondas de choque na presença de nefroureterólitos de grande tamanho, prevenindo assim obstruções posteriores; e finalmente, prevenir a migração de nefrólitos que poderiam culminar em obstruções ureterais (Berent, 2011b). Deste modo, é uma abordagem minimamente invasiva que revolucionou o tratamento das obstruções ureterais, particularmente da ureterolítase em medicina veterinária (Culp & Palm, 2017).

O *stent* ureteral mais utilizado em pequenos animais é feito de poliuretano multifenestrado com formato *double pigtail* que possibilita a fixação de uma das extremidades na pélvis renal e outra no interior da bexiga, impedindo assim a sua migração (Figura 14) (Berent, 2011b; Clarke, 2018b). É um dispositivo completamente intracorporeal que pode permanecer patente e sem deslocções indesejadas por mais de 6 anos em alguns animais, contrariamente ao que ocorre na medicina humana, em que estes dispositivos têm uma validade de poucos meses (3-6 meses) (Berent, 2016).

A sua introdução no ureter pode ser realizada de forma percutânea ou cirúrgica, constatando-se que a sua colocação em gatos representa um enorme desafio face ao reduzido diâmetro ureteral (Clarke, 2018b). Em cães são frequentemente introduzidos de forma

retrógrada através da junção ureterovesical, sob orientação cistoscópica e fluoroscópica, sendo que nesta espécie o sucesso atribuído à utilização deste dispositivo ronda os 98% (Berent, 2011b). Na maioria dos gatos (machos e fêmeas) a sua colocação é cirúrgica, sob orientação fluoroscópica e de forma anterógrada com taxas de sucesso acima dos 95%. Nas fêmeas em particular pode tentar-se a sua colocação endoscopicamente verificando-se neste caso um decréscimo no sucesso alcançado que ronda apenas os 20% (Berent, 2019a). Independentemente da sua colocação de forma retrógrada ou anterógrada pode ser necessária a realização de ureterotomia de forma a facilitar a remoção dos cálculos presentes e permitir a passagem do *stent*, uma vez que na presença de ureterite o ureter fica mais tortuoso aumentando o risco de perfuração (Clarke, 2018b).

Dois estudos compararam os resultados obtidos no tratamento das obstruções ureterais em gatos através desta abordagem e recorrendo também às técnicas cirúrgicas tradicionais, nomeadamente à ureterotomia e à ureteroneocistostomia (Culp *et al.*, 2016; Wormser *et al.*, 2016). Wormser e colaboradores (2016) verificaram uma maior incidência de infeções a nível do trato urinário nos animais sujeitos à colocação do *stent* ureteral, no entanto, no estudo de Culp *et al.*, (2016) os animais submetidos ao *stent* apresentaram uma redução significativamente maior dos valores de ureia e creatinina no primeiro dia pós-cirúrgico e no momento da alta hospitalar comparativamente aos restantes. Adicionalmente, outros autores referem que os *stents* ureterais apresentam vantagens face às técnicas cirúrgicas tradicionais pois permitem descompressão renal imediata, redução do risco associado a estenoses e perdas de urina/uroabdómen assim como diminuição na recorrência de obstruções ureterais (Defarges *et al.*, 2013; Milligan & Berent, 2019).

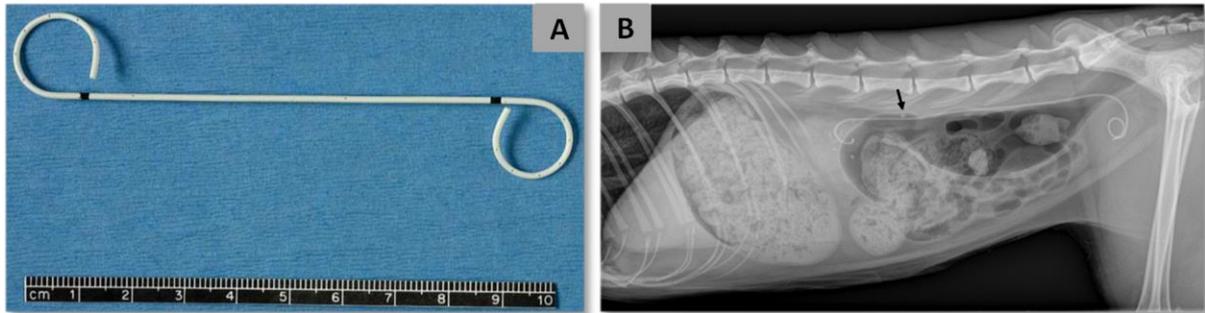
Os *stents* ureterais demonstram ser um procedimento seguro e eficaz no tratamento da ureterolitíase tanto em cães como em gatos (Berent, 2011b).

Em cães, são poucas as complicações associadas à sua colocação e a taxa de mortalidade associada é inferior a 2% (Berent, 2011b; Bartges, 2017). A longo prazo pode verificar-se o aparecimento de infeções urinárias (26%), oclusões (9%), hematuria (7%), ureterite (5%), migração do *stent* (5%), proliferação tecidual a nível da junção ureterovesical (5%) e incrustações do dispositivo (2%) (Pavia *et al.*, 2018). Nestes animais, na presença de ureterolitíase por cálculos de estruvite deve tentar-se a sua dissolução posteriormente à descompressão renal, sendo que se esta for alcançada pode proceder-se à remoção do *stent* endoscopicamente. Na suspeita de outro tipo de cálculos com probabilidade de recorrência, o

dispositivo pode permanecer no animal a longo prazo desde que não existam complicações associadas (Pavia *et al.*, 2018; Milligan & Berent, 2019).

Em gatos, a mortalidade perioperatória após a cirurgia é de 7,5% sem mortes associadas à obstrução ureteral ou ao procedimento em si (Berent *et al.*, 2014; Berent, 2019a). No estudo de Deroy *et al.* (2017) esta percentagem aumenta para 18% por ausência de melhoria da funcionalidade renal. Nesta espécie as principais complicações intraoperatórias relatadas incluem a necessidade de ureterotomia (Kulendra *et al.*, 2014b; Culp *et al.*, 2016; Wormser *et al.*, 2016; Clarke, 2018b) e papilotomia (em 40% dos casos) (Manassero *et al.*, 2014), além da ocorrência de ruturas ureterais, migrações indesejadas do dispositivo (Kulendra *et al.*, 2014b; Culp *et al.*, 2016; Wormser *et al.*, 2016; Clarke, 2018b), perfurações ureterais pelo fio-guia (17%) (Kulendra *et al.*, 2014b; Clarke, 2018b) e vazamentos urinários (Clarke, 2018b), podendo detetar-se a presença de uroabdómen maioritariamente no período perioperatório (em 18 % dos gatos) (Deroy *et al.*, 2017). A longo prazo pode verificar-se a ocorrência de disúria (em 38% dos animais, sendo persistente em 2% destes após tratamento médico), oclusão do dispositivo (19%), hematúria crónica (18%), migração do *stent* (6%), ureterites/proliferações da mucosa ureteral (4%) (Berent, 2019a), e infeções/irritações do trato urinário (Clarke, 2018b). Outras complicações como fraturas, incrustações ou obstruções do dispositivo, tal como sinais do trato urinário inferior refratários ao tratamento médico, podem resultar na necessidade de remoção/substituição do *stent* ureteral (em cerca de 27% dos animais segundo Allyson Berent) (Berent *et al.*, 2014; Kulendra *et al.*, 2014b; Wormser *et al.*, 2016; Berent, 2019a). No estudo de Deroy *et al.* (2017) a percentagem de gatos que necessitou de procedimentos adicionais para tratar as complicações associadas à introdução dos *stents* ureterais foi de 44%.

Com o aparecimento dos *bypasses* ureterais subcutâneos constatou-se uma melhoria no que respeita às complicações a curto e longo prazo em episódios de obstrução ureteral em gatos, ficando a aplicação dos *stents* ureterais mais reservada a cães segundo Milligan & Berent (2019).



**Figura 14** – **A** – *Stent* ureteral multifenestrado *double pigtail* com 8 cm de comprimento; **B** – Projeção radiográfica laterolateral de um gato com cálculos renais e ureterais (seta preta) onde foi introduzido um *stent* ureteral. Na imagem são visíveis as extremidades do dispositivo ancoradas a nível da pélvis renal e bexiga, de forma a impedir sua migração (adaptado de Adams, 2013; Deroy *et al.*, 2017).

## **Bypass Ureteral Subcutâneo**

As obstruções ureterais em gatos sempre representaram um enorme desafio dificilmente ultrapassado pelas abordagens terapêuticas até aqui descritas. Desta forma, o desenvolvimento de uma nova metodologia que contorna algumas dessas limitações tem revolucionado o tratamento da ureterolitíase nesta espécie.

O SUB foi desenvolvido em medicina veterinária em 2009 (<https://www.google.com/patents/US20120157833>) a partir de um dispositivo já disponível em medicina humana desde 1995, que permitia a permanência de um tubo de nefrostomia a longo prazo, diminuindo a taxa de complicações associadas e melhorando a qualidade de vida dos doentes (Desgrandchamps *et al.*, 1995; Berent, 2011b; Clarke, 2018b; Cray *et al.*, 2018). Uma vez que o SUB consiste num dispositivo completamente intracorporal, permite ultrapassar algumas das complicações associadas aos tubos de nefrostomia, cuja drenagem externa exige hospitalização e monitorização cuidadosa, de forma a prevenir infeções e deslocamentos indesejados (Berent, 2011b).

O *bypass* ureteral subcutâneo foi criado inicialmente para gatos como alternativa aos *stents* ureterais, uma vez que a sua aplicação está frequentemente contraindicada na presença de estenoses ureterais (com taxas de oclusão a ultrapassar os 50%), em episódios de ureterolitíase por múltiplos cálculos, e devido ao reduzido diâmetro ureteral nestes animais (Berent, 2019a, 2019b). Nos últimos 10 anos os resultados documentados quanto a complicações a longo prazo e bem-estar animal, colocam o SUB como primeira opção de tratamento para obstruções ureterais felinas, independentemente da sua etiologia (Berent, 2019b). Já em cães, este procedimento está aconselhado para casos clínicos em que os *stents* ureterais estejam

contraindicados ou quando a sua colocação tenha falhado, devido também ao facto de ser uma espécie mais suscetível a infeções do trato urinário (Berent, 2019b).

Em humanos, o SUB é recomendado na presença de alterações pélvicas malignas ou do trato urinário, onde a colocação de um tubo de nefrostomia permanente é inaceitável, assim como em casos de estenose ureteral secundária a um transplante renal, quando a cirurgia tradicional falhou ou não está aconselhada (Clarke, 2018b).

Nos animais, a sua colocação é bem sucedida no tratamento de todas as causas de obstrução ureteral, como cálculos, estenoses, tumores e em casos de pielonefrite obstrutiva (Berent, 2019a). Na literatura veterinária têm surgido relatos que tornam o *bypass* ureteral subcutâneo uma opção de tratamento definitivo ou temporário viável em acidentes decorrentes da prática médica, como ligadura ureteral iatrogénica após ovariectomia (Johnson *et al.*, 2015; Beer *et al.*, 2019) e em trauma ureteral no seguimento de uma suposta ovariectomia laparoscópica que culminou em ureteronefrectomia de um dos lados lesionados (Sapora *et al.*, 2019). De igual forma, o SUB pode ser considerado uma opção terapêutica válida na preservação da funcionalidade renal em episódios de lesão ureteral traumática não reparável (Zaid *et al.*, 2011), como aquando da presença de um pseudoquistos paraureteral (urinoma) secundário a rutura ureteral (Rossanese & Murgia, 2015), na presença de um paraganglioma retroperitoneal (Borchert *et al.*, 2018), em situações de hérnias diafragmáticas que culminam na rutura do ureter (Baril *et al.*, 2014), em episódios de trauma ureteral bilateral (Kulendra *et al.*, 2014a), no tratamento da pielonfrose obstrutiva (Vedrine, 2017; Cray *et al.*, 2018), assim como em malformações congénitas, como é o caso dos ureteres circuncavais onde o recurso ao SUB resulta em menores taxas de obstrução (8%) comparativamente aos *stents* ureterais (44%) (Steinhaus *et al.*, 2015). Recentemente, no cão, o *bypass* ureteral subcutâneo foi considerado uma mais-valia após rutura ureteral devido a estenose induzida secundariamente por lesão acidental (Choi *et al.*, 2018), e também em caso de cistectomia radical por neoplasia vesical avançada (Weisse & Berent, 2014).

Os benefícios da colocação de um dispositivo SUB estão relacionados com o facto de se tratar de um ureter artificial que contorna qualquer obstrução ureteral presente não requerendo cirurgia a este nível (permitindo o fluxo urinário através dos cateteres anexos desde a pélvis renal até à bexiga), com facto de possibilitar a penetração do tubo de cistostomia no ápex vesical e não na junção ureterovesical (como os *stents* ureterais), e também por assegurar a lavagem do sistema prevenindo obstruções/mineralizações da tubagem constituinte tal como a formação de biofilmes, além da recolha de amostras de urina para posterior urocultura (Palm & Culp, 2016;

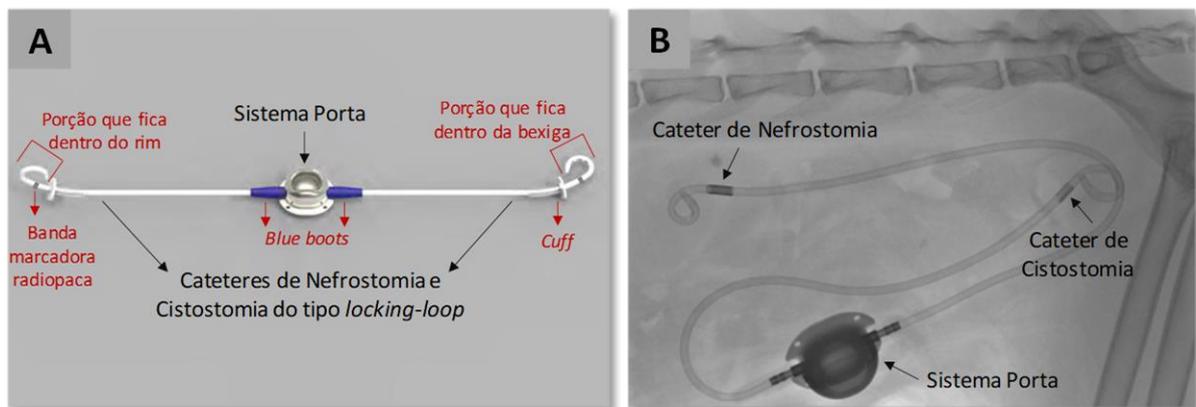
Dorsch, 2017; Berent & Weisse, 2018a, 2018b). Outra vantagem associada reside no facto de se tratar de um dispositivo que permanece viável no interior do animal durante longos períodos de tempo, sendo que em 2018, Berent & Weisse documentaram a durabilidade do dispositivo referindo que o sistema SUB mais antigo em uso remontava a um período de 8 anos permanecendo viável até à data da presente citação (Berent & Weisse, 2018a). Adicionalmente, o facto do diâmetro interno dos cateteres que o constituem ser superior ao diâmetro interno dos *stents* ureterais (6,5 *French size* (Fr) versus 2,5 Fr), decresce a probabilidade de oclusões por incrustação comparativamente à outra abordagem aqui referida (Adams, 2016).

Recentemente este dispositivo foi sujeito a alterações, consistindo a versão atualizada (SUB™ 2.0) em 3 estruturas principais: um cateter de nefrostomia e outro de cistostomia, ambos de poliuretano, multifenestrados e do tipo *locking loop*, com inserção cirúrgica respetivamente no interior da pélvis renal e bexiga, e conexão a um sistema porta de centro perfurável em silicone, implantado subcutaneamente e de com fácil acesso ventrolateralmente (Berent & Weisse, 2018a; Clarke, 2018b; Dirrig *et al.*, 2020). A ansa do cateter de nefrostomia introduzida no interior da pélvis renal possui um diâmetro de 8 mm e extremidade gradualmente menor, o que facilita a sua inserção e torna este procedimento mais eficaz e menos traumático. De igual forma, uma banda marcadora radiopaca existente permite a confirmação da correta inserção do cateter no interior da pélvis renal, uma vez que limita a última fenestração da ansa de bloqueio em formato *pigtail*. Adicionalmente, com o objetivo de garantir a correta fixação do cateter e evitar deslocamentos indesejáveis, este consta também da presença de um *cuff* de polietileno tereftalato (PET ou *dácron*) e manga de silicone, unido posteriormente à cápsula renal com cianoacrilato estéril. Igualmente, o cateter de cistostomia possui constituição semelhante, diferenciando-se no facto da sua implantação ocorrer no interior da bexiga e não na pélvis renal. Por fim, o portal subcutâneo é constituído por um material leve e biocompatível (titânio) possuindo duas terminações onde são acoplados os cateteres descritos, os quais são travados por duas peças conectoras designadas *blue boots* que envolvem as extremidades dos cateteres e garantem a sua fixação. É através deste portal que se realizam as operações de lavagem e drenagem, assim como os estudos de contraste e as recolhas de amostras de urina (Figura 15) (Berent & Weisse, 2018a).

Idealmente o SUB é colocado sob orientação fluoroscópica o que se pode tornar numa enorme limitação à sua utilização, já que se trata de um equipamento bastante dispendioso e indisponível na maioria dos hospitais veterinários, acrescido ao facto de acarretar riscos relacionados à exposição indesejada da radiação (Livet *et al.*, 2017). Além disso, está

recomendada a realização de pielografia anterógrada antes, durante e após a colocação do cateter de nefrostomia, assim como a injeção de contraste no final da cirurgia, de forma a confirmar a permeabilidade de ambos os cateteres assim como de vazamentos indesejados (Berent & Weisse, 2018a; Dirrig *et al.*, 2020). Felizmente, na literatura existem já relatos da sua colocação sem recurso à fluoroscopia, como demonstra o estudo de Livet *et al.* (2017). Contudo, este tipo de orientação imagiológica com fluoroscopia é essencial na implantação deste dispositivo, sobretudo em animais com dilatações piélicas < 5-8 mm (Berent & Weisse, 2018a; Clarke, 2018b).

A técnica cirúrgica realizada no Centro Hospitalar Veterinário do Porto não recorre à orientação fluoroscópica na implantação dos *bypasses* ureterais subcutâneos, recorrendo com sucesso ao uso de ecografia intraoperatória na colocação destes dispositivos. A descrição detalhada da metodologia realizada, tanto a nível da técnica cirúrgica de implantação, como do procedimento de *flushing* do sistema, será efetuada na secção de apresentação de casos clínicos da presente dissertação.



**Figura 15** – *Bypass* ureteral subcutâneo. **A** – Dispositivo SUB (Norfolk Vet Products®) onde é possível diferenciar os diferentes componentes que o constituem. Notar que a urina flui desde a pélvis renal através do cateter de nefrostomia até ao sistema porta implantado subcutaneamente, deslocando-se em seguida pelo cateter de cistostomia até à bexiga, contornando o ureter; **B** – Projeção fluoroscópica laterolateral de gato, após a colocação do dispositivo (adaptado de Berent & Weisse, 2018a).

## Considerações pré- e pós-cirúrgicas

Alguns pontos-chave devem ser discutidos com os tutores previamente à realização da cirurgia de implantação de um dispositivo SUB, uma vez que se trata de um procedimento dispendioso e que envolve uma manutenção permanente *a posteriori*. De igual forma, algumas

considerações importantes devem ser tidas em consideração de forma a melhorar o resultado deste tipo de cirurgias.

Conforme já foi referido no presente trabalho, o alívio precoce da obstrução ureteral conduz a uma otimização da funcionalidade renal, sendo que idealmente obstruções ureterais completas e agudas deverão ser resolvidas dentro de 4 dias e obstruções parciais num período de 14 dias. No entanto, na prática clínica é impossível prever o início do episódio obstrutivo e por conseguinte as lesões renais daí resultantes (Cuddy, 2018). Deste modo é importante que o período de tempo que antecede a resolução cirúrgica deva ser determinado caso a caso e individualmente, sendo vantajoso que os centros médico-veterinários de referência garantam a disponibilidade deste tipo de dispositivos, de forma a facilitar intervenções urgentes após a estabilização dos animais (Adams, 2016; Cuddy, 2018).

Outro ponto importante a considerar envolve o facto de que muitos dos animais que apresentam obstruções ureterais unilaterais se encontram azotémicos. Em episódios obstrutivos deste tipo, e na presença de valores elevados da creatinina sérica, é importante considerar a existência de doença renal bilateral simultânea. Em gatos, os episódios de ureterolitíase “*pushed the cat over the edge*”, sendo importante alertar o tutor de que o alívio do episódio obstrutivo pode não resolver a doença renal subjacente, cujo grau apenas poderá ser avaliado com precisão após a resolução da obstrução ureteral e hidratação adequada do animal (Cuddy, 2018). Assim, com base na funcionalidade renal remanescente, gatos com doença renal crónica no estadio 1-2 da escala da *International Renal Interest Society (IRIS)* têm uma sobrevida mais prolongada comparativamente aos que se encontram no estadio 3-4 (Horowitz *et al.*, 2013).

Uma proporção significativa de animais com obstruções ureterais têm doença cardíaca concomitante, sendo importante considerar esta relação na eleição do protocolo anestésico ideal, uma vez que a implantação dos *bypasses* ureterais subcutâneos é cirurgicamente assistida (Fernee, 2016). Em geral, os agentes anestésicos/adjuvantes que otimizam o débito cardíaco são a melhor opção para animais com doença renal (Weil, 2010).

Como em qualquer animal crítico, a duração da anestesia deve ser minimizada sempre que possível, devendo ser planeada de forma pormenorizada dando especial atenção à lesão renal em curso (Weil, 2010). A pré-medicação permite reduzir o stress e a ansiedade do animal intervencionado, promovendo também um efeito analgésico importante. Desta forma, previne a libertação de catecolaminas que resultam numa diminuição do fluxo sanguíneo renal. Assim, nesta etapa, pode recorrer-se ao uso de acepromazina, fármacos opioides (hidromorfona, oximorfona, morfina, fentanil, buprenorfina ou butorfanol) e benzodiazepinas (midazolam e

diazepam), evitando o uso de agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos (xilazina, dexmedetomidina e medetomidina) uma vez que de forma geral inibem a hormona antidiurética levando ao aumento do volume urinário, o que não é de todo desejável em animais com obstrução do trato urinário (Weil, 2010). O propofol é uma boa opção para a indução anestésica pois tem efeitos mínimos sobre a taxa de filtração glomerular. Por outro lado, a administração de doses elevadas de cetamina deve ser evitada em gatos com doença renal, uma vez que a sua excreção é altamente dependente do rim (Weil, 2010). No que respeita à manutenção anestésica sabe-se que tanto o isoflurano como o sevoflurano diminuem a taxa de filtração glomerular, daí que a escolha de protocolos que diminuam a quantidade destes agentes inalatórios seja vantajosa, podendo recorrer-se à administração de infusões contínuas de opioides, a anestésicos locais ou regionais assim como ao uso de medicação pré-anestésica (Weil, 2010). Também Luca e colaboradores (2017) no seu estudo retrospectivo de anestesia na implantação de dispositivos SUB em gatos recorreram a protocolos anestésicos com anestesia balanceada e analgesia multimodal, na tentativa de minimizar a depressão cardiorrespiratória e maximizar o alívio da dor.

No que respeita ao período intracirúrgico é importante testar o dispositivo a fim de garantir a sua permeabilidade e promover a sua lubrificação (Berent & Weisse, 2018a).

Após a colocação do SUB os animais permanecem hospitalizados em média 3 a 5 dias, no entanto é importante reforçar que doentes com obstrução ureteral necessitam de uma monitorização cuidadosa salientando a extrema importância dos cuidados pós-operatórios (Berent, 2011b; Cuddy, 2018).

Em gatos existe um risco particularmente elevado de desenvolverem diurese pós-obstrutiva grave (por vezes com produção de urina a exceder os 100 ml/hora), e consecutivamente uma sobrecarga de fluidos, devido às elevadas taxas de fluidoterapia que lhes são administradas na tentativa de manter o animal hidratado, daí que a monitorização cuidadosa destes animais seja tão importante (Berent, 2011b, 2015, 2019a). Na experiência de Allyson Berent, a maioria dos animais que desenvolvem insuficiência cardíaca congestiva após o alívio do episódio obstrutivo (usualmente 2-5 dias depois) apresenta um ecocardiograma normal anteriormente ao protocolo anestésico. Por esta razão, todos os gatos devem ser tratados como doentes cardíacos, ou com elevado risco de desenvolverem sobrecarga de fluidos, sendo importante a monitorização da pressão venosa central, do peso corporal e do *output* urinário. A fluidoterapia deve ser mantida a uma taxa de manutenção no sentido de assegurar uma hidratação adequada, o equilíbrio cardiovascular e uma melhoria da azotemia (Berent, 2011b, 2019a). Quando possível pode recorrer-se à hidratação entérica e desta forma recomenda-se a colocação de um tubo de

esofagostomia aquando da cirurgia descompressiva, que permite também o aporte nutricional necessário através desta via, sobretudo em animais anoréticos, com perda de peso e úlceras a nível da cavidade oral (Berent, 2011b, 2015, 2019a; Clarke, 2018b). Assim, em caso de tolerância por parte dos animais a administração de fluidos entéricos é mantida a uma taxa de 60-120 ml/kg/dia (Berent, 2011b). No entanto, se a produção de urina for superior à taxa indicada é recomendada a administração intravenosa de uma solução salina a 0,45% com 2,5% de dextrose a uma taxa de 60 ml/kg/dia e, caso a produção de urina exceda a combinação deste volume, é então adicionado um fluido de reposição de eletrólitos balanceado (Berent, 2011b, 2019a). Segundo a autora, animais críticos sujeitos à cirurgia de implantação de SUB e aos quais foi instituído este protocolo de fluidoterapia sobreviveram, não ocorrendo mortes por sobrecarga de fluidos (Berent, 2019a). Uma vez atingida a estabilidade cardiovascular com os valores de creatinina a diminuir continuamente é recomendada a retirada progressiva dos fluidos intravenosos, mantendo-se a ingestão de fluidos ligeiramente abaixo do *output* urinário estimado/quantificado, de forma a evitar a sobre-hidratação (Berent, 2011b, 2019a).

Nos animais poliúricos por diurese pós-obstrutiva pode considerar-se a colocação de um cateter venoso a nível da veia jugular, pois além de possibilitar a colheita venosa constante, é bem tolerado em gatos e permite a substituição dos cateteres periféricos que geralmente ficam bastante conspurcados nestas situações. Além do indicado, possibilita a monitorização da pressão venosa central o que permite orientar a fluidoterapia intravenosa (Clarke, 2018b).

Um dos problemas frequentes no período pós-cirúrgico é a azotemia persistente em mais de 40-50% dos cães e 25-50% dos gatos, sendo necessário monitorizar de forma cuidadosa a progressão da doença renal, a presença de reobstruções, infeções do trato urinário, hipertensão, hiperfosfatemia e má funcionalidade do dispositivo. Felizmente a maioria destes animais encontra-se no estadio 1-2 da escala IRIS o que lhes proporciona um bom prognóstico em termos de semivida (Berent, 2011b).

Relativamente à cobertura antibiótica no período pós-operatório é recomendada a realização de uma antibioterapia de largo espectro durante um período de 2 semanas. Em medicina humana o uso de fluoroquinolonas impede o desenvolvimento de biofilmes bacterianos em dispositivos urinários, sendo considerado o tratamento padrão nestas situações, extrapolando-se esta recomendação para a medicina veterinária (Berent, 2015).

Adicionalmente, o controlo da dor pós-cirúrgica é um ponto importante a considerar em animais sujeitos à implantação de um dispositivo deste tipo, uma vez que a disseção do tecido subcutâneo ventrolateral para colocação do portal conduz a um desconforto significativo nas

primeiras 24 a 48 horas após implantação. O bloqueio da dor com bupivacaína é uma prática adjuvante útil. No entanto, em gatos, é recomendado o uso de buprenorfina (0,01-0,02 mg/Kg, IV, cada 6 a 8 horas (q6-8h)) e dexmedetomidina (0,25-1 µg/kg/hora em infusão contínua) cuja combinação propicia um efeito analgésico com menores sinais de disforia, comparativamente à analgesia fornecida pelos fármacos opioides isoladamente (Clarke, 2018b).

Por fim, é importante monitorizar a presença de possíveis vazamentos urinários a nível abdominal e subcutâneo em redor do portal implantado e, ao se confirmar este tipo de ocorrências devem ser tratadas como emergências cirúrgicas devendo-se proceder à sua correção imediatamente (Berent, 2015).

## Monitorização e Manutenção

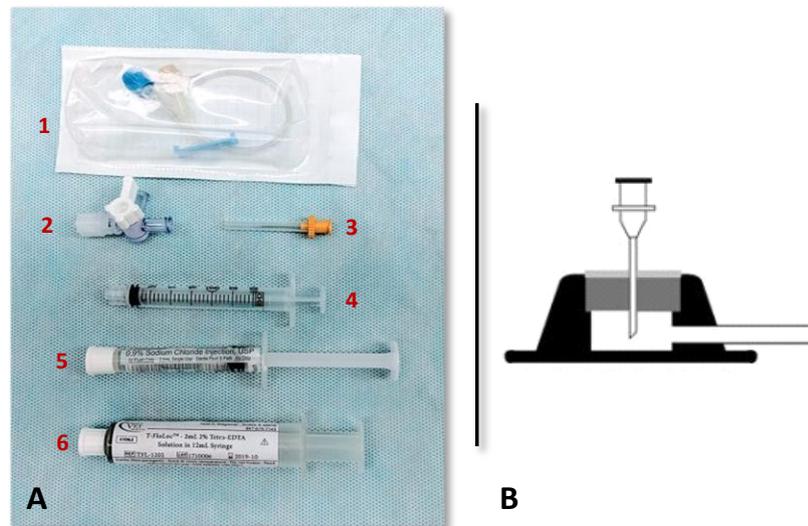
O acompanhamento do animal após a alta hospitalar depende da gravidade da azotemia, da presença ou não do tubo de esofagostomia e do tipo de suturas realizadas (Clarke, 2018b). Geralmente a reavaliação inicial ocorre 1-2 semanas após a cirurgia, seguida de uma monitorização 1 mês depois, com posterior acompanhamento todos os 3 meses nos primeiros 1-2 anos, e seguimentos subsequentes a cada 6 meses (Berent, 2011b). Esta avaliação usualmente inclui a realização de hemograma, perfil bioquímico, doseamento das hormonas tiroideias (em gatos), análise de urina e respetiva urocultura, avaliação do rácio proteína/creatinina urinário (em gatos), medição da pressão arterial assim como uma avaliação radiográfica e ecográfica abdominal direcionada para o trato urinário (Berent, 2011b). Desta forma, além de se determinar o estado fisiológico do animal, o recurso à imagiologia permite avaliar o diâmetro da pélvis renal e ureter, a presença de líquido livre, a localização dos cateteres de nefrostomia e cistostomia, assegurando a ausência de incrustações, oclusões ou migração do dispositivo SUB (Berent, 2015). Segundo Fages e colaboradores (2018), em gatos, é expectável que a largura da pélvis renal seja  $\leq 3,5$  mm três meses após a colocação do *bypass* ureteral subcutâneo. Adicionalmente, a monitorização adequada destes animais pode incluir alterações na sua dieta, o uso de quelantes do fósforo, antiácidos, citrato de potássio (em caso de tendência à formação de cálculos de oxalato de cálcio) e a administração de inibidores da enzima de conversão da angiotensina (aquando da presença de proteinúria) (Berent, 2011b).

A monitorização da permeabilidade deste dispositivo assim como a sua lavagem regular é recomendada pelos seus fabricantes, recorrendo-se maioritariamente à orientação ecográfica para esta finalidade, ou menos frequentemente à fluoroscopia com injeção de contraste através do portal subcutâneo (Berent & Weisse, 2018a, 2018b).

As recomendações atuais sugerem o *flushing* do sistema anteriormente à alta hospitalar, 1 semana após a intervenção cirúrgica, com posterior manutenção 1 mês após a sua colocação, e subsequente acompanhamento a cada 3 meses (Berent & Weisse, 2018a, 2018b). A primeira lavagem após a cirurgia permite garantir a descompressão da pélvis renal e a ausência de coágulos sanguíneos a nível da bexiga, podendo este procedimento ser realizado de forma mais frequente em casos cujos riscos de incrustação do dispositivo (por hipercalcemia, histórico de mineralização do SUB, etc.) ou infeção (no período pré-cirúrgico por exemplo) sejam mais elevados (Berent & Weisse, 2018a; Berent, 2019b).

Geralmente este procedimento não requer a administração de qualquer sedação ou anestesia, posicionando-se o animal em decúbito dorsal com o mínimo de contenção e idealmente numa marquesa com tampo em V, de forma a facilitar o acesso ao portal subcutâneo e a avaliação ecográfica (Berent & Weisse, 2018a, 2018b). Em caso de necessidade pode recorrer-se a uma ligeira sedação para facilitar todo o processo (Clarke, 2018b).

O *kit* para lavagem do sistema SUB inclui todos os componentes necessários para a sua realização (Figura 16). Desta forma, contém uma agulha com ponta de bisel especial (tipo Huber), ideal para perfurar o diafragma de silicone do portal subcutâneo sem o danificar, o que permite a recolha de amostras de urina destinadas idealmente a análise e cultura em cada *flushing* do sistema, assim como a infusão de uma nova solução de ácido etilendiaminotetracético tetrassódico a 2% (designado tetra-EDTA ou T-FloLoc™), que consiste num potente quelante do cálcio com propriedades antibacterianas, antifúngicas e anticoagulantes (Berent & Weisse, 2018a, 2018b; Dunn, 2018; Berent, 2019b). A solução referida é bem tolerada pelos animais sendo essencial na prevenção de oclusões por detritos, na limpeza de sistemas parcialmente mineralizados, assim como na lavagem de sistemas em animais que padecem de infeções recorrentes, evitando também a formação de biofilmes (Berent & Weisse, 2018a; Dunn, 2018; Chik *et al.*, 2019). A sua utilização é bastante recente não estando incluída nas recomendações originais de manutenção destes sistemas, que referiam somente a lavagem dos dispositivos com uma solução salina estéril (Chik *et al.*, 2019). A partir do momento em que o novo protocolo de limpeza foi implementado menos de 2% dos animais (gatos) continuaram a apresentar sinais de mineralização do dispositivo ou infeções crónicas, contribuindo assim para uma diminuição da necessidade de troca destes dispositivos (Berent, 2019a; Chik *et al.*, 2019).



**Figura 16** – *Flush kit*. **A** – Componentes necessários para a lavagem do sistema SUB. **1** - Conector de porta T; **2** - Torneira de 3 vias; **3** – Agulha de Huber de 22 G; **4** - Seringa vazia de 3 ml; **5** - Seringa de 3 ml com 2,5 ml de solução salina estéril; **6** – Seringa de 12 ml com 2 ml de tetra-EDTA (T-FloLoc™); **B** – Imagem pormenorizada que demonstra o modo como a agulha de Huber se insere no centro perfurável de silicone do portal implantado subcutaneamente (adaptado de Berent & Weisse, 2018b).

## Complicações e Prognóstico

Segundo os dados de Allyson Berent mais de 250 *bypasses* ureterais subcutâneos foram implantados ao longo dos últimos 10 anos, associando-se a sua utilização a taxas de sucesso elevadas (Berent, 2019b).

No entanto, apesar de todas as vantagens inerentes a estes dispositivos, existem riscos e complicações associadas que devem ser tidos em consideração antes da sua implantação, uma vez que só assim se poderá decidir sobre qual a melhor opção de tratamento para animais com ureterolítase obstrutiva.

Um estudo recentemente publicado, em que foram implantados vários *bypasses* ureterais subcutâneos com diversas alterações na sua constituição, indica quais as principais complicações que podem ocorrer no período intraoperatório, perioperatório, a curto e a longo prazo (Berent *et al.*, 2018). O trabalho citado incluiu um vasto número de animais (134 gatos), tendo-se implantado um total de 174 dispositivos SUB devido a episódios de obstrução ureteral unilateral ou bilateral, no decorrer de 144 hospitalizações (Berent *et al.*, 2018). Face à casuística elevada e à diversidade de sistemas SUB incluídos, o estudo retrata na perfeição as complicações inerentes aos *bypasses* referidos, estando estas devidamente indicadas na tabela seguinte (Tabela 1).

**Tabela 1** – Complicações associadas à implantação de *bypasses* ureterais subcutâneos em gatos (Fontes: Berent *et al.*, 2018; Berent & Weisse, 2018a).

	COMPLICAÇÕES
<p><b>PERÍODO INTRAOPERATÓRIO</b> (durante a cirurgia e até 8 horas depois)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda de urina na zona de junção do cateter com o portal (<b>2% disp.</b>)*</li> <li>- Presença de coágulo sanguíneo num dos cateteres do sistema (<b>2% disp.</b>)**</li> <li>- Torção de um dos cateteres do dispositivo (<b>2% disp.</b>)***</li> <li>- Hemorragia renal durante a colocação do cateter de nefrostomia (<b>1% disp.</b>)****</li> <li>- Hemorragia renal subcapsular (<b>1% disp.</b>)*****</li> </ul> <p>* Houve necessidade de recorrer à recolocação do cateter                  ** Eliminado por lavagem                  *** Reposicionado no abdómen antes de suturar o animal                  **** Autolimitante</p> <p>Nenhum animal morreu durante a cirurgia de implantação do sistema SUB</p>
<p><b>PERÍODO PERIOPERATÓRIO</b> (até 7 dias após a cirurgia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de coágulo sanguíneo num dos cateteres do sistema (<b>5% disp.</b>)*</li> <li>- Perda de urina pelo sistema SUB (<b>3% disp.</b>)**</li> <li>- Sobrecarga de fluidos (<b>4% hosp.</b>)***</li> <li>- Disúria (<b>3% hosp.</b>)</li> <li>- Obstrução uretral (<b>2% hosp.</b>)</li> <li>- Convulsões no período pós-operatório (<b>2% hosp.</b>)</li> <li>- Agravamento da azotemia (<b>1,4% hosp.</b>)</li> <li>- Dobra no sistema (<b>1% disp.</b>)****</li> <li>- Hematoma grave na parede abdominal (<b>1% hosp.</b>)*****</li> </ul> <p>* Detetado ecograficamente                  ** Identificada após <i>flushing</i> do sistema com meio de contraste                  *** Evidenciada por radiografia e ecocardiografia                  **** Detetada na radiografia de controlo                  ***** Sem deteção de perdas pelo dispositivo SUB</p> <p>Foi necessária revisão cirúrgica em <b>7% hosp.</b></p>
<p><b>CURTO PRAZO</b> (após 1 semana da cirurgia e até 30 dias depois)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oclusão de um dos cateteres com coágulo sanguíneo (<b>2% disp.</b>)</li> <li>- Mineralização do dispositivo (<b>1% disp.</b>)*</li> <li>- Presença de seroma (<b>1% hosp.</b>)</li> <li>- Obstrução uretral (<b>1% hosp.</b>)**</li> </ul> <p>* Com presença de cálculo a obstruir o sistema                  ** Devido à passagem de um ureterólito</p>
<p><b>LONGO PRAZO</b> (após 1 mês da cirurgia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstrução do sistema por mineralização do dispositivo (<b>25% disp.</b>)*</li> <li>- Dobra no sistema (<b>3% disp.</b>)</li> <li>- Identificação de coágulo sanguíneo (<b>1% disp.</b>)</li> <li>- Obstrução uretral (<b>1,7% anim.</b>)</li> <li>- Disúria (<b>5,6% anim.</b>)</li> <li>- Infecção crónica do trato urinário (<b>8% anim.</b>)**</li> </ul> <p>* Verificou-se necessidade de troca em apenas <b>13% disp.</b>                  ** &gt; do que 1 infecção sintomática</p>

**disp.** – Dispositivos SUB implantados; **hosp.** – Hospitalizações para cirurgia de implantação de dispositivos SUB; **anim.** – Animais sujeitos á implantação de dispositivos SUB.

Deroy e colaboradores (2017) descrevem igualmente a recorrência de sinais de doença do trato urinário inferior a curto e a longo prazo (principalmente), como cistite, hematúria ou polaquiúria e estrangúria, em gatos submetidos à implantação de sistemas SUB, no entanto, estes são maioritariamente prevalentes em animais com *stents* ureterais. O mesmo sucede relativamente à oclusão de ambos os dispositivos a longo prazo, resultando numa maior necessidade de substituição dos *stents* comparativamente aos *bypasses* subcutâneos. Diferencialmente este estudo reporta de forma original a presença de dor a nível do flanco em 23% dos gatos submetidos à colocação de *stents*, efeito bastante comum em pacientes humanos com o mesmo tipo de dispositivos. Felizmente, em animais com sistemas SUB não existem relatos nesse sentido.

Além das complicações descritas, outras situações indesejadas são mencionadas por mais autores cujos trabalhos envolvem a implantação de *bypasses* ureterais subcutâneos em gatos. Pilot *et al.* (2017) descrevem pela primeira vez o deslocamento e migração do cateter de cistostomia a partir do seu *cuff*, resultando na necessidade de revisão cirúrgica sem problemas acrescidos. No trabalho de Livet *et al.* (2017) são descritas outras complicações cuja ocorrência está associada à ausência de fluoroscopia na cirurgia de implantação dos dispositivos em causa, o que resultou na má inserção do cateter de nefrostomia no interior da pélvis renal e no seu mau ajustamento, culminando na impossibilidade de formação da ansa de bloqueio com formato *locking loop*. Adicionalmente Dirrig e colaboradores (2020), além de referirem que todas as torções nestes dispositivos (obstrutivas ou não obstrutivas) ocorrem junto ao portal subcutâneo, no ponto em que os seus cateteres atravessam a parede abdominal, ressaltando que a técnica cirúrgica realizada influencia muitas das complicações subjacentes, indicam também que a perda da ansa de bloqueio com conformação *pigtail* do cateter de nefrostomia pode ser um dos problemas associados aos dispositivos em causa, mesmo aquando da sua implantação sob orientação fluoroscópica. No entanto, apesar das complicações referidas, todos os autores consideram os *bypasses* ureterais subcutâneos uma boa opção terapêutica para gatos com obstruções ureterais, salientando a importância da monitorização constante destes animais e referindo também que muitos deles não teria sobrevivido sem este tipo de tratamento (Deroy *et al.*, 2017; Livet *et al.*, 2017; Dirrig *et al.*, 2020).

Apesar das elevadas taxas de sucesso atribuídas à implantação dos dispositivos SUB em gatos, poucos são os estudos realizados noutras espécies. Recentemente, um estudo publicado num pequeno grupo de cães evidenciou a eficácia destes dispositivos no alívio das obstruções ureterais a curto prazo nesta espécie, inclusive em casos onde a utilização de *stents* ureterais foi

malsucedida. No entanto, nestes animais, a sua utilização resultou em taxas de mineralização elevadas (na ordem dos 50%) com subsequente oclusão de muitos destes sistemas. Apesar do descrito constatou-se que protocolos de *flushing* recorrentes podem prevenir este tipo de complicações, principalmente em cães com tendência à formação de cálculos. Contudo, de acordo com os autores, a implantação de *bypasses* subcutâneos em cães deve estar reservada para situações em que os *stents* ureterais ou as cirurgias tradicionais estejam contraindicadas, sejam malsucedidas ou se revelem complexas, preferindo-se a sua utilização em gatos (Milligan *et al.*, 2020).

Voltando ao artigo inicialmente citado, e tal como Horowitz *et al.* (2013) sugeriam no seu trabalho, os autores referem que em gatos com obstrução ureteral o diâmetro da pélvis renal não parece estar relacionado com o grau de azotemia pós-renal, não havendo associação entre a gravidade da sua dilatação e os resultados obtidos a curto e longo prazo após a cirurgia de implantação dos *bypasses* ureterais subcutâneos (Horowitz *et al.*, 2013; Berent *et al.*, 2018). Assim, os únicos fatores pré-cirúrgicos que parecem estar relacionados com o tempo de semivida dos animais em causa são a presença de doença renal crónica, um historial de perda de peso progressivo tal como episódios de sobrecarga de fluidos (Berent *et al.*, 2018). Após a cirurgia, ambos os autores concordam que a concentração de creatinina sérica assim como o estadio na escala IRIS, alguns meses após a implantação destes sistemas, parecem ser fatores significativamente relacionados ao tempo de sobrevivência destes animais (Horowitz *et al.*, 2013; Berent *et al.*, 2018).

No estudo, a mortalidade perioperatória rondou os 6%, com ausência de mortes associadas a obstruções ureterais persistentes ou à própria cirurgia, o que comparativamente aos *stents* ureterais (7,5%) ou à cirurgia tradicional (21%) evidencia melhores resultados (Berent *et al.*, 2018; Berent, 2019b). A taxa de sobrevivência dos animais aquando da alta hospitalar foi de 93,8%, diminuindo para 74% um ano após esta data (Berent *et al.*, 2018). Em geral, o tempo médio de vida dos gatos submetidos à implantação de dispositivos SUB foi de 827 dias (cujo recorde atingiu os 2397 dias), durante uma média de 1072 dias de monitorização após a cirurgia. Apenas 28% dos animais morreram por suspeita de doença renal, o que na globalidade sugere que, com tratamento adequado, gatos com ureterolítase obstrutiva podem ter um excelente prognóstico após a implantação de *bypasses* ureterais subcutâneos (Berent *et al.*, 2018).

Finalmente, importa ressaltar que o dispositivo SUB<sup>TM</sup> 2.0 comercializado pela Norfolk Vet Products® tem sido sujeito a modificações progressivas ao longo dos últimos anos, com o objetivo de solucionar ou minimizar algumas das complicações que lhe estão associadas e que

aqui se encontram descritas. Portanto, nesta versão o sistema é constituído por cateteres de poliuretano que contribuem para a diminuição das taxas de oclusão, *cuffs* de PET que previnem as perdas urinárias e cateteres de cistostomia multifenestrados e com *design locking loop* que evitam migrações indesejadas. Adicionalmente, a infusão de uma nova solução de limpeza (tetra-EDTA) de forma profilática tem vindo a contribuir para a diminuição das taxas de mineralização e infeção pós-cirúrgica, culminando todas as alterações numa melhoria das taxas de sucesso relacionadas a esta opção de tratamento (Berent *et al.*, 2018; Berent & Weisse, 2018a; Dirrig *et al.*, 2020). De igual forma, a falta de experiência/treino dos cirurgiões é outro fator importante a ter em consideração, sendo muito importante seguir todas as recomendações sugeridas pelos fornecedores dos dispositivos. Então, uma vez que a implantação destes sistemas apesar de simples se revelar tecnicamente desafiante é importante para os novos usuários ter em consideração o curso fornecido pela Norfolk Medical, assim como a implantação prévia de dispositivos em cadáveres, ou o recurso a modelos 3D disponibilizados separadamente pela empresa que comercializa os sistemas, contribuindo assim para uma minimização das complicações inerentes.

# **Capítulo II – Material e Métodos**

## **Apresentação de casos clínicos**

## **Considerações gerais**

Os casos clínicos incluídos no presente trabalho apresentaram-se à consulta no Centro Hospitalar Veterinário do Porto no período compreendido entre julho 2018 e março de 2020, havendo um acompanhamento posterior da sua evolução clínica até julho do presente ano. Todos os animais selecionados foram referenciados por outras clínicas/hospitais do país tendo sido incluídos no estudo por apresentarem um diagnóstico final de ureterolítase obstrutiva, confirmada por ecografia abdominal e excepcionalmente por tomografia computadorizada, e cujo tratamento escolhido recaiu na correção cirúrgica da obstrução através da implantação unilateral de um *bypass* ureteral subcutâneo.

A informação recolhida sobre os casos clínicos em causa foi obtida a partir dos registos médicos disponibilizados pelo CHV e também através do acompanhamento permanente da maioria dos animais, prestando-se especial atenção aos dados referentes à sua história pregressa, sinais clínicos, exames físicos, análises laboratoriais, exames complementares de diagnóstico e respetivos relatórios, tratamento médico instituído pré e pós cirurgicamente, técnica cirúrgica realizada e acompanhamento pós-operatório, tal como à monitorização a curto e longo prazo inclusive aquando da realização dos protocolos de lavagem recomendados para estes dispositivos.

O trabalho aborda no total cinco casos clínicos, sendo que dois deles foram incluídos de forma a possibilitar um acompanhamento mais prolongado dos animais, uma vez que nestes casos a cirurgia de implantação dos sistemas SUB ocorreu previamente à realização do estágio, que decorreu ao longo de um período de 6 meses, entre setembro de 2019 e março de 2020. De igual forma, e conforme já foi referido no presente trabalho, os dispositivos SUB atualmente comercializados têm vindo a sofrer alterações ao longo dos últimos anos, sendo que os atuais sistemas recomendados apresentam um *design* e um protocolo de lavagem que minimiza uma série de complicações que lhes são inerentes. Assim, a inclusão de um maior número de animais, onde um deles em particular foi submetido à implantação de um *bypass* ureteral subcutâneo atualmente em desuso, possibilita a obtenção de um trabalho mais preciso onde a evolução clínica de cada caso pode reportar dados importantes relativamente ao tratamento cirúrgico abordado face a episódios de ureterolítase obstrutiva.

## Descrição dos casos clínicos

Neste trabalho apenas foram incluídos gatos com ureterolítase obstrutiva, uma vez que a casuística relativa à implantação de dispositivos SUB no CHV é ainda bastante reduzida e não abrange animais de outras espécies. Desta forma, nos casos clínicos considerados todos os animais pertenciam à raça europeu comum e a média de idades no momento do diagnóstico rondou os 5 anos, incluindo-se nesta amostra gatos de ambos os géneros e de diferentes estadios reprodutivos. Para facilitar a identificação de cada caso clínico, descreve-se em seguida de forma detalhada todas as informações relativas aos gatos em estudo, tendo em conta o historial que precedeu a chegada dos animais ao CHV.

Os animais foram referidos por vários motivos, nomeadamente pela impossibilidade de os monitorizar adequadamente, pela degradação do seu estado geral e ausência de resposta face ao tratamento médico instituído, mas principalmente pelo facto do CHV possibilitar a implantação de dispositivos SUB como opção de tratamento a situações de ureterolítase obstrutiva. Assim, importa referir que a abordagem inicial a cada um dos animais variou muito consoante os exames/tratamentos previamente realizados, a sintomatologia e condição médica apresentada, tal como a presença de doença concomitante.

### Caso clínico nº. 1

**Tabela 2** – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 1.

<b>Espécie:</b> <i>Felis catus</i> (gato)
<b>Raça:</b> europeu comum
<b>Género:</b> macho
<b>Estado reprodutivo:</b> castrado
<b>Idade:</b> 7 anos
<b>Peso:</b> 4,6 kg
<b>Referido em:</b> julho 2018
<b>Diagnóstico:</b> cálculo renal esquerdo e obstrução ureteral bilateral por ureterolítase com recomendação de implantação de SUB esquerdo.

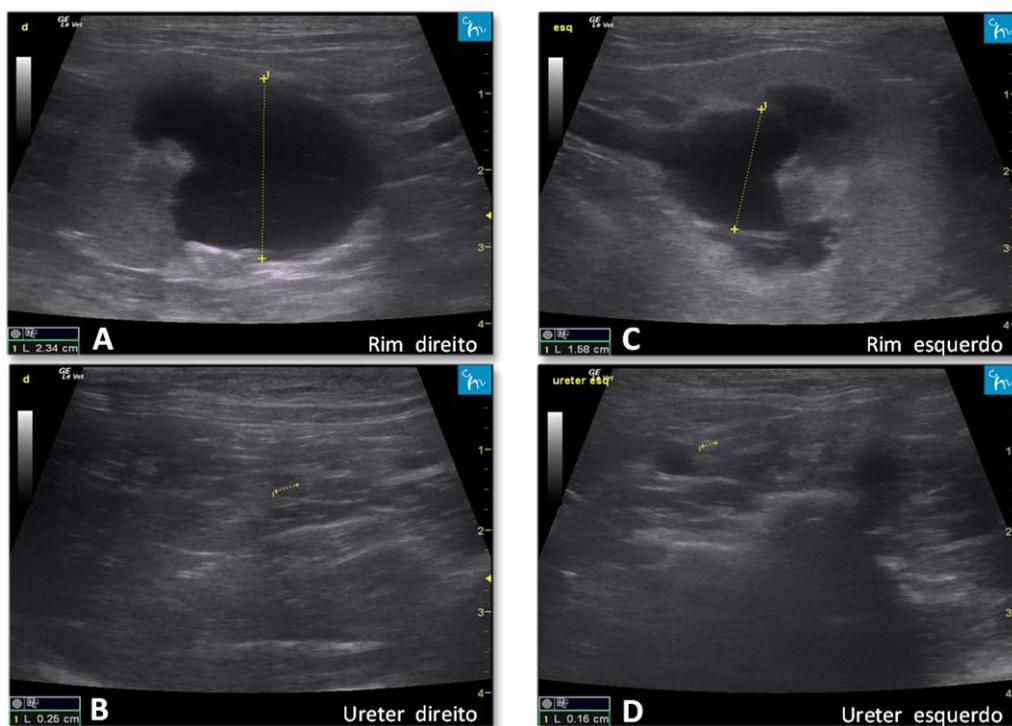
O animal em causa (Tabela 2) foi referido com diagnóstico prévio de obstrução urinária por cálculos ureterais. O tratamento médico instituído até então e que consistia na administração de fluidos a uma taxa de manutenção, buprenorfina (0,01 mg/kg, IV, de 8 em 8 horas (TID)) e amitriptilina (1 mg/kg, PO, de 24 em 24 horas (SID)) não estava a surtir qualquer efeito, não ocorrendo mobilização dos cálculos presentes ou melhoria na azotemia apresentada. Assim, o médico veterinário que acompanhava o caso clínico referiu o animal colocando a hipótese da

implantação de um *bypass* ureteral subcutâneo, de forma a corrigir a obstrução ureteral presente.

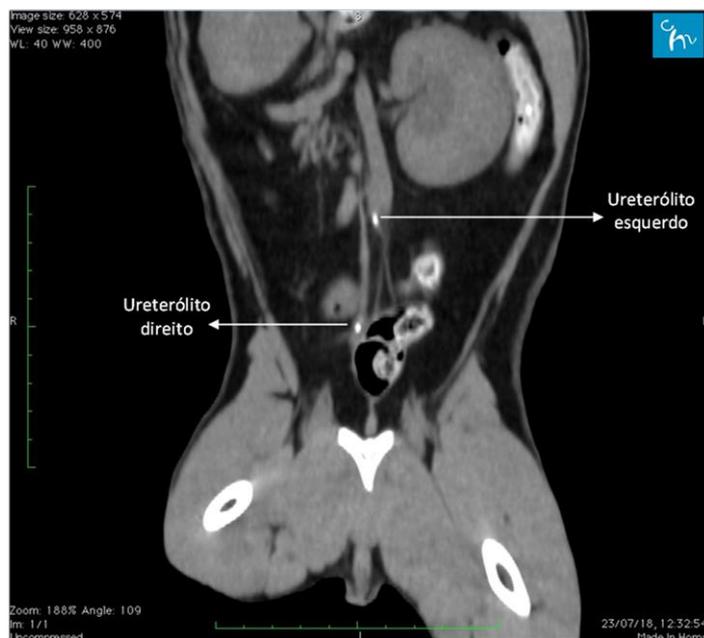
O animal apresentou-se à consulta no CHV e durante a anamnese foi possível perceber que apresentava um quadro de perda de peso crónica, apatia e prostração, não se verificando quaisquer outras alterações dignas de registo. Ao exame físico constou-se dor à palpação em ambos os rins e aumento de tamanho do rim direito comparativamente ao contralateral, que exibía uma menor dimensão à palpação.

À ecografia abdominal foi detetada a presença de pielectasia e obstrução ureteral bilateralmente, apresentando o rim direito um quadro de hidronefrose grave com atrofia corticomedular, detetando-se um cálculo ureteral localizado no terço distal do ureter direito. Contralateralmente detetou-se a presença de um cálculo renal (2,6 mm de diâmetro) adicionalmente ao ureterólito existente, que se localizava ao nível do terço médio do ureter, não se verificando no entanto alterações relativamente ao parênquima renal esquerdo (Figura 17). Além do descrito foi detetada a presença de vários cálculos vesicais.

O diagnóstico final de obstrução ureteral bilateral foi confirmado também por tomografia computadorizada (Figura 18).



**Figura 17** – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 1, em que foi diagnosticada a presença de obstrução ureteral bilateral. **A** – Rim direito com hidronefrose grave e pielectasia de 23,4 mm de diâmetro, secundárias à presença de cálculo ureteral com diâmetro aproximado a 2,5 mm (**B**); **C** – Presença de dilatação piélica a nível do rim esquerdo alcançando os 15,8 mm de diâmetro, devido a ureterólito com diâmetro de 1,6 mm aproximadamente (**D**) (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).



**Figura 18** – Tomografia computadorizada relativa ao caso clínico n.º. 1 que põe em evidência a presença de duas estruturas hiperatenuantes (atenuação osso) em cada um dos ureteres. As estruturas indicadas são compatíveis com ureterólitos e a sua presença resultou em obstrução ureteral bilateral além de distensão ureteral esquerda a montante do cálculo presente (imagem gentilmente cedida pelo CHV, Porto).

Após colheita de sangue o hemograma não revelou alterações dignas de registo, no entanto, conforme o previsto, a análise bioquímica sérica/ionograma detetou a presença de azotemia tal como de hipercalemia e hiperclorémia ligeiras (Tabela 3).

**Tabela 3** – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma aquando da receção do caso clínico n.º. 1.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Ureia (mg/dL)	<b>61,6</b>	17,6 – 32,8
Creatinina (mg/dL)	<b>4,7</b>	0,8 – 1,8
Potássio (mEq/L)	<b>5</b>	3,4 – 4,6
Cloro (mEq/L)	<b>123</b>	107 – 120

A avaliação do sedimento urinário após colheita de urina por cistocentese evidenciou a presença de eritrócitos (hematúria), comprovando a cultura microbiológica da mesma a ausência de crescimento microbiano.

O tratamento médico instituído anteriormente foi continuado durante um período aproximado a 24 horas, tendo o animal sido submetido a cirurgia de implantação de SUB esquerdo e cistotomia no dia seguinte à sua entrada no CHV.

## Caso clínico nº. 2

**Tabela 4** – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 2.

<b>Espécie:</b> <i>Felis catus</i> (gato)
<b>Raça:</b> europeu comum
<b>Género:</b> fêmea
<b>Estado reprodutivo:</b> esterilizada
<b>Idade:</b> 9 anos
<b>Peso:</b> 3,32 kg
<b>Referido em:</b> junho 2019
<b>Diagnóstico:</b> rim esquerdo com sinais degenerativos severos e obstrução ureteral bilateral por múltiplos ureterólitos com recomendação de implantação de SUB direito.

O animal descrito anteriormente (Tabela 4) foi referenciado para o CHV após o diagnóstico de obstrução ureteral bilateral, não tendo iniciado qualquer tratamento médico prévio e com o intuito de se avaliar a possibilidade de implantação de um *bypass* ureteral subcutâneo para correção da obstrução presente.

Na clínica que habitualmente o acompanhava, o animal foi observado numa primeira instância por queixa de anorexia, prostração e polaquiúria, sabendo-se que a sua urina foi sujeita a análise microbiológica e que descartou a existência de crescimento bacteriano.

Já no hospital, e aquando da realização do exame físico, não foram detetadas alterações dignas de registo. Adicionalmente, foram realizados exames complementares de diagnóstico que indicaram um aumento dos valores da ureia e creatinina sérica (Tabela 5), além da presença de uma leucocitose com ligeira neutrofilia (valores não encontrados).

**Tabela 5** – Resultados da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico nº. 2 aquando do seu primeiro internamento no CHV.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Ureia (mg/dL)	<b>139,7</b>	22 – 64
Creatinina (mg/dL)	<b>5,13</b>	0,9 – 2,2

Após colheita de urina por cistocentese foi detetada a presença de hematúria sem piúria, corroborando mais uma vez a cultura urinária a ausência de crescimento microbiano.

A obstrução ureteral bilateral foi confirmada por uma nova avaliação ecográfica abdominal que revelou a presença de vários cálculos a nível do ureter esquerdo, assim como alterações renais crónicas graves no rim ipsilateral, apresentando contornos irregulares, perda da diferenciação corticomedular e uma redução das suas dimensões. Contralateralmente foi

detetada a presença de hidronefrose e pielectasia renal direita (11 mm de diâmetro), além da existência de hidroureter e ureterolitíase proximal por múltiplos cálculos.

Face ao seu historial clínico e aos exames realizados, procedeu-se ao internamento do animal instituindo-se de imediato tratamento médico com fluidos (lactato de ringer a uma taxa de manutenção), amitriptilina (1 mg/kg, PO, SID) e buprenorfina (0,01 mg/kg, IV, TID).

Após 7 dias de tratamento o animal teve alta hospitalar com valores já normalizados da creatinina sérica (1,93 mg/dL, intervalo de referência: 0,9 – 2,2 mg/dL), tendo o tratamento médico instituído sido bem-sucedido, resultando na mobilização parcial dos cálculos ureterais e na descompressão da pélvis renal direita (2,8 mm de diâmetro).

Infelizmente, duas semanas após a alta hospitalar, o animal voltou com recidiva dos sinais clínicos anteriormente apresentados, detetando-se novamente a presença de azotemia (Tabela 6).

**Tabela 6** – Resultados da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico n.º 2 quando do seu segundo internamento no CHV e anteriormente à cirurgia de implantação do sistema SUB.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Ureia (mg/dL)	43,6	17,6 – 32,8
Creatinina (mg/dL)	2,63	0,8 – 1,8

Posteriormente a uma nova avaliação ecográfica abdominal detetou-se um agravamento da dilatação piélica renal direita, verificando-se igualmente a presença de hidronefrose e hidroureter ipsilateral com múltiplos cálculos a nível proximal (Figura 19).



**Figura 19** – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico n.º 2. **A** – Rim direito com hidronefrose e pielectasia de 14,2 mm de diâmetro, secundárias à presença de múltiplos cálculos ureterais; **B** – Hidroureter direito com 2,8 mm de diâmetro; **C** – Presença de múltiplos cálculos a nível do ureter direito (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Uma vez que o animal se encontrava estável e a pélvis renal apresentava uma dilatação compatível com os parâmetros requeridos pela cirurgia em causa, este foi submetido a intervenção cirúrgica no dia seguinte ao seu internamento.

### Caso clínico nº. 3

Tabela 7 – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 3.

<b>Espécie:</b> <i>Felis catus</i> (gato)
<b>Raça:</b> europeu comum
<b>Género:</b> macho
<b>Estado reprodutivo:</b> castrado
<b>Idade:</b> 6 anos
<b>Peso:</b> 6,6 kg
<b>Referido em:</b> dezembro 2019
<b>Diagnóstico:</b> DRC, nefrolitíase bilateral e obstrução ureteral unilateral por múltiplos ureterólitos com recomendação de implantação de SUB esquerdo.

O animal pertencente ao caso clínico número 3, caracterizado na tabela anterior (Tabela 7), apresentou-se à consulta no CHV por queixa de vômitos espumosos e alimentares agudos, prostração e hiporexia. Segundo o tutor não exibia sinais de poliúria, polidipsia, diarreia, nem aparentava perda de peso.

À anamnese foi descartada a hipótese de contacto com produtos tóxicos ou corpos estranhos, contudo, a possibilidade de ingestão de alguma planta presente no jardim da habitação foi considerada numa fase inicial, uma vez que o animal em causa tinha acesso ao exterior. Além do indicado o tutor confirmou que o animal se encontrava devidamente vacinado e desparasitado, tanto a nível interno como externo, não lhe estando a ser administrada na altura nenhum tipo de medicação.

No seu historial médico destacava-se a existência de uma ligeira alteração dos marcadores de função renal, não tendo sido possível obter uma informação detalhada sobre a sua progressão, no entanto, foi possível saber junto do médico veterinário referente que em março desse ano o rácio proteína/creatinina da urina seria de 0,7 (proteinúria).

Ao exame do estado geral e aquando da palpação profunda do abdómen o animal manifestou dor ao nível dos quadrantes superior direito e esquerdo, não se detetando mais alterações dignas de registo.

Após a realização de alguns exames complementares de diagnóstico foi detetada a presença de trombocitopenia e azotemia grave (Tabela 8). Adicionalmente, a análise urinária e a sua cultura microbiológica evidenciaram que a urina do animal era amicrobiana, no entanto, era

hipostenúrica (densidade  $\leq 1,007$ ), apresentando uma densidade de 1,022 (intervalo de referência: 1,035 – 1,060).

**Tabela 8** – Resultados do hemograma e da análise bioquímica sérica aquando da receção do caso clínico nº. 3.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Plaquetas ( $\times 10^9/L$ )	<b>40</b>	100 – 514
Ureia (mg/dL)	<b>91</b>	17,6 – 32,8
Creatinina (mg/dL)	<b>5,97</b>	0,8 – 1,8

À ecografia abdominal foram detetadas alterações crónicas moderadas no rim direito, apresentando já uma redução das suas dimensões e diminuição da diferenciação corticomedular, com presença de cálculo piélico não obstrutivo e pielectasia de aproximadamente 5 mm. O rim esquerdo apresentava também alterações crónica ligeiras, evidenciando uma forma irregular e igualmente a presença de cálculo não obstrutivo a nível da pélvis renal, que se encontrava também dilatada e com diâmetro aproximado de 4,7 mm. No ureter esquerdo foi possível observar uma ligeira dilatação no seu terço proximal e médio, sem evidência de cálculos. Concomitantemente, foram detetadas alterações a nível do jejuno, sugestivas de um processo inflamatório crónico ou linfoma, observando-se um aumento da espessura da camada muscular com diminuição da diferenciação entre as camadas intestinais.

Face ao quadro do animal este foi hospitalizado, iniciando-se nesse dia tratamento sintomático que consistiu na administração de fluidos (lactato de ringer) a uma taxa de manutenção, omeprazol (1 mg/kg, IV, de 12 em 12 horas (BID)) e maropitant (1mg/kg, por via subcutânea (SC), SID), tendo alta hospitalar 3 dias depois, com valores normais de creatinina (1,65 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), regularização do apetite e ausência de vômitos. Foi recomendada a introdução de uma dieta hipoalergénica, tendo-se marcado nova consulta de monitorização 1 mês após a alta médica.

Passadas algumas semanas o animal voltou novamente ao CHV após recidiva do quadro clínico inicial, apresentando vômitos e prostração. Após a realização de um novo painel analítico, incluindo hemograma, bioquímica sérica/ionograma e fósforo sanguíneo, verificou-se novamente a presença de azotemia grave e hipercalemia. A urianálise detetou a existência de sedimento urinário ativo com presença de leucócitos, eritrócitos e proteína, constatando-se também uma diminuição da densidade urinária face à sua análise anterior (Tabela 9). O exame bacteriológico não identificou a presença de infeção do trato urinário.

**Tabela 9** – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma e urianálise aquando do segundo internamento do animal pertencente ao caso clínico nº. 3.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Ureia (mg/dL)	75,5	17,6 – 32,8
Creatinina (mg/dL)	5,41	0,8 – 1,8
Potássio (mEq/L)	6,9	3,4 – 4,6
Densidade urinária	1,015	1,035 – 1,060

Após monitorização ecográfica e tendo em conta os achados anteriores, identificou-se a presença de hidronefrose e aumento da pélvis renal esquerda, com uma dilatação atual de 7,1 mm de diâmetro. A nível ureteral continuava a manter-se a presença de hidroureter evidenciando-se desta vez a presença de ureterolítase obstrutiva esquerda por múltiplos cálculos (Figura 20). O rim direito mostrou atrofia corticomedular.



**Figura 20** – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 3. **A** – Rim esquerdo com hidronefrose e pielectasia (7,1 mm de diâmetro), secundárias à presença de múltiplos cálculos ureterais; **B** – Um dos ureterólitos detetados com localização proximal e diâmetro aproximado de 2,4 mm (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Desta forma, o animal ficou internado para monitorização adequada sendo-lhe administrado um protocolo de fluidoterapia adequado (lactato de ringer a uma taxa e meia de manutenção) e buprenorfina (0,01 mg/kg, IV, TID).

Após sucessivas análises com o objetivo de acompanhar a evolução renal do animal e devido ao agravamento do seu quadro clínico diário, com a creatinina sérica a atingir valores de 11,35 mg/dL, avançou-se com a implantação de SUB esquerdo.

## Caso clínico nº. 4

**Tabela 10** – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 4.

<b>Espécie:</b> <i>Felis catus</i> (gato)
<b>Raça:</b> europeu comum
<b>Género:</b> fêmea
<b>Estado reprodutivo:</b> esterilizada
<b>Idade:</b> 11 meses
<b>Peso:</b> 2,56 kg
<b>Referido em:</b> fevereiro 2020
<b>Diagnóstico:</b> sutura acidental do ureter direito durante ovariohisterectomia com posterior nefrectomia direita e obstrução ureteral esquerda completa por ureterolitíase com recomendação de implantação de SUB esquerdo.

O animal identificado na tabela anterior (Tabela 10) foi referido para o CHV com o propósito de se submeter a cirurgia de implantação de dispositivo SUB após a deteção de obstrução ureteral unilateral completa por ureterolitíase.

Na consulta com o médico veterinário habitual, na semana anterior à hospitalização, o animal apresentou sinais clínicos de apatia, prostração e desconforto à palpação abdominal. Perante a inespecificidade do quadro clínico, durante a anamnese destacou-se o facto do animal ter sido submetido a nefrectomia direita num passado recente (6 semanas antes), em consequência de obstrução ureteral total por sutura acidental do ureter direito durante ovariohisterectomia.

As análises sanguíneas realizadas revelaram a presença de azotemia, hipercalemia e hiperfosfatemia (Tabela 11).

**Tabela 11** – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma do animal pertencente ao caso clínico nº. 4.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
<b>Ureia</b> (mg/dL)	<b>86,6</b>	17,6 – 32,8
<b>Creatinina</b> (mg/dL)	<b>3,68</b>	0,8 – 1,8
<b>Potássio</b> (mEq/L)	<b>5,6</b>	3,4 – 4,6
<b>Fósforo</b> (mg/dL)	<b>8,1</b>	2,6 – 6

À ecografia abdominal foi detetada a presença de hidronefrose esquerda, pielectasia (6,3 mm de diâmetro) e hidroureter (2,2 mm de diâmetro na sua porção mais proximal), confirmando-se o diagnóstico de ureterolitíase após a realização de tomografia computadorizada. Neste exame detetou-se que o cálculo ureteral presente estava localizado ao nível de L5, adjacente ao cólon.

A urianálise mostrou que a densidade urinária permanecia dentro dos parâmetros considerados normais (1,038, intervalo de referência: 1,035 – 1,060), no entanto, era já possível detetar de forma vestigial a presença de proteínas na tira teste de urina. Simultaneamente, o rácio proteína/creatinina urinário apresentava um valor de 0,4 o que comprovava que o animal se encontrava no limite inferior de proteinúria.

Após uma semana de tratamento médico o animal sofreu ligeiras melhorias, no entanto, no dia que precedeu a sua receção no CHV ocorreu um agravamento significativo do seu quadro clínico, evidenciando novamente um aumento dos valores séricos da ureia e creatinina, tal como do potássio e do fósforo sanguíneos (Tabela 12), além de uma deterioração nos parâmetros ecográficos.

**Tabela 12** – Resultados da análise bioquímica sérica/ionograma do animal pertencente ao caso clínico nº. 4.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Ureia (mg/dL)	<b>123,4</b>	17,6 – 32,8
Creatinina (mg/dL)	<b>4,58</b>	0,8 – 1,8
Potássio (mEq/L)	<b>5,5</b>	3,4 – 4,6
Fósforo (mg/dL)	<b>10,8</b>	2,6 – 6

Antes de proceder à cirurgia de correção da obstrução ureteral presente foi realizada no CHV uma avaliação ecográfica adicional, que confirmou o diagnóstico de ureterolítase a nível da região proximal do ureter esquerdo, e concomitantemente a existência de hidronefrose e pielectasia no rim ipsilateral (Figura 21). Face à duração do tratamento anteriormente instituído e ao agravamento súbito do estado clínico do animal, este foi intervencionado no próprio dia do seu internamento.



**Figura 21** – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 4. **A** – Rim esquerdo com hidronefrose e pielectasia (14,3 mm de diâmetro), secundárias à presença de cálculo ureteral; **B** – Ureterólito localizado na região proximal do ureter com diâmetro aproximado a 1,5 mm (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

## Caso clínico nº. 5

**Tabela 13** – Identificação e diagnóstico do animal pertencente ao caso clínico nº. 5.

<b>Espécie:</b> <i>Felis catus</i> (gato)
<b>Raça:</b> europeu comum
<b>Género:</b> fêmea
<b>Estado reprodutivo:</b> inteira
<b>Idade:</b> 4 anos
<b>Peso:</b> 4,92 kg
<b>Referido em:</b> fevereiro 2020
<b>Diagnóstico:</b> obstrução ureteral bilateral por ureterolitíase com recomendação de implantação de SUB esquerdo.

O animal descrito na tabela anterior (Tabela 13) apresentou-se à consulta no hospital em que habitualmente era acompanhado com história de vômitos, prostração e anorexia. Após a realização de análises sanguíneas foi-lhe detetada a presença de azotemia e trombocitopenia (Tabela 14), o que motivou a realização de exames complementares adicionais.

**Tabela 14** – Resultados do hemograma e da análise bioquímica sérica do animal pertencente ao caso clínico nº. 5.

Parâmetro em análise	Resultado obtido	Intervalo de Referência
Plaquetas (K/ $\mu$ L)	140	151 – 600
Ureia (mg/dL)	60	16 – 36
Creatinina (mg/dL)	4,4	0,8 – 2,4

Ainda no local de referência foram efetuadas radiografias abdominais que revelaram a presença de duas estruturas radiopacas a nível dos ureteres, levando à suspeita de ureterolitíase bilateral, confirmada após avaliação ecográfica. Mais detalhadamente e aquando deste exame, foi detetada a existência de dilatação piélica direita (4,5 mm) e esquerda (10,5 mm), secundárias respetivamente à presença de múltiplos cálculos ureterais (com o ureterólito de maior tamanho a atingir os 2 mm de diâmetro) e cálculo ureteral único de grandes dimensões (4 mm). No entanto, e apesar da existência de *jet* urinário bilateralmente ao nível da junção ureterovesical, a menor intensidade demonstrada pelo lado esquerdo, juntamente com os restantes sinais clínicos e exames complementares, indicou a necessidade de correção da obstrução presente.

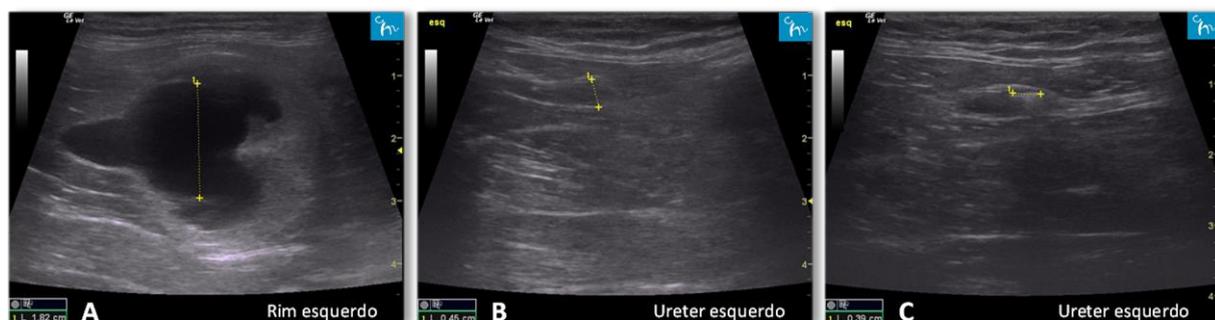
Face ao diagnóstico obtido foi colhida urina por cistocentese, que após análise bacteriológica indicou também a presença de infeção por *Escherichia coli*, tendo-se iniciado tratamento médico de acordo com a sensibilidade e antibiograma. Este constou da administração de fluidos, ampicilina (22 mg/kg, IV, BID), omeprazol (1 mg/kg, IV, BID), buprenorfina (0,02 mg/kg, IV, TID) e amitriptilina (1 mg/kg, PO, SID).

Apesar do animal se encontrar clinicamente estável, alerta e com apetite, as avaliações ecográficas subsequentes demonstraram um agravamento diário do episódio obstrutivo, atingindo já dilatação piélica direita e esquerda de 9,7 mm e 14,4 mm respetivamente.

Em resultado da evolução clínica do animal este foi referido para o CHV, onde após uma primeira avaliação se verificou a inexistência de azotemia e regressão da dilatação piélica esquerda (nesta altura com 7 mm de diâmetro), além de ausência de crescimento microbiano após cultura bacteriológica em consequência do tratamento anteriormente instituído.

Face aos resultados alcançados com o tratamento médico previamente estabelecido, a sua administração foi continuada ficando o animal internado sob monitorização durante 4 dias, deixando o hospital após este período. Adicionalmente, foi prescrita a administração de amoxicilina e ácido clavulânico (1 comprimido de 62,5 mg, PO, BID, 5 dias) após a sua alta.

Apesar de não se encontrar internado, o animal continuava a ser monitorizado de forma regular. Posto isto, uma semana após deixar o hospital foi-lhe detetada a presença de hematuria e agravamento da pielectasia esquerda (Figura 22), e, mesmo com valores normais de creatinina sérica (1,75 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), foi encaminhado para cirurgia de implantação de SUB esquerdo no dia seguinte ao seu internamento.



**Figura 22** – Imagens ecográficas relativas ao caso clínico nº. 5. **A** – Rim esquerdo com pielectasia de 18,2 mm de diâmetro; **B** – Hidroureter com dilatação aproximada de 4,5 mm, cranialmente ao cálculo localizado na região média do ureter; **C** – Estrutura hiperecogénica compatível com ureterólito de grandes dimensões (3,9 mm), responsável pela obstrução ureteral esquerda (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

## SUB – Descrição da técnica cirúrgica

Durante a apresentação dos casos clínicos é possível constatar a importância que a ecografia abdominal adquire no diagnóstico da ureterolitíase obstrutiva, optando-se no CHV pela sua realização obrigatória, previamente à cirurgia de correção da obstrução ureteral presente, independentemente de um diagnóstico antecipado à entrada dos animais no hospital.

De igual forma, a sua utilidade readquire uma nova relevância durante a execução da cirurgia de implantação dos dispositivos SUB, uma vez que no Centro Hospitalar Veterinário se preconiza a sua colocação recorrendo somente a este método imagiológico. Assim, a técnica cirúrgica aqui descrita diverge em parte da recomendada pelos seus autores Berent & Weisse, que fazem uso da fluoroscopia para este fim.

Uma vez que a maioria dos hospitais veterinários em Portugal não disponibiliza de um fluoroscópio, havendo a necessidade de um elevado investimento para a sua aquisição, um dos objetivos deste trabalho é a descrição desta técnica cirúrgica de acordo com o procedimento realizado no CHV, mostrando ser possível a implantação destes dispositivos com recurso a ecografia intraoperatória e sem a utilização de equipamentos mais dispendiosos.

No entanto, apesar da diferença citada, existem bastantes pontos em comum entre a técnica cirúrgica aqui descrita e a recomendada pelos seus autores, expondo-se no texto seguinte os procedimentos que foram realizados, tendo por base o guia cirúrgico fornecido com o dispositivo que foi escrito por Berent & Weisse (2018a).

Passando à descrição da técnica cirúrgica realizada, importa ressaltar que todos os animais foram submetidos à cirurgia de correção da obstrução ureteral presente posteriormente ao tratamento de todas as burocracias legais exigidas, logo após a consciencialização dos tutores relativamente aos riscos envolvidos, à totalidade dos custos inerentes (imediatos e futuros) e à monitorização periódica necessária a curto e longo prazo.

Antes de entrarem na sala de cirurgia os animais foram devidamente preparados, dando-se início ao protocolo anestésico seguido pelo CHV nestas situações, assim como à tricotomia do local cirúrgico (abdómen ventral, deste o processo xifoide até ao púbis). Desta forma, em todos os animais a pré-medicação constou da administração de midazolam (0,2 mg/kg, IV) com indução anestésica por injeção de remifentanil (2,5 µg/kg, IV), cetamina (1 mg/kg, IV) e propofol (*ad effectum*, dose máxima 4 mg/kg, IV). A manutenção anestésica foi levada a cabo pela infusão contínua de remifentanil (5 µg/kg/hora, IV) e cetamina (0,5 mg/kg/hora, IV) ambas a uma taxa de 5 ml/hora. Já na sala de cirurgia procedeu-se à entubação dos animais, utilizando-se sevoflurano como agente inalatório de manutenção da anestesia, juntamente com as infusões contínuas indicadas. Durante toda a cirurgia os parâmetros vitais foram continuamente monitorizados e devidamente registados. Logo após os procedimentos indicados, avançou-se

com a desinfecção do local cirúrgico, tal como com a administração de cefazolina (22 mg/kg, IV).

Em seguida procedeu-se à preparação do material necessário para a execução da cirurgia aqui descrita. O dispositivo implantado na maioria dos animais em estudo foi o SUB™ 2.0, em particular o SUB2-2001K, indicado para gatos e cães pequenos, porém, excepcionalmente, no animal pertencente ao caso clínico nº. 1, recorreu-se à colocação de um dispositivo mais antigo, o SUB™ (SUB-1001K), cujo cateter de cistostomia (7 Fr) apesar de multifenestrado não terminava em formato *locking loop*.

Desta forma, o *kit* atualmente comercializado e maioritariamente utilizado nos animais intervencionados era constituído por:

- 1 portal subcutâneo de 2 vias, com diafragma de silicone;
- 2 cateteres do tipo *locking loop* usados respetivamente como tubos de nefrostomia e cistostomia (6,5 Fr x 20 cm), com *cuffs* de PET e mangas de silicone, acoplados cada um a 1 cânula de inserção rígida oca com trocarte e estilete, e conectados ambos a 2 fios de tração presos nas suas extremidades distais, onde individualmente e de forma proximal uma banda marcadora radiopaca permite delimitar a última fenestração presente;
- 2 abraçadeiras conetoras (*blue boots*), que permitem a conexão das peças anteriores e impedem fugas de urina;
- 1 fio-guia metálico com ponta em J (0,035’’ x 45 cm);
- 2 agulhas de Huber (22 G x 0,75’’);
- 1 set de infusão com agulha de Huber de ângulo reto (22 G x 0,75’’);
- 1 cateter intravenoso (18 G x 1,25’’);
- acessórios extra (2 *blue boots*, 1 *cuff* de PET, 1 manga de silicone).

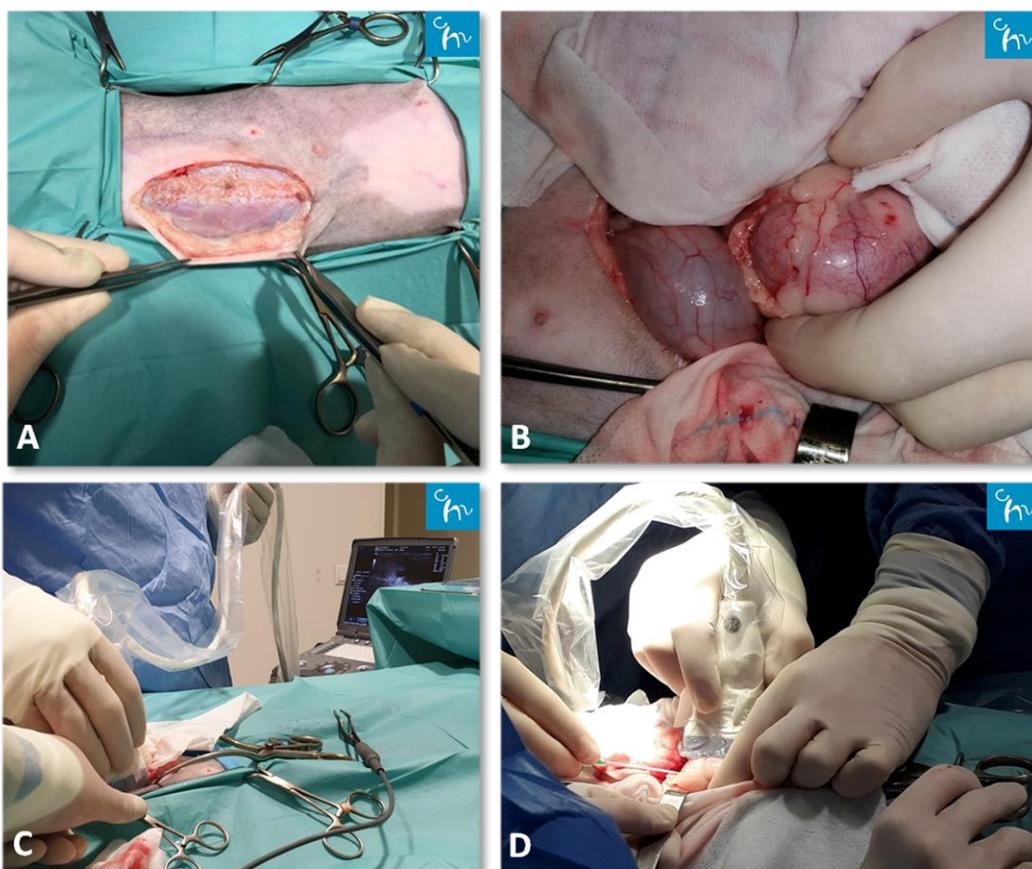
Não incluído no *kit* e adquirido separadamente:

- adesivo tissular disponibilizado pela Norfolk Vet Products®.

Antes de prosseguir com a intervenção cirúrgica, e em cada uma das cirurgias separadamente, efetuou-se um *flush* aos cateteres, fio-guia e sistema porta, com solução salina estéril, com o objetivo de certificar a permeabilidade deste material e garantir a humidade necessária para a sua utilização. Depois, e já com o animal a intervir posicionado em decúbito dorsal, avançou-se finalmente com a realização de laparotomia ventral caudal, que se estendeu desde a região caudal ao umbigo (aproximadamente a 2 cm deste) até ao púbis, expondo individualmente e em cada caso, ambos os rins, ureteres e ápex vesical (Figura 19). A

gordura perirrenal ao nível do polo caudal do rim afetado foi cuidadosamente dissecada expondo 1-2 cm da cápsula renal, desbridando-se adicionalmente toda a gordura que envolvia os ureteres.

Em seguida, e uma vez que no CHV se preconiza a colocação dos cateteres de nefrostomia sob orientação ecográfica, houve a necessidade de isolar a sonda utilizada com uma manga de proteção estéril. Posteriormente à sua preparação, esta permitiu orientar o acesso à pélvis renal no animal a intervencionar, por meio da inserção do cateter intravenoso de 18 G, que perfurou a cápsula renal exposta ao nível do polo caudal do rim, de forma perpendicular e em direção ao centro da estrutura inicialmente referida (Figura 23). Neste ponto, e em todos os animais, com o auxílio de uma seringa estéril de 2,5 ml devidamente acoplada ao cateter anteriormente inserido, procedeu-se a uma pielocentese para posterior urianálise e cultura bacteriológica. Recorrendo a outra seringa com o mesmo volume, efetuou-se uma lavagem da pélvis renal por meio da instilação de solução salina estéril, dilatando um pouco mais a estrutura referida, o que favoreceu a colocação do cateter de nefrostomia através da técnica cirúrgica aqui descrita.



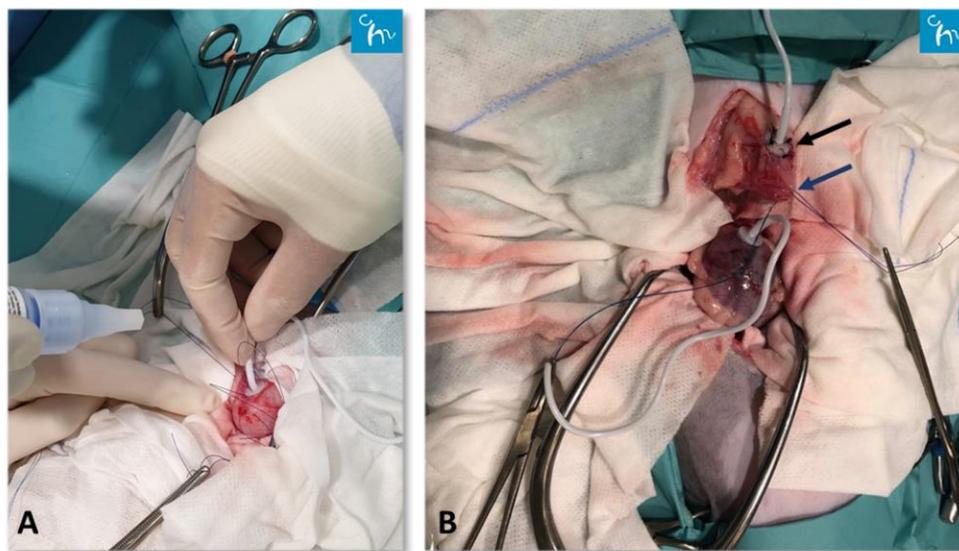
**Figura 23** – **A** – Incisão realizada para aceder à cavidade abdominal. A abertura estendeu-se desde a região caudal ao umbigo até ao púbis; **B** – Exposição do rim e da bexiga após laparotomia ventral caudal; **C** – Avaliação ecográfica da pélvis renal durante a cirurgia; **D** – Introdução do cateter intravenoso de 18 G no interior da pélvis renal pelo polo caudal do rim e sob orientação ecográfica (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Posteriormente, sob orientação ecográfica e de forma muito cuidadosa, evitando a ocorrência de perfurações indesejadas, promoveu-se o avanço do fio-guia com terminação em J através do cateter de 18 G previamente inserido, até este ficar enrolado em *loop* no interior da pélvis renal. Após este passo, o cateter foi lentamente removido, fixando-se o fio-guia à cápsula do rim com o auxílio de uma pinça hemostática, o que facilitou o avanço do cateter de nefrostomia (acoplado à sua cânula oca rígida) sobre o fio metálico externamente exposto, até ao nível do parênquima renal. Progressivamente e à medida que o cateter de nefrostomia progredia, procedeu-se à retração da cânula rígida acoplada, utilizando ligeiros movimentos de torção para esta finalidade. Em seguida, e uma vez no interior da pélvis renal, o cateter de nefrostomia continuou o seu avanço através do fio-guia previamente introduzido, garantindo-se a introdução da banda marcadora radiopaca no interior da estrutura referida. Chegando a este ponto, o fio de tração conectado ao cateter de nefrostomia foi puxado cuidadosamente, sem promover a torção da sua extremidade, permitindo a formação de uma ansa de bloqueio com formato *locking loop* que impede deslocamentos indesejados. A cânula rígida foi mantida na porção reta do cateter (fora da pélvis renal) e em seguida, tanto o *cuff* de PET como a manga de silicone avançaram suavemente em direção à cápsula renal. Após a remoção total da respetiva cânula, de forma a manter a posição da ansa formada, e a prevenir a formação de vincos problemáticos, procedeu-se à prensão do fio tracionado com o auxílio de uma pinça hemostática estrategicamente colocada na extremidade distal do cateter considerado (na zona de acoplamento ao portal subcutâneo numa fase posterior), assegurando que a pinça referida tensionava o fio sem prender o cateter em nenhum local. Chegando aqui, procedeu-se à aplicação de cianoacrilato estéril no local de junção entre o *cuff* e a cápsula renal, promovendo assim o correto posicionamento do cateter de nefrostomia e a prevenção de perdas de urina indesejadas (Figura 24).



**Figura 24** – Cateter de nefrostomia devidamente inserido a nível renal. É possível verificar a adesão entre o *cuff* de PET do cateter inserido e a cápsula do rim cateterizado (imagem gentilmente cedida pelo CHV, Porto).

Ao contrário do cateter de nefrostomia, a colocação do cateter de cistostomia não envolveu qualquer orientação ecográfica. Deste modo, previamente ao seu posicionamento, procedeu-se à realização de uma sutura de sustentação ao nível da parede vesical que evitou a manipulação excessiva da bexiga. Adicionalmente, no ápex vesical, realizou-se uma sutura em bolsa de tabaco (com fio de sutura monosyn®, 3/0, secção redonda) com o objetivo de posicionar e fixar o cateter de cistostomia. Posteriormente, no centro da sutura em bolsa de tabaco já realizada e com o auxílio de uma lâmina de bisturi (nº. 11), punccionou-se a bexiga cuidadosamente, facilitando o acesso do cateter referido ao lúmen vesical, que com a cânula oca ainda inserida foi introduzido na bexiga do animal até ao nível do *cuff* de PET, incluindo a banda marcadora radiopaca. Cautelosamente, e em cada cirurgia, este passo foi adaptado ao tamanho vesical, prevenindo irritações futuras a este nível. Em seguida, e com a cânula oca retraída (apenas fora do lúmen vesical), puxou-se o fio de tração do cateter de cistostomia, culminando na formação de uma ansa de bloqueio com formato *pigtail* (no interior da bexiga cateterizada), que após a remoção total da cânula referida, permaneceu na posição pretendida graças à preensão do fio tracionado (com o auxílio de uma pinça hemostática e de acordo com o procedimento efetuado na colocação do cateter de nefrostomia). Em seguida, e para finalizar este passo, procedeu-se ao aperto da sutura em bolsa de tabaco inicialmente realizada (envolvendo o cateter inserido), colando-se igualmente o *cuff* constituinte à parede vesical, com fixação adicional através da realização de 4 pontos de sutura simples com fio adequado (monosyn®, 3/0, secção triangular) (Figura 25).

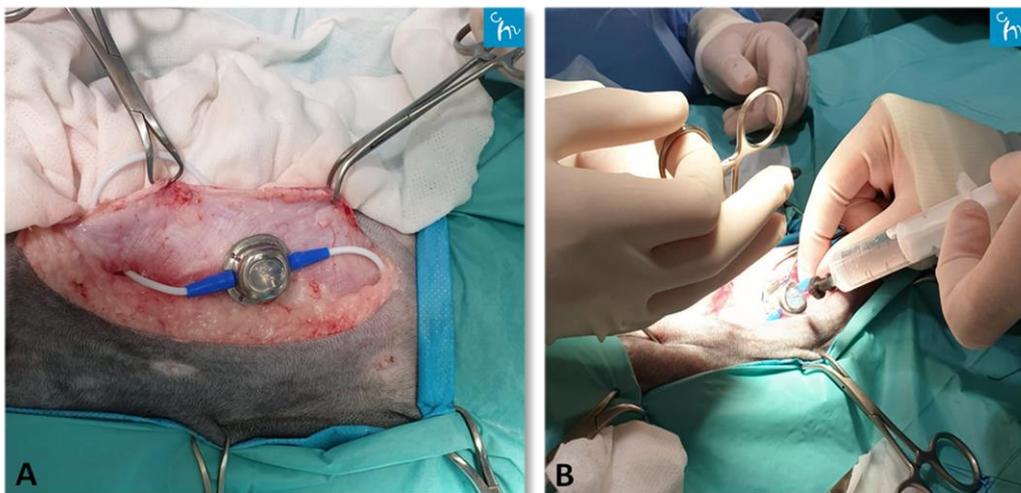


**Figura 25** – **A** – Aplicação de cianoacrilato estéril entre o *cuff* de PET do cateter de cistostomia e a parede vesical; **B** – Cateter de cistostomia devidamente inserido no lúmen vesical. Na imagem é possível observar os 4 pontos de sutura realizados e que forneceram fixação extra após a inserção (seta preta), assim como a sutura de sustentação que evitou o excesso de manipulação da bexiga (seta azul) (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Após a colocação de ambos os cateteres de nefrostomia e cistostomia, avançou-se finalmente com a colocação do sistema porta. Deste modo, a pele e o tecido subcutâneo localizados lateralmente à incisão realizada (no lado ipsilateral ao rim cateterizado) foram dissecados de forma a expor a musculatura abdominal. De forma faseada, a musculatura exposta foi perfurada de fora para dentro da cavidade abdominal (com o auxílio de uma pinça de mosquito) tendo em consideração o local de colocação do portal subcutâneo em cada animal. De acordo com o recomendado, este deve posicionar-se na região mediana compreendida entre o processo xifoide e o púbis, distanciando as perfurações realizadas em cerca 10 cm aproximadamente. Assim, recomenda-se que a zona central seja identificada e em seguida se perfure a musculatura abdominal a 4,5 cm desta, tanto a nível caudal como cranial, colocando-se posteriormente o portal a nível central, a uma distância equitativa de ambas as perfurações. Deste modo, e através da perfuração caudal já realizada (antes de se ter perfurado a musculatura mais cranialmente), recorrendo ao uso da pinça já referida, procedeu-se à exteriorização do fio de tração e do respetivo cateter de nefrostomia a que estava acoplado. Em seguida, e com o fio de tração mantido sob tensão, procedeu-se à inserção da abraçadeira conectora (*blue boot*) através deste, deslocando-se esta peça ao longo do cateter exteriorizado. Este procedimento foi igualmente efetuado para o cateter de cistostomia, que atravessou a parede muscular através de uma perfuração realizada mais cranialmente. Desta forma, foi possível observar o cruzamento de ambos os cateteres a nível da cavidade abdominal, o que permitiu a ligação destes ao bordo caudal (cateter de nefrostomia) e cranial (cateter de cistostomia) do portal. Adicionalmente, as perfurações foram realizadas garantindo que os locais de passagem dos cateteres através da musculatura abdominal se localizavam a cerca de 1-2 cm da conexão com o portal, criando assim uma curvatura ideal que impediu a criação de vincos indesejados. Considerando isto, e mantendo sob tensão o fio de tração, procedeu-se à ligação entre o cateter de nefrostomia e a via do portal (no bordo caudal), travando desta forma o fio em questão. Com este devidamente travado (e sem ocorrer deformação da ansa de bloqueio com formato *locking loop* localizada no interior da pélvis renal), procedeu-se à sua secção rente, e de seguida ao avanço do cateter sobre a referida via do portal, ajustando-se a peça conectora sobre este local de união. O procedimento foi igualmente repetido para o cateter de cistostomia.

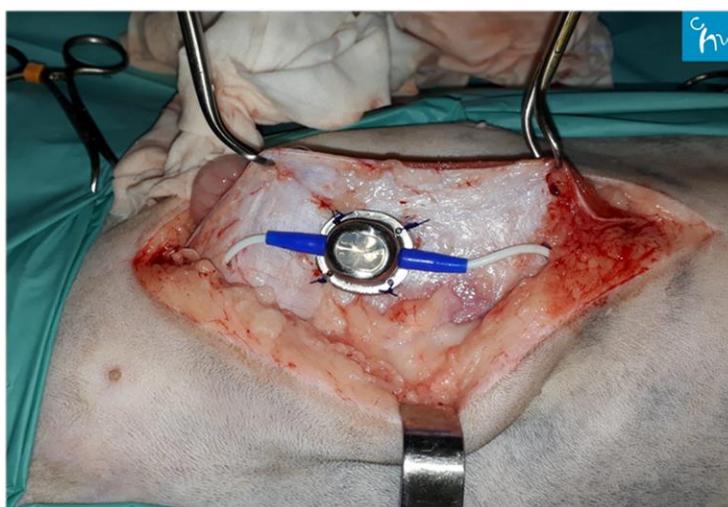
Antes de se suturar o sistema porta à parede abdominal, testou-se o dispositivo quanto à presença de possíveis perdas urinárias ou problemas adicionais. Assim, com o auxílio de uma seringa de 5 ml e uma agulha de Huber de 22 G, realizou-se um *flush* ao sistema implantado através da instilação de uma solução salina estéril pelo diafragma de silicone do portal (Figura

26). Numa primeira instância e após compressão digital sequencial em ambos os cateteres, constatou-se a ausência de fugas no local de união entre as diferentes peças do sistema, observando-se igualmente a pélvis renal e bexiga do animal através de controlo ecográfico adicional.



**Figura 26** – **A** – Posicionamento do portal subcutâneo antes de se proceder à sua fixação com pontos de sutura. É possível observar a ligação dos cateteres de nefrostomia e cistostomia às respetivas vias do portal, assim como o ajustamento das peças conetoras (*blue boots*); **B** – Injeção de solução salina estéril pelo diafragma de silicone do sistema porta (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Por fim, procedeu-se à realização de 4 pontos de sutura simples (com fio não absorvível como o premilene®, 2/0, secção triangular), fixando-se assim o portal subcutâneo à parede abdominal (Figura 27).



**Figura 27** – **A** – Sistema porta subcutâneo devidamente suturado à parede abdominal. Após a obtenção desta imagem procedeu-se ao encerramento da cavidade abdominal de forma convencional (imagem gentilmente cedida pelo CHV, Porto).

Após a implantação bem-sucedida do dispositivo, procedeu-se ao encerramento da musculatura abdominal, realizando-se uma sutura simples contínua para esta finalidade (fio monosyn®, 2/0, secção redonda). Posteriormente, realizaram-se em todos os animais alguns pontos simples de aproximação no tecido subcutâneo, com o objetivo de resguardar a zona de implantação do portal, procedendo-se em seguida à realização de uma sutura subcutânea simples contínua (usando fio monosyn®, 3/0, secção redonda em ambos os casos). Utilizando o mesmo tipo de fio, ou um de menor calibre (como o monosyn®, 4/0 secção triangular), suturou-se por fim a pele através da realização de pontos cruzados interrompidos.

De acordo com o procedimento descrito, e excluindo-se a preparação do animal e do material utilizado, a cirurgia em causa durou em média 40 minutos aproximadamente (no ANEXO V é possível visualizar imagens adicionais da técnica cirúrgica em estudo).

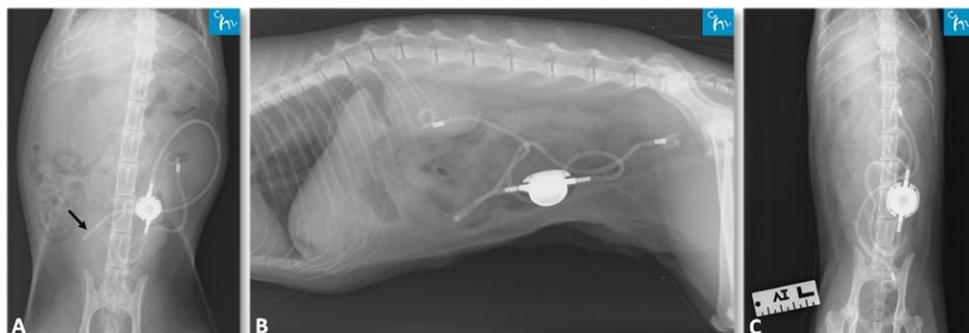
Em nenhum dos animais submetidos à cirurgia se verificou a ocorrência de complicações a nível intraoperatório. Adicionalmente, o animal pertencente ao caso clínico nº.1 foi submetido a cistotomia com o objetivo de remover os cálculos vesicais previamente detetados, tendo tudo decorrido conforme o esperado. Os cálculos vesicais removidos foram enviados para cultura e antibiograma e para análise qualitativa com a finalidade de esclarecer qual o tipo de cálculo presente.

## **Pós-operatório**

Logo após a cirurgia todos os animais foram submetidos a um controlo radiográfico que permitiu avaliar o posicionamento dos sistemas SUB implantados. No CHV opta-se pela realização de radiografia abdominal simples em 2 projeções (Figura 28), não se recorrendo à injeção de uma solução contrastada radiopaca para esta finalidade.

Posteriormente a esta avaliação os animais foram colocados em repouso, instituindo-se imediatamente um protocolo analgésico adequado. Adicionalmente, foram todos submetidos a antibioterapia preventiva, sujeita a alteração mediante os resultados obtidos nas análises bacteriológicas da urina colhida durante a cirurgia. Desta forma, além da fluidoterapia implementada, os animais foram mantidos com uma infusão contínua de remifentanil (5 µg/kg/hora) e cetamina (0,5 mg/kg/hora), durante um período aproximado a 24 horas, passando-se depois para a administração de metadona (0,1 mg/kg, IV, cada 4 horas (q4h)) e posteriormente de buprenorfina (0,02 mg/kg, IV, TID). O antibiótico de eleição administrado

foi a cefazolina (22 mg/kg, IV, TID), contudo, excepcionalmente, optou-se pela administração de amoxicilina e ácido clavulânico (20 mg/kg, IV, BID) ao animal pertencente ao caso clínico nº. 5, em resultado da infeção do trato urinário anteriormente diagnosticada e ao respetivo antibiograma. De forma complementar aos fármacos administrados, todos os dias se procedeu à limpeza e desinfeção da sutura e pele envolvente, assim como à aplicação de gelo durante alguns minutos.



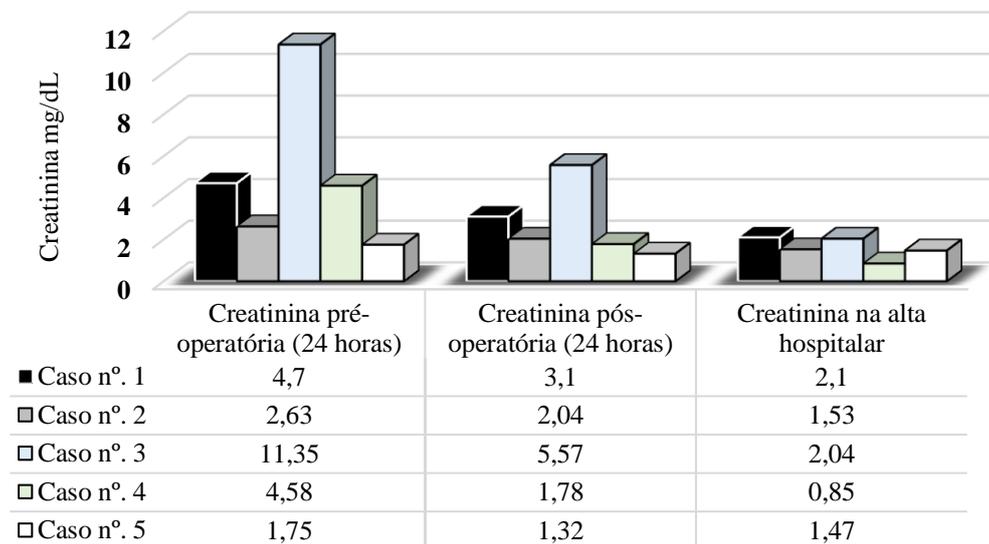
**Figura 28** – **A** – Projeção radiográfica ventrodorsal do animal pertencente ao caso clínico nº.1, posteriormente à implantação de dispositivo SUB esquerdo. A seta preta na imagem evidencia a inserção de um cateter de cistostomia sem extremidade *locking loop*, uma vez que o sistema aqui demonstrado é mais antigo do que os restantes implantados no CHV; **B, C** – Projeções radiográficas laterolateral direita e ventrodorsal respetivamente, obtidas após uma cirurgia de implantação de um sistema SUB2-2001K (caso clínico nº. 2) (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Até à alta hospitalar todos os animais foram submetidos a vários controlos ecográficos e a avaliações diárias dos parâmetros renais. No prazo de 48 horas após a cirurgia, a maioria dos gatos intervencionados apresentava ausência de pielectasia no rim ipsilateral ao dispositivo SUB implantado (Figura 29), com exceção do animal pertencente ao caso clínico nº. 1, onde apenas se detetou uma redução do tamanho da sua pélvis renal. Adicionalmente, em todos os animais, não existiam evidências da presença de líquido livre abdominal.



**Figura 29** – **A** – Imagem ecográfica do animal pertencente ao caso clínico nº. 4, imediatamente antes da cirurgia de correção da obstrução ureteral presente. É possível verificar uma dilatação piélica de 14,3 mm de diâmetro, ao nível do rim esquerdo; **B** – Imagem ecográfica do mesmo animal, 24 horas após a colocação de SUB, onde já é possível verificar uma ausência de dilatação piélica esquerda (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

A evolução dos valores da creatinina sérica na totalidade dos casos clínicos em estudo encontra-se devidamente representada na figura seguinte (Figura 30), mostrando-se a sua progressão desde o momento anterior à cirurgia (e posteriormente à realização de tratamento médico prévio) até ao dia em que os animais deixaram o hospital.



**Figura 30** – Representação gráfica da evolução dos valores da creatinina sérica em todos os casos clínicos (valores de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL).

Algumas horas após a cirurgia forneceu-se alimento húmido a todos os animais, constatando-se que todos mostraram apetite e interesse pelo mesmo. No CHV não se recorre de forma protocolar à colocação intracirúrgica de um tubo de esofagostomia, conforme o recomendado na cirurgia descrita, no entanto, uma vez que todos os animais se alimentaram de forma correta até deixarem o hospital não se verificaram preocupações nesse sentido.

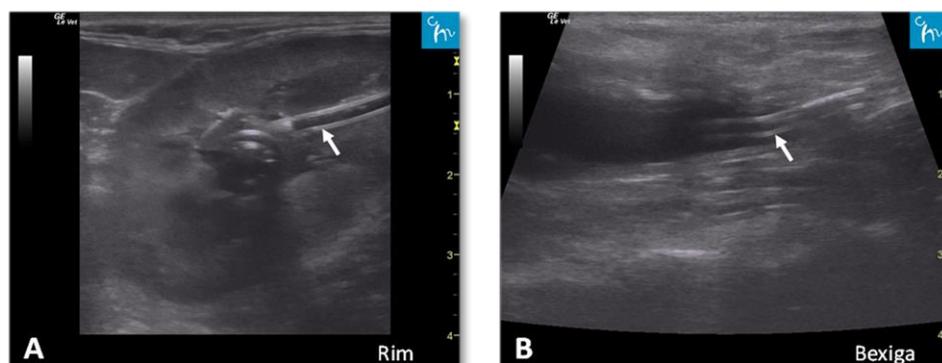
Apesar do procedimento cirúrgico ter decorrido conforme o previsto, verificou-se a ocorrência de algumas complicações no período perioperatório até à alta hospitalar. Conforme seria expectável, todos os animais apresentaram desconforto/tensão à palpação abdominal alguns dias após a cirurgia. A presença de hematúria foi detetada em dois dos animais intervencionados (casos clínicos nº. 1 e 4), com duração média de 3 dias. Adicionalmente, e ao 3º dia após a cirurgia, o animal pertencente ao caso clínico nº. 4 começou a demonstrar sinais de dermatite na região circundante à sutura realizada, assim como de estrangúria, levando à administração de enrofloxacina (5mg/kg, SC, SID), tal como a um controlo ecográfico adicional. Após a realização de ecografia abdominal foi detetada a presença de uma estrutura compatível com um coágulo sanguíneo, ao nível da pélvis renal esquerda, realizando-se de

imediatamente uma nova colheita urinária para cultura bacteriológica posterior, procedendo-se em seguida à realização de um *flush* com soro fisiológico, com o intuito de eliminar a estrutura presente. De acordo com o indicado, o internamento deste animal foi prolongado até resolução da situação descrita, não existindo evidências de qualquer coágulo ao nível da pélvis renal 3 dias após a sua deteção.

Após 4-6 dias da intervenção cirúrgica referida, todos os animais tiveram alta médica com indicação de repouso nas 4 semanas subsequentes ao procedimento efetuado, sendo recomendada a remoção dos pontos da sutura cutânea entre 12-15 dias após a cirurgia.

No último dia de internamento todos os gatos foram submetidos a um protocolo de *flush* ao sistema SUB implantado, por meio da infusão de uma solução de limpeza de tetra-EDTA. Em todos os animais (excepcionalmente ao animal pertencente ao caso clínico n.º.1, em que apenas foi infundida uma pequena quantidade de solução salina estéril, face à inexistência da substância anteriormente referida na altura da sua realização) recorreu-se à utilização do *flush kit* atualmente disponibilizado pela Norfolk Vet Products® (SFK-22), que inclui todos os componentes necessários para a sua realização, outrora já demonstrados no presente trabalho.

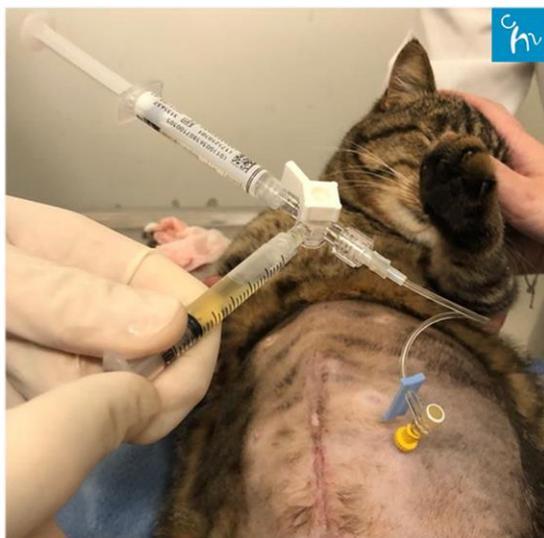
O procedimento de limpeza dos dispositivos SUB foi realizado sob orientação ecográfica de acordo com o recomendado por Berent & Weisse (2018a). Assim, e sem recorrer a nenhuma sedação ou anestesia, os animais foram colocados em decúbito dorsal com o mínimo de contenção possível, realizando-se tricotomia na zona do portal subcutâneo, seguida de uma avaliação ecográfica prévia ao *flushing* do sistema (Figura 31). O tamanho da pélvis renal foi monitorizado e registado em todos os casos, examinando-se igualmente a bexiga quanto à presença de possíveis cálculos vesicais.



**Figura 31** – Controlo ecográfico prévio à realização do protocolo de *flush* ao sistema SUB implantado ao animal pertencente ao caso clínico n.º. 4. **A** – Cateter de nefrostomia (seta branca) corretamente posicionado no interior da pélvis renal; **B** – Cateter de cistostomia (seta branca) corretamente posicionado no interior da bexiga do animal (imagens gentilmente cedidas pelo CHV, Porto).

Previamente à punção do portal subcutâneo, a pele sobre este foi lavada de forma asséptica com clorexidina, com o objetivo de minimizar possíveis contaminações, procedendo-se em seguida à palpação do portal referido, com a finalidade de localizar o diafragma de silicone que o constitui. De imediato, este foi perfurado com o auxílio de uma agulha de Huber de 22 G, que avançou sobre a pele e o diafragma indicado, de modo perpendicular, até atingir o interior metálico do portal.

Com a agulha corretamente posicionada e recorrendo a uma seringa vazia de 3 ml disponibilizada pelo *kit*, acoplada por sua vez a uma torneira de 3 vias ligada ao conector de porta T e à agulha de 22 G referida, colheu-se uma amostra de urina a todos os animais para posterior urianálise e cultura bacteriológica (Figura 32).



**Figura 32** – Colheita de urina efetuada ao animal pertencente ao caso clínico nº. 3, aquando da realização do protocolo de *flush* ao sistema SUB que lhe foi implantado (imagem gentilmente cedida pelo CHV, Porto).

Uma vez realizado o procedimento anterior, prosseguiu-se com a injeção de um pequeno volume (igual à quantidade de urina removida) de solução salina estéril, contida numa seringa igualmente conectada à agulha inserida, monitorizando-se simultaneamente a pélvis renal por ecografia durante o processo. A permeabilidade do sistema SUB implantado, particularmente do cateter de nefrostomia, foi confirmada pela presença de bolhas de ar visíveis ecograficamente ao nível da pélvis renal em todos os animais. Posteriormente, de modo a evitar a hiperdistensão da estrutura indicada, procedeu-se à remoção de uma quantidade de solução salina equivalente à injetada. Igualmente, a fim de se testar o cateter de cistostomia, e com a sonda posicionada sob o ápex vesical, injetou-se novamente um volume equivalente da mesma

solução, visualizando-se novamente a formação de bolhas de ar no interior da bexiga de todos os animais, confirmando-se a permeabilidade do sistema, em particular do cateter referido.

Uma vez confirmada a permeabilidade de todo o sistema SUB, e após a remoção da seringa com a urina colhida no início do procedimento, conectou-se no seu lugar e à torneira de 3 vias a seringa que continha a solução de lavagem de tetra-EDTA. Mais uma vez, e sob orientação ecográfica, procedeu-se à monitorização da pélvis renal, evitando-se a sua distensão excessiva durante a instilação da solução em causa. Este procedimento foi realizado de forma lenta e faseada permitindo a drenagem da solução pelo dispositivo a cada injeção.

Após a instilação dos 2 ml da solução de lavagem de tetra-EDTA, procedeu-se à remoção da agulha de Huber inserida no diafragma de silicone do portal subcutâneo, dando-se por terminado o procedimento de manutenção do sistema.

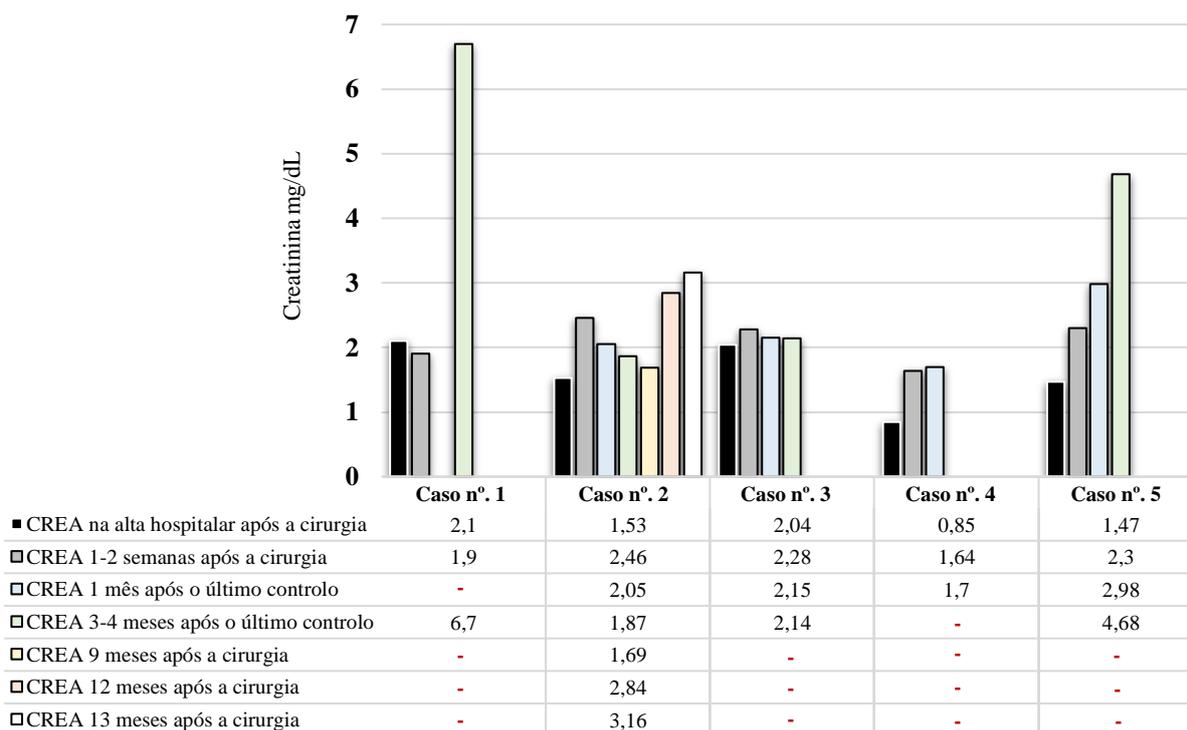
Em todos os animais, a realização do primeiro protocolo de *flush* aos dispositivos SUB implantados decorreu sem problemas a registar, independentemente da solução de lavagem que foi utilizada.

As amostras de urina colhidas aquando da realização do primeiro protocolo de *flush* aos dispositivos SUB implantados evidenciaram ausência de crescimento microbiano em todos os animais. Os resultados foram os mesmos nas culturas de urina anteriormente realizadas, durante e após a intervenção cirúrgica. A título preventivo, foi prescrito a todos os animais uma antibioterapia adequada, sujeita a alterações em função dos resultados do último antibiograma realizado. Desta forma, aos gatos pertencentes aos casos clínicos n.º. 1, 2 e 3 foi receitada a administração de cefalexina (1 comprimido de 75 mg, PO, BID, 7 dias), sendo que aos restantes animais, pertencentes aos casos clínicos n.º. 4 e 5, se recomendou a administração de enrofloxacina (1 comprimido de 15 mg, PO, SID, 5 dias) e amoxicilina e ácido clavulânico (1 comprimido de 62,5 mg, PO, BID, 10 dias), respetivamente.

De acordo com a análise qualitativa aos cálculos vesicais extraídos ao animal pertencente ao caso clínico n.º. 1, diagnosticou-se que a obstrução ureteral entretanto corrigida se devia à presença de urólitos de oxalato de cálcio. Complementarmente, e a todos os animais sem doença renal diagnosticada, foi aconselhada uma alteração na alimentação fornecida, sugerindo-se o uso de dietas do tipo Hill's *urinary care c/d*<sup>®</sup> ou Royal Canin *urinary s/o*<sup>®</sup>.

## Acompanhamento pós-cirúrgico

Todos os animais foram monitorizados no máximo uma semana após a alta hospitalar. Aquando dessa avaliação procedeu-se à remoção dos pontos de sutura, assim como a uma nova avaliação ecográfica abdominal, realizando-se mais uma vez um novo protocolo de *flush* aos sistemas SUB implantados, de acordo com o recomendado e o já descrito. A cada avaliação efetuada, procedeu-se de forma sistemática e em todos os animais a uma colheita de urina através do sistema porta subcutaneamente implantado, para posterior urianálise e cultura bacteriológica, assim como a uma análise sanguínea, com o intuito de monitorizar os valores da creatinina sérica (Figura 33). De forma protocolar, no CHV, este controlo pós-cirúrgico é realizado no momento da alta hospital e 1-2 semanas após a cirurgia, repetindo-se 1 mês depois e a cada 3 meses durante toda a vida do animal intervencionado, estando esta periodicidade sujeita a alterações conforme o necessário.



**CREA:** creatinina sérica (valores de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL); –: o animal não compareceu aos controlos recomendados (caso clínico nº. 1), ou, até julho do presente ano os animais ainda não tinham realizado o respetivo controlo recomendado (casos clínicos nº. 3, 4 e 5).

**Figura 33** – Representação gráfica que demonstra a evolução dos valores da creatinina sérica em todos os animais aquando da realização dos protocolos de *flush* aos sistemas SUB implantados. O gráfico inclui todas as monitorizações realizadas aos animais em estudo, quer através da instilação de solução salina estéril (caso nº. 1) ou de tetra-EDTA (casos nº. 2, 3, 4 e 5), desde o momento da sua alta hospitalar até à data em que foram acompanhados após a cirurgia para o presente trabalho.

Ao longo da manutenção dos dispositivos SUB implantados e da respetiva monitorização clínica dos animais, detetaram-se algumas complicações que se encontram registadas em seguida, expondo-se individualmente toda a evolução dos casos clínicos em estudo desde o momento da sua alta hospitalar após a cirurgia, até à data onde foi possível fazer um acompanhamento dos mesmos, julho de 2020.

### **1. Caso clínico nº. 1**

Após a realização do primeiro protocolo de *flush* ao dispositivo SUB implantado (atualmente em desuso), em que se recorreu à instilação de uma solução salina estéril para a lavagem do sistema, o animal compareceu somente a mais duas consultas de acompanhamento no CHV. Numa dessas consultas de monitorização, 3 dias após a alta hospitalar, foi detetada a presença de hematúria com ausência de crescimento microbiano, decorrendo o procedimento de lavagem do sistema sem complicações. Foi recomendada nova monitorização dentro de 1 mês à qual o animal não compareceu, dirigindo-se ao hospital somente 3 meses após o último acompanhamento. Apesar do animal se encontrar estável e com apetite, à ecografia abdominal foi detetada a presença de dilatação piélica esquerda (26,6 mm de diâmetro) ipsilateral ao dispositivo SUB implantado, verificando-se também que o valor da creatinina sérica se encontrava aumentado face à última análise realizada (6,7 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL). Adicionalmente, mais uma vez se constatou a presença de eritrócitos na urina, que após cultura bacteriológica mostrou igualmente ausência de crescimento microbiano. Face ao estado clínico do animal sabe-se que este foi posteriormente acompanhado pelo seu médico veterinário habitual, não comparecendo mais às consultas de monitorização recomendadas pelo CHV.

### **2. Caso clínico nº. 2**

Conforme recomendado, o animal em questão retornou ao CHV uma semana depois da sua alta hospitalar, após a realização do primeiro protocolo de *flush* ao dispositivo SUB implantado que decorreu sem complicações a registar. Nesta segunda avaliação, apesar da lavagem ao sistema se ter processado conforme o previsto, a análise à urina colhida durante o processo demonstrou a presença de bastantes eritrócitos e leucócitos, além de cristais de estruvite (raros). Os resultados do sedimento urinário evidenciaram a presença duvidosa de bactérias, descartando-se a sua existência na urocultura realizada, que se repetiu 15 dias mais tarde e confirmou a ausência de crescimento microbiano.

De acordo com o protocolo de manutenção do sistema SUB, o animal apresentou-se a nova consulta de monitorização 1 mês após a alta médica (15 dias depois da última consulta realizada). Segundo a tutora este continuava estável e com apetite. Após ecografia abdominal confirmou-se a ausência de dilatação piélica direita, realizando-se o procedimento de lavagem com a solução de manutenção de tetra-EDTA sem complicações. Os resultados referentes ao sedimento urinário voltaram a evidenciar a presença de leucócitos, cristais de estruvite (raros) e possíveis bactérias, confirmando-se a sua presença após cultura bacteriológica da urina colhida a partir do portal subcutâneo, que revelou a presença de infeção urinária por *Escherichia coli*. De acordo com os resultados do antibiograma realizado (Figura 34) o animal foi submetido a um tratamento com amoxicilina e ácido clavulânico (1 comprimido de 62,5 mg, PO, BID, 10 dias), sendo este bem-sucedido uma vez que após nova consulta de controlo, 1 mês depois da sua deteção, se confirmou a ausência de crescimento microbiano posteriormente à realização de uma nova cultura urinária.

EXAME CULTURAL	
<i>Escherichia coli</i> : 10E3 UFC/ml	
	<i>Escherichia coli</i>
Amicacina	S
Amoxicilina/Ac.Clavulânico	S
Ampicilina	S
Cefalexina (1ª Geração)	R
Cefalotina (1ª Geração)	R
Cefovecina (3ª Geração)	S
Cefpodoxima (3ª geração)	S
Ceftiofur (3ª Geração)	S
Cloranfenicol	S
Doxiciclina	S
Enrofloxacina	S
Gentamicina	S
Imipenemo	S
Marbofloxacina	S
Neomicina	S
Nitrofurantoina	S
Pradofloxacina	S
Tetraciclina	S
Trimetropim/Sulfametoxazol	S

R = Resistente; S= Sensível; I=Intermédio

**Figura 34** – Resultado da cultura bacteriológica e respetivo antibiograma, da urina colhida a partir do portal subcutâneo ao animal pertencente ao caso clínico n.º 2, aquando da realização do 3º protocolo de *flush* ao sistema SUB implantado (exame gentilmente cedido pelo CHV, Porto).

Nas duas consultas de manutenção do dispositivo e monitorização do animal intervencionado que se seguiram, e que decorreram 3 e 6 meses após a última consulta de controlo realizada, detetou-se que apesar de estável, o animal evidenciava sinais de periúria e polaquiúria, sem sinais clínicos adicionais dignos de registo. Em ambas as consultas as lavagens do sistema decorreram sem complicações e mais uma vez foi comprovada a ausência de crescimento microbiano após cultura da urina colhida.

Antes da realização de uma nova manutenção ao dispositivo implantado, 3 meses após a sua última visita ao hospital e 1 ano após a cirurgia, o animal apresentou-se à consulta no CHV com sinais de prostração e anorexia. Após a realização de exames complementares de diagnóstico foi possível detetar a presença de anemia (hematócrito de 23%, intervalo de referência: 28 – 49%), assim como valores aumentados da creatinina sérica (8,02 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL). Posteriormente à realização de ecografia abdominal detetou-se também a presença de uma possível obstrução ao nível da peça renal do SUB implantado.

De acordo com o apresentado, procedeu-se à hospitalização do animal em causa instituindo-se um tratamento médico com fluidos (lactato de ringer a 2 taxas de manutenção) e buprenorfina (0,01 mg/kg, IV, TID). Após 4 dias de internamento, o animal teve alta hospitalar com valores quase normalizados da creatinina sanguínea (2,84 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), realizando novo *flush* ao sistema implantado com solução de tetra-EDTA, continuando a existir evidências de uma possível obstrução ao nível do cateter de nefrostomia.

Na consulta de controlo, 3 dias após a alta médica do animal, procedeu-se a um novo protocolo de lavagem do dispositivo, desta vez utilizando uma solução salina estéril para o efeito. Aquando da sua instilação pelo portal subcutâneo, foi possível verificar a permeabilidade do cateter de cistostomia, não existindo evidências da passagem de solução para a pélvis renal, que se encontrava com uma dilatação de 5,7 mm de diâmetro. Comparativamente à última bioquímica sérica realizada, os valores da creatinina sanguínea continuavam acima dos valores de referência, contudo moderadamente mais elevados (4,26 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL). Como o animal se encontrava estável, recomendou-se uma nova consulta de controlo para 4 dias depois, que evidenciou uma melhoria nos valores da creatinina sérica (2,59 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), assim como da pielectasia outrora detetada. Uma semana depois, a gata em causa continuou a apresentar melhorias (creatinina sérica a 2,22 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), tendo-se aconselhando a realização de um novo protocolo de *flush* ao sistema SUB implantado, com solução de tetra-EDTA, no prazo de 1 mês.

Na última consulta de monitorização incluída no presente trabalho, 13 meses após a cirurgia e em julho de 2020, mais uma vez foi confirmada a ausência de crescimento microbiano na urina colhida ao animal. À ecografia abdominal a intensidade do fluxo visualizado ao nível do cateter de nefrostomia do dispositivo implantado era inferior ao desejado, suspeitando-se novamente da presença de uma possível obstrução nesta peça do sistema. No entanto, era visível

a ausência de dilatação piélica no rim cateterizado. Apesar de estável e a ganhar peso, o animal continuava a exibir sinais de periúria. Face ao exposto, aconselhou-se novamente a realização de consulta para avaliação do dispositivo SUB implantado, até 1 mês após a monitorização descrita, além de limpeza adicional com instilação de solução de tetra-EDTA.

### 3. Caso clínico nº. 3

Logo após a alta hospitalar, mais concretamente 3 dias após deixar o hospital, o animal em questão voltou ao CHV ao final do dia, por queixa de desconforto, relutância ao movimento e anorexia. Por precaução foi internado para observação, constatando-se ao exame físico a presença de dor à palpação na zona do portal subcutaneamente implantado, com resto de exame do estado geral a não registar alterações adicionais.

Os exames complementares realizados mostraram valores de ureia e creatinina semelhantes aos anteriormente apresentados aquando da alta hospitalar (creatinina sérica a 2,06 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL e ureia sérica a 53,3 mg/dL, intervalo de referência: 17,6 – 32,8 mg/dL), e a avaliação ecográfica de controlo mostrou ausência de dilatação ao nível da pélvis renal esquerda. Foi instituída a administração de buprenorfina (0,015 mg/kg, IM) durante o tempo de permanência do animal no hospital, deixando o CHV no dia seguinte à sua entrada após retomar o apetite e se mostrar mais confortável. Para casa foi prescrito um *trial* analgésico de buprenorfina (0,02 mg/kg, sublingual, TID), durante 4 dias consecutivos.

Todas as manutenções realizadas ao sistema SUB implantado, até julho do presente ano, (mais concretamente 1 semana após a alta hospitalar posteriormente à cirurgia realizada, assim como 1 mês e 3 meses depois) mostraram que o dispositivo se encontrava patente, tendo decorrido todos os procedimentos de lavagem conforme o previsto. Em todas as culturas urinárias realizadas confirmou-se a ausência de crescimento microbiano, e, adicionalmente, em todas as avaliações ecográficas efetuadas se verificou a ausência de pielectasia ao nível do rim cateterizado (esquerdo).

### 4. Caso clínico nº. 4

O animal em causa retornou ao CHV 4 dias após a sua alta hospitalar, posteriormente à realização do primeiro protocolo de lavagem ao sistema SUB implantado, cuja metodologia decorreu sem complicações dignas de registo. No segundo procedimento de limpeza do dispositivo mais uma vez se confirmou a ausência de coágulos ao nível da pélvis renal esquerda, assim como de pielectasia, verificando-se o mesmo cenário 1 mês após esta monitorização.

Ambas as manutenções efetuadas confirmaram que a urina colhida através do portal implantado era amicrobiana.

### 5. Caso clínico nº. 5

Após a receção dos resultados da cultura de urina colhida aquando do primeiro procedimento de lavagem do dispositivo, que comprovou ausência de infeção ao nível do trato urinário (de acordo com o que já foi referido no presente trabalho), procedeu-se à suspensão da antibioterapia prescrita, tendo o animal realizado 5 dias de tratamento ao contrário dos 10 dias recomendados.

Uma semana após a alta médica depois da cirurgia, realizou-se um novo protocolo de manutenção ao dispositivo SUB implantado, decorrendo todo o procedimento sem complicações dignas de registo, tendo-se recomendado nova monitorização no período de 1 mês após a presente data. Contudo, antes que isso se viesse a realizar, o animal em causa apresentou-se à consulta 16 dias depois, com suspeita de obstrução ureteral direita. Além da azotemia apresentada (creatinina sérica a 6,14 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL e ureia sérica a 109,6 mg/dL, intervalo de referência: 17,6 – 32,8 mg/dL), à ecografia abdominal foi possível detetar a presença de dilatação piélica direita (13,4 mm de diâmetro), assim como de hidroureter (3,6 mm de diâmetro), na região proximal aos múltiplos cálculos anteriormente diagnosticados, atingindo um dos ureterólitos os 2,1 mm de diâmetro, ao nível da região média do ureter. Contralateralmente, a pélvis renal do rim cateterizado (esquerdo) apresentava um diâmetro aproximado a 4,3 mm.

Antes de se ponderar a implantação de um novo *bypass* ureteral subcutâneo foi instituído tratamento médico que consistiu na administração de fluidos (lactado de ringer a 2 taxas de manutenção), buprenorfina (0,01 mg/kg, IV, TID) e alfuzosina (1/4 de comprimido de 10 mg, PO, SID). O tratamento manteve-se até ao dia da alta hospitalar, 6 dias após a entrada do animal, verificando-se nesta altura uma diminuição da pélvis renal direita, que media agora 6 mm de diâmetro. Adicionalmente, os valores da creatinina sanguínea apresentaram uma grande redução (2,04 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL) recomendando-se nova avaliação dentro 5 dias, portanto, 1 mês após o 2º protocolo de lavagem realizado.

Ao 3º protocolo de manutenção do sistema SUB, verificou-se que o dispositivo se encontrava funcional e sem problemas, decorrendo o processo de lavagem dentro da normalidade. A urina colhida mostrou mais uma vez a ausência de crescimento microbiano, e

comparativamente à última avaliação ecográfica realizada, a pélvis renal direita demonstrou uma redução do seu diâmetro (4,6 mm).

Antes da realização do 4º protocolo de *flush* ao sistema SUB implantado, o animal compareceu a 3 consultas de controlo que evidenciaram um aumento da creatinina sanguínea, cujo valor mais elevado atingiu os 4,06 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), aquando da última consulta realizada. Igualmente nesta altura, e após avaliação ecográfica abdominal, verificou-se um aumento da dilatação piélica esquerda (6,7 mm de diâmetro), mantendo-se a pélvis renal direita com o mesmo tamanho (4,2 mm de diâmetro). A permeabilidade do dispositivo implantado foi comprovada através da instilação de uma solução salina estéril, atestando-se a funcionalidade do sistema nos dois sentidos do aparelho. Após esta última avaliação, aconselhou-se nova consulta de controlo no prazo de 30 dias.

Um mês após a última visita ao hospital, e antes da consulta previamente marcada, o animal apresentou-se com queixa de anorexia e vômito único. Após colheita de sangue, verificou-se que os valores da creatinina sérica se mantinham igualmente elevados (4,49 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), no entanto, aquando da avaliação ecográfica ao dispositivo implantado, detetou-se que este se encontrava funcional, verificando-se adicionalmente ausência de dilatação piélica esquerda. Depois de uma nova colheita urinária, destinada a urianálise e cultura bacteriológica, detetou-se a presença de imensos leucócitos, eritrócitos e possíveis bactérias, confirmando-se a presença de *Proteus mirabilis* no exame cultural. Face ao diagnóstico anterior e ao antibiograma realizado (Figura 35), foi prescrito tratamento médico com marbofloxacina (1/2 comprimido de 20 mg, PO, SID, 10 dias), tendo-se recomendado nova avaliação médica dentro de 15 dias.

EXAME CULTURAL	
<i>Proteus mirabilis</i> : > 10E5 UFC/ml	
	<i>Proteus mirabilis</i>
Amicacina	S
Amoxicilina/Ác.Clevulânico	R
Ampicilina	R
Cefalexina (1ª Geração)	R
Cefalotina (1ª Geração)	R
Cefovecina (3ª Geração)	R
Cefpodoxima (3ª geração)	R
Ceftiofur (3ª Geração)	R
Cloranfenicol	R
Doxiciclina	R
Enrofloxacina	R
Gentamicina	S
Imipenemo	I
Marbofloxacina	I
Neomicina	S
Nitrofurantoina	R
Pradofloxacina	R
Tetraciclina	R
Trimetropim/Sulfametoxazol	R

R = Resistente; S= Sensível; I=Intermédio

**Figura 35** – Resultados da cultura bacteriológica e respetivo antibiograma, da urina colhida ao animal pertencente ao caso clínico n.º 5 (exame gentilmente cedido pelo CHV, Porto).

Quinze dias depois, e 3 meses após a última lavagem do sistema com tetra-EDTA, procedeu-se à realização de um novo protocolo de *flush* ao dispositivo SUB implantado. A funcionalidade do sistema foi comprovada mais uma vez através da instilação da solução de limpeza disponibilizada, detetando-se adicionalmente ausência de dilatação piélica esquerda.

O exame cultural à urina colhida pelo portal subcutâneo confirmou igualmente a presença de infeção ao nível do trato urinário, detetando-se desta vez a presença de *Escherichia coli*. Face aos resultados do antibiograma procedeu-se à alteração do tratamento anteriormente instituído, passando a administrar-se amoxicilina e ácido clavulânico (1 comprimido de 62,5 mg, PO, BID, 10 dias), aconselhando-se igualmente a repetição de nova cultura urinária no prazo de 15 dias, cujo resultado se encontrava por revelar à data de redação do presente trabalho.



## **Capítulo III – Discussão**

Nos últimos anos têm-se verificado que as obstruções ao nível do trato urinário superior têm vindo a ser diagnosticadas com maior frequência em gatos, estando infelizmente associadas a elevadas taxas de morbilidade e mortalidade (Kopecny *et al.*, 2019). De facto, e independentemente da causa, este tipo de obstruções conduzem a uma diminuição das taxas de perfusão renal e filtração glomerular, culminando em doença renal grave e desequilíbrios eletrolíticos, como hipercalemia e hiperfosfatemia. Além do mais, o simples facto da excreção renal estar afetada, e tal como referido, implicar uma redução da eliminação do potássio, pode induzir outros problemas, como fraqueza muscular generalizada e arritmias cardíacas graves, face à redução da excitabilidade do miocárdio, ao aumento do período refratário e à diminuição da condução cardíaca (Luca *et al.*, 2017).

São vários os estudos que indicam que a ureterolítase é uma das principais causas de obstrução ureteral em gatos (Berent, 2017; Clarke, 2018a; Quimby, 2018; Dirrig *et al.*, 2020), constatando-se que nestes animais a patologia é maioritariamente causada por cálculos de oxalato de cálcio ou estruvite (Cannon *et al.*, 2007; Houston & Moore, 2009; Osborne *et al.*, 2009a). Independentemente da sua composição, a dissolução dos ureterólitos obstrutivos está contraindicada, uma vez que resulta em lesões renais graves devido ao tempo requerido para este tipo de tratamentos (Berent, 2014a). Adicionalmente, e uma vez que os primeiros cálculos referidos são refratários à dissolução, quer através de maneio médico ou alterações nutricionais, conclui-se que a existência de técnicas cirúrgicas que promovam a sua remoção de forma célere ou a simples correção da obstrução gerada deva ser considerada uma mais-valia bólus

para a sobrevivência dos animais afetados.

Assim, o presente trabalho, que visa a aplicação de dispositivos SUB como opção de tratamento à ureterolítase obstrutiva, surge em resultado da crescente incidência demonstrada por esta patologia na espécie felina, aliada à constante procura por abordagens inovadoras e minimamente invasivas comparativamente às técnicas cirúrgicas tradicionais que estão associadas a taxas de mortalidade elevadas. Apesar do número de animais incluídos no estudo não permitir a obtenção de resultados estatisticamente significativos, permite o esclarecimento sobre algumas considerações relativas à implantação destes sistemas de *bypass* ureteral, reiterando que a sua colocação pode ser realizada com recurso a equipamento limitado e economicamente acessível, permitindo assim a sua execução na maioria dos hospitais veterinários do país, conforme demonstrado por Livet e colaboradores (2017).

No CHV, o procedimento de implantação dos sistemas SUB prescinde do uso da fluoroscopia, recomendada idealmente por Berent & Weisse (2018a), realizando-se a cirurgia

em questão somente sob orientação ecográfica. O facto de não se terem observado complicações intraoperatórias em nenhum dos casos clínicos considerados atesta a simplicidade da técnica cirúrgica em causa, demonstrando que esta opção de tratamento se pode tornar muito mais abrangente desde que realizada por cirurgiões experientes e devidamente treinados. De facto, face a episódios de ureterolitíase, a especialização e experiência são pontos importantes a considerar, principalmente aquando da realização de técnicas cirúrgicas tradicionais, que em comparação representam um maior desafio cirúrgico em termos técnicos e requerem o uso de equipamento de microcirurgia para a sua realização (Clarke, 2018b).

Infelizmente, os encargos económicos inerentes à implantação dos *bypasses* ureterais subcutâneos são um entrave à sua colocação. Os elevados custos envolvidos nesta intervenção não se referem somente à cirurgia realizada, devendo atender-se também a todos os gastos implicados na manutenção do dispositivo a longo prazo, o que limita a aplicação desta técnica cirúrgica em muitos dos animais candidatos e que dela beneficiariam. No entanto, os resultados promissores obtidos em vários trabalhos (por exemplo o estudo de Berent *et al.* (2018)), a elevada taxa de recorrência de episódios de ureterolitíase (que ronda os 40% de acordo com Kyles *et al.* (2005b)) e o elevado custo associado a outras opções cirúrgicas igualmente inovadoras (como os *stents* ureterais), leva a que o interesse por este tipo de sistemas de *bypass* ureteral esteja a crescer, tendo-se verificado que no presente ano a procura por este tipo de tratamento, no CHV, tenha aumentado comparativamente aos 2 anos anteriores.

Apesar da inexistência de um protocolo terapêutico rígido na gestão médica das obstruções ureterais (Shipov & Segev, 2013; Berent, 2014c), sabe-se que o tratamento médico convencional deve ser sempre considerado anteriormente a qualquer abordagem cirúrgica, apesar da taxa de sucesso associada à exclusividade deste tipo de terapêutica ser bastante reduzida (Kyles *et al.*, 2005b; Berent, 2011b). De igual forma, o recurso a abordagens mais interventivas/invasivas deve ser equacionado posteriormente a 48-72 horas de tratamento médico malsucedido, no sentido de evitar uma maior deterioração da funcionalidade renal (Berent, 2011b). Esta situação não se verificou em alguns dos animais em estudo, tendo alguns deles prolongado a terapêutica farmacológica instituída além do desejado, por transferência tardia para o CHV (casos clínicos nº. 4 e 5) ou por indecisão do tutor com a cirurgia em causa (caso clínico nº. 3). Relativamente ao animal pertencente ao caso clínico nº.1, desconhece-se o período temporal a que este foi sujeito a tratamento médico prévio à implantação do dispositivo SUB, sabendo-se somente que o tratamento em questão não promoveu mobilização dos cálculos ureterais, melhoria na pielectasia apresentada ou na azotemia diagnosticada.

Ao optar-se pela implantação de dispositivos SUB sabe-se que na verdade se está a colocar um ureter artificial que contorna a obstrução ureteral presente, eliminando assim a necessidade de se intervir cirurgicamente a este nível, uma vez que os ureterólitos existentes não interferem com o correto funcionamento do sistema. Devido a isto, e à exceção do caso clínico nº. 1, onde adicionalmente se realizou cistotomia e remoção dos urólitos vesicais presentes (constituídos por oxalato de cálcio), em nenhum outro caso clínico se procedeu à análise qualitativa dos cálculos existentes, tendo-se obtido somente informações periódicas relativamente ao sedimento urinário dos animais, que no caso clínico nº. 2 detetou a presença de cristais de estruvite após a cirurgia. No entanto, e sabendo que a cristalúria não é um parâmetro sensível de ureterolitíase (Kyles *et al.*, 2005a; Berent, 2011b; Shipov & Segev, 2013) foi recomendado a todos os animais que alterassem a sua dieta, com o objetivo de prevenir novos episódios obstrutivos, minimizando desta forma a necessidade de identificar o tipo de ureterólito em causa. Este tratamento preventivo constou na recomendação de dietas que promovem a dissolução de cálculos de estruvite, e previnem igualmente a sua recorrência assim como a dos ureterólitos de oxalato de cálcio.

Além de corrigir a obstrução ureteral presente, contornando-a, a implantação dos sistemas SUB apresenta uma série de vantagens já devidamente relatadas no presente trabalho, sendo que um dos pontos positivos a destacar se refere à possibilidade de efetuar protocolos de lavagem que mais nenhuma abordagem cirúrgica permite. Atualmente, este procedimento de limpeza é realizado através da infusão de uma solução constituída por ácido etilenodiaminotetracético tetrassódico a 2%, em detrimento da recomendação original, que visava a instilação de uma solução salina estéril para esta função (Berent & Weisse, 2018b; Chik *et al.*, 2019). A nova substância incluída no *flush kit* do sistema previne obstruções e mineralizações da tubagem constituinte, assim como a formação de biofilmes, contribuindo para a viabilidade do dispositivo implantado permitindo a sua permanência no interior do animal intervencionado por longos períodos de tempo (Dorsch, 2017; Berent & Weisse, 2018a, 2018b). No entanto, este *upgrade* ao protocolo de limpeza dos sistemas SUB começou somente a ser instituído no período subsequente à cirurgia do animal pertencente ao caso clínico nº. 1, cujas lavagens à data efetuadas se realizaram somente através da instilação de uma solução salina estéril. Esta situação aliada ao não cumprimento da monitorização pós-cirúrgica na periodicidade desejada, juntamente com o facto do animal apresentar obstrução ureteral bilateral com atrofia corticomedular do rim contralateral ao dispositivo implantado, leva a crer a que possam ter surgido complicações adicionais não relatadas no presente trabalho, uma vez

que o gato em causa deixou de comparecer no CHV para as consultas de monitorização requeridas, desconhecendo-se a sua evolução posterior.

Apesar das complicações que poderão estar inerentes aos dispositivos em estudo, em gatos a sua implantação é considerada a abordagem cirúrgica com menores taxas de mortalidade perioperatória, assim como de complicações a curto e longo prazo, considerando-se uma técnica segura e eficaz nestes animais face a episódios de ureterolitíase obstrutiva (Berent, 2019a, 2019b). Complementarmente, a rapidez associada à sua execução (40 minutos de duração média no CHV) resulta em menores riscos anestésicos relativamente a cirurgias mais prolongadas, contribuindo para a diminuição da morbidade e mortalidade anestésica principalmente em gatos descompensados ou com patologia cardíaca ou renal concomitante. Em cães, apesar do número limitado de estudos relativamente à colocação destes sistemas, deve ser uma abordagem cirúrgica a considerar, principalmente quando a colocação de *stents* ureterais falha ou está contraindicada (Berent, 2019b), não consistindo no entanto no tratamento atual de eleição face a episódios de obstrução ureteral, uma vez que nesta espécie os *stents* referidos podem ser colocados sem necessidade de cirurgia aberta, com poucas complicações associadas e taxas de mortalidade reduzidas (inferiores a 2%) (Berent, 2011b; Bartges, 2017; Pavia *et al.*, 2018).

De acordo com a literatura, a implantação de dispositivos SUB pode igualmente ser realizada como uma opção de tratamento definitiva ou temporária face a episódios de sutura ou secção accidental dos ureteres, no seguimento de procedimentos rotineiros realizados na prática clínica como ovariohisterectomias ou ovariectomias laparoscópicas (Johnson *et al.*, 2015; Beer *et al.*, 2019; Sapura *et al.*, 2019). Em particular, no estudo pioneiro de Sapura e colaboradores (2019), a colocação de um *bypass* ureteral subcutâneo mostrou ser uma opção de tratamento importante na sequência de lesões ureterais iatrogénicas proximais, por secção accidental de ambos os ureteres que culminou em ureteronefrectomia unilateral. No presente trabalho, e de acordo com o referido, também no animal pertencente ao caso clínico nº. 4 se demonstrou a importância da sua implantação, mesmo que unilateralmente e no seguimento de obstrução ureteral por ureterolitíase esquerda, igualmente após nefrectomia unilateral direita consequente a sutura accidental do ureter ipsilateral durante a execução de ovariohisterectomia, sendo que segundo os trabalhos citados, e com diagnóstico atempado, talvez constituísse também uma opção de tratamento oportuna na prevenção da excisão do rim direito afetado, anteriormente ao diagnóstico de ureterolitíase obstrutiva.

No presente trabalho foi possível constatar também a inespecificidade das manifestações clínicas de obstrução ureteral, consolidando o que se encontra amplamente descrito na

literatura. Deste modo, os animais em estudo apresentaram-se no CHV majoritariamente com sinais de apatia, prostração e anorexia/hiporexia, exibindo apenas um deles alterações a nível urinário, detetando-se a presença de polaquiúria (caso nº. 2). Apesar da maioria dos gatos terem sido referidos com diagnóstico prévio de ureterolitíase obstrutiva, os sinais clínicos referidos, por si só, não indicam a presença de cálculos ureterais, uma vez que são comuns a muitas outras patologias, consistindo o exame físico num meio de triagem dos animais obstruídos, uma vez que a maioria apresentava dor à palpação renal, indiciando um problema a este nível.

No que respeita à localização dos ureterólitos diagnosticados nos cinco animais em estudo e nos nove ureteres analisados, mais uma vez este trabalho atesta a bibliografia consultada, verificando-se que foi a nível proximal e médio que a maioria dos cálculos ureterais detetados se depositaram, indo de encontro aos estudos publicados por Kyles *et al.* (2005b) e Nesser *et al.* (2018). No entanto, é importante ressaltar que nos animais pertencentes aos casos clínicos nº 2 e 5, com diagnóstico de ureterolitíase bilateral, se desconhece a localização exata dos múltiplos cálculos detetados nos ureteres contralaterais aos dispositivos SUB implantados, enquanto que no gato pertencente ao caso clínico nº. 3, diagnosticado com obstrução ureteral unilateral, se verificou uma distribuição simultânea de ureterólitos quer a nível proximal como médio. Adicionalmente, e segundo Nesser *et al.* (2018), parece existir nos machos uma predisposição para a deposição de ureterólitos a nível proximal, enquanto que nas fêmeas esta deposição é majoritariamente a nível médio, verificando o autor que os cálculos encontrados a nível da junção ureterovesical são predominantemente detetados em animais do género masculino. De facto, no presente estudo, o único animal ao qual se diagnosticou a presença de ureterólitos no terço distal do ureter pertence ao género masculino (caso clínico nº. 1), todavia no caso das fêmeas, a maioria dos cálculos detetados e com localização conhecida depositaram-se a nível proximal e não médio (casos clínicos nº. 2 e 4), contrariando o autor citado.

Aquando da confirmação do diagnóstico de ureterolitíase obstrutiva, a presença de azotemia foi a alteração bioquímica majoritariamente detetada em todos os animais, mostrando a bibliografia consultada que aproximadamente 83-97% dos gatos com obstrução ureteral unilateral apresentam um aumento dos níveis séricos de ureia e creatinina (Kyles *et al.*, 2005a; Berent, 2011b, 2014c). De acordo com o estudo de Berent *et al.* (2018), no momento de admissão hospitalar de animais com obstrução ureteral benigna, a concentração média dos biomarcadores de funcionalidade renal indicados ronda respetivamente os 82 mg/dL (intervalo de referência: 15 – 34 mg/dL) e os 6,6 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,9 mg/dL), diminuindo depois para valores médios de 62 mg/dL (intervalo de referência: 15 – 34 mg/dL)

e 3,2 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,9 mg/dL) respetivamente, 24 horas após a implantação de dispositivos de *bypass* ureteral. No presente trabalho, verificou-se também uma diminuição dos valores médios relativos à concentração da creatinina sanguínea, após a intervenção cirúrgica em estudo, verificando-se que o valor médio de 5,0 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL) detetado 24 horas antes da cirurgia, diminuiu em média para 2,8 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL) 1 dia após esta. A diminuição dos valores médios da concentração de creatinina sanguínea continuou a verificar-se, constatando-se que 1-2 semanas mais tarde atingiu um valor médio de 2,1 mg/dL (intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), comprovando a eficácia da implantação dos dispositivos SUB na descompressão e estabilização renal. No entanto, em alguns animais (casos clínicos n.º. 1, 2 e 5), aquando da sua monitorização a longo prazo, foi possível constatar que os níveis séricos da creatinina analisada tornaram a atingir valores superiores ao desejado, sendo importante lembrar que todos os animais citados foram rececionados com diagnóstico de ureterolitíase bilateral, o que em parte pode explicar o sucedido, lembrando que particularmente no caso clínico n.º. 5 se chegou a ponderar a colocação de um dispositivo SUB contralateralmente ao anteriormente implantado. Segundo Cuddy (2018), o alívio do episódio obstrutivo pode não resolver a doença renal subjacente, referindo Berent (2011b) que um dos problemas frequentes no período pós-cirúrgico é a azotemia persistente (em mais de 25-50% dos gatos), sendo necessário monitorizar de forma cuidadosa a progressão da doença renal, a presença de reobstruções, infeções do trato urinário e má funcionalidade dos dispositivos. Com base na funcionalidade renal remanescente, gatos com doença renal crónica no estadio 1-2 da escala IRIS têm uma sobrevida mais prolongada comparativamente aos que se encontram no estadio 3-4 (Horowitz *et al.*, 2013).

O diâmetro da pélvis renal, em gatos com obstrução ureteral, não parece estar relacionado com o grau de azotemia apresentado, não havendo associação entre a gravidade da sua dilatação e os resultados obtidos a curto e longo prazo após a cirurgia de implantação dos *bypasses* ureterais subcutâneos (Horowitz *et al.*, 2013; Berent *et al.*, 2018). No CHV, face à técnica cirúrgica realizada, existe um limite mínimo necessário de dilatação piélica antes de se avançar com a implantação dos dispositivos em estudo, constituindo este aspeto um fator limitante adicional à cirurgia considerada. Devido a isto, no hospital referido, apenas os animais com dilatação da pélvis renal superior a 8 mm de diâmetro são bons candidatos à inserção do cateter de nefrostomia no interior desta estrutura, sendo esta obrigatoriedade uma forma de limitar as complicações associadas à exclusividade da orientação ecográfica para este fim. De facto, Berent *et al.* (2018) recomendam que para uma dilatação piélica inferior a 5-8 mm, a inserção

do cateter anteriormente referido deva ser realizada ao nível do ureter proximal, sob orientação fluoroscópica obrigatória. No entanto, Livet e colaboradores (2017), apesar de reiterarem o enorme desafio que esta situação implica, referem ter implantado com sucesso dispositivos SUB sem qualquer tipo de orientação imagiológica, em animais cuja dilatação da pélvis renal rondava os 3,3 mm de diâmetro. Nos animais em estudo o valor médio de dilatação piélica antes de se proceder à correção da obstrução ureteral presente rondou os 13,2 mm de diâmetro.

Após as cirurgias de implantação dos dispositivos SUB, e o posterior acompanhamento dos animais intervencionados, foi possível constatar que algumas das complicações inerentes à sua colocação coincidem com o que se encontra reportado na literatura, nomeadamente com o descrito por Deroy *et al.* (2017) e Berent *et al.* (2018). No período perioperatório, todos os animais demonstraram tensão/desconforto à palpação abdominal, tendo-se verificado a presença de hematúria em dois dos gatos intervencionados (casos clínicos nº. 1 e 4), e de estrangúria em apenas um deles (caso clínico nº. 4), explicada pela deteção de um coágulo sanguíneo no interior da pélvis renal do rim cateterizado. Após a alta hospitalar, e durante todo o período de acompanhamento dos animais, foram detetadas complicações adicionais, nomeadamente a ocorrência de infeções do trato urinário em dois dos gatos em estudo (casos clínicos nº. 2 e 5). Apesar deste diagnóstico ser posterior à cirurgia, o historial prévio relativo a este tipo de infeções não deve ser descartado, podendo em parte desvalorizar a alegada relação causa-efeito sugerida. Posto isto, importa mencionar que apesar da cultura de urina do gato pertencente ao caso clínico nº. 5 ter demonstrado a presença de bactérias (*Escherichia coli* e *Proteus mirabilis*), no período posterior à colocação do *bypass* ureteral, o facto da primeira bactéria mencionada ter sido anteriormente identificada previamente ao animal se submeter à cirurgia, leva a crer a que não exista uma relação direta e exclusiva com esta intervenção. Relativamente ao caso clínico nº. 2, desconhece-se a ocorrência de infeções urinárias no passado, tendo sido diagnosticada a presença de *Escherichia coli* na urina mais de um mês após a cirurgia. Adicionalmente, e a longo prazo, também neste animal foi identificada a presença de periúria e polaquiúria, reiterando-se que a última manifestação urinária mencionada foi igualmente diagnosticada no período antecedente à implantação do dispositivo SUB. Relativamente ao sistema propriamente dito, e a todas as peças que o constituem, uma possível obstrução do cateter de nefrostomia foi detetada 1 ano após a cirurgia do gato pertencente ao caso clínico nº. 2. No entanto, devido ao facto de 1 mês após esta deteção se ter verificado a ausência de dilatação piélica no rim cateterizado, leva a que não se possa confirmar com certeza a suspeita colocada, tendo-se optado por monitorizar o animal de forma regular e cuidadosa no

período temporal que se seguiu. Felizmente e de forma geral, até à data, nenhuma das complicações mencionadas implicou a substituição dos dispositivos implantados. Não obstante o referido, e apesar da escassez de dados relativamente à evolução clínica do animal pertencente ao caso clínico nº. 1, talvez os episódios relatados (particularmente na última consulta de monitorização realizada) possam incitar à suspeita de complicações adicionais no dispositivo SUB implantado. De facto, o agravamento da pielectasia no rim esquerdo cateterizado (26,6 mm de diâmetro), juntamente com a elevação dos níveis sanguíneos da creatinina analisada (6,7 mg/dL, intervalo de referência: 0,8 – 1,8 mg/dL), talvez indiquem a presença de um dispositivo não totalmente funcional com necessidade de revisão cirúrgica atempada ou de limpeza com solução de lavagem adequada (tetra-EDTA). Deste modo, talvez pudesse existir alguma dobra, torção ou oclusão num dos cateteres do sistema, ou simplesmente uma certa mineralização nas tubagens constituintes por lavagens insuficientes e ineficazes.

A constante preocupação por solucionar ou minimizar algumas das complicações que estão associadas a esta abordagem cirúrgica leva a que os dispositivos comercializados sejam alvo de modificações e melhorias progressivas. Muito recentemente, mais concretamente em setembro de 2020, a Norfolk Vet Products® lançou no mercado da medicina veterinária uma versão renovada dos dispositivos implantados no presente trabalho (SUB™ e SUB™ 2.0). A nova versão comercializada (SUB™ 3.0) além de diminuir algumas das complicações comuns aos modelos anteriores, foi projetada de forma a reduzir o tempo de implantação e disseção subcutânea, facilitando igualmente o procedimento de troca do sistema em caso de necessidade (Berent & Weisse, 2020).

Face ao exposto, e às recentes modificações imputadas aos sistemas de *bypass* ureteral subcutâneos, é importante o incentivo à realização de novos estudos, sobretudo em cães, mas também em gatos, no sentido de expandir o conhecimento em torno desta opção terapêutica aquando de episódios de ureterolitíase obstrutiva, reiterando que todos os dispositivos implantados no presente trabalho contribuíram para uma melhoria da qualidade de vida dos animais intervencionados.



## **Capítulo IV - Conclusão**

Em geral, a medicina veterinária tem seguido a tendência da medicina humana, recorrendo cada vez mais ao uso de técnicas minimamente invasivas no tratamento de diversas patologias. Em gatos, face ao reduzido tamanho ureteral, as intervenções a este nível tornam-se muito desafiantes, verificando-se cada vez mais que a implantação de dispositivos SUB se tem tornado numa das principais opções terapêuticas aquando da presença de obstruções ureterais. Sendo a ureterolitíase a principal causa de obstrução dos ureteres destes animais, este tipo de tratamento adquire uma maior relevância principalmente aquando da sua ocorrência. Apesar de existirem complicações inerentes à sua colocação, algumas de elevada gravidade se indevidamente identificadas, os resultados associados a esta abordagem cirúrgica superam os alcançados pelas técnicas cirúrgicas tradicionais ou pelos *stents* ureterais, contribuindo para o prolongamento da sobrevida de gatos com ureterolitíase obstrutiva.

No presente trabalho foi possível constatar que a procura por esta abordagem terapêutica está a aumentar em Portugal. Apesar de alguns dos entraves à sua colocação estarem relacionados com os elevados custos associados e equipamentos necessários, o trabalho aqui exposto contribui em certa forma para a expansão e divulgação desta técnica cirúrgica, permitindo a sua difusão pela comunidade médico-veterinária, realçando que o procedimento em causa pode ser realizado somente sob orientação ecográfica e sem complicações intracirúrgicas associadas, desde que realizado por cirurgiões experientes e treinados. Ainda que tenham sido detetadas algumas complicações após a colocação dos sistemas em causa, como dor/desconforto (em todos os animais), hematúria (em 3 dos 5 animais) e estrangúria, resultante da deteção de um coágulo sanguíneo no interior da pélvis renal de um dos rins cateterizados (em 1 dos 5 animais), no período perioperatório e a curto prazo, assim como infeções do trato urinário (em 2 dos 5 animais), periúria (em 1 dos 5 animais) e uma possível obstrução ao nível de um dos cateteres de nefrostomia inseridos (em apenas 1 dos 5 animais), a longo prazo, os tutores da maioria dos gatos em estudo referem que os animais se adaptaram bem aos dispositivos implantados, indicando que a cirurgia realizada contribuiu para uma melhoria da qualidade de vida destes. Adicionalmente, no presente trabalho, o diagnóstico de pielectasia agravada e creatinina sérica aumentada, após 3 meses da abordagem terapêutica considerada (em 1 dos 5 animais), levou à suspeição de complicações adicionais às relatadas num dos sistemas SUB implantados (uma torção, dobra, oclusão, ou simplesmente uma certa mineralização), em parte talvez por manutenção inadequada e/ou limpeza com solução de lavagem inapropriada (solução salina estéril sem tetra-EDTA).

Em suma, e tendo por base os casos clínicos expostos, além de toda a bibliografia consultada, conclui-se que a implantação de sistemas de *bypass* ureteral subcutâneo representa uma opção de tratamento viável face a episódios de ureterolitíase obstrutiva em gatos. No entanto, por se tratar de uma abordagem terapêutica relativamente nova, aliada à reduzida amostragem em análise, juntamente às mais recentes alterações comercializadas, adverte-se para a necessidade de estudos adicionais nesta área, no sentido de estender a sua utilidade a outras espécies, e elucidar com maior clareza quais os riscos e complicações envolvidos, tanto a curto como a longo prazo, na patologia considerada ou em outras em que possa ser útil.



# **Capítulo V - Bibliografía**

- Achar, E., Achar, R. A. N., Paiva, T. B., Campos, A. H., & Schor, N. (2003). Amitriptyline eliminates calculi through urinary tract smooth muscle relaxation. *Kidney Int.*, *64*(4), 1356–1364.
- Adams, L. G. (2013). Nephroliths and ureteroliths: A new stone age. *N Z Vet J.*, *61*(4), 212–216.
- Adams, L. G. (2016). Nephrology/Urology Clinics: Solving Unknown Cases. *Pacific Veterinary Conference*. Acedido a 20 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=7351502>
- Adams, L. G. (2017). Ureteral Disorders. In S. J. Ettinger, E. C. Feldman, & E. Côté (Eds.), *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (8th ed., pp. 4794–4808). Elsevier.
- Adams, L. G., Williams, J. C., McAteer, J. A., Hatt, E. K., Lingeman, J. E., & Osborne, C. A. (2005). In vitro evaluation of canine and feline calcium oxalate urolith fragility via shock wave lithotripsy. *Am J Vet Res.*, *66*(9), 1651–1654.
- Adin, C. A. (2002). Screening criteria for feline renal transplant recipients and donors. *Clin Tech Small Anim Pract.*, *17*(4), 184–189.
- Adin, C. A., Herrgesell, E. J., Nyland, T. G., Hughes, J. M., Gregory, C. R., Kyles, A. E., Cowgill, L. D., & Ling, G. V. (2003). Antegrade pyelography for suspected ureteral obstruction in cats : 11 cases (1995 – 2001). *J Am Vet Med Assoc.*, *222*(11), 1576–1581.
- Adin, C. A., & Scansen, B. A. (2011). Complications of Upper Urinary Tract Surgery in Companion Animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, *41*(5), 869–888.
- Albasan, H., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Lekcharoensuk, C., Koehler, L. A., Ulrich, L. K., & Swanson, L. L. (2009). Rate and frequency of recurrence of uroliths after an initial ammonium urate, calcium oxalate, or struvite urolith in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *235*(12), 1450–1455.
- Almeida, T. L. A. C., Vaz, S. G., Santos, B. M., Chagas, P. H. M., Almeida, M. S., Rêgo, E. W., Teixeira, M. N., Bernstein, M., Bernstein, K. K. F., & Galvão, R. C. (2009). *Uso Da Hemodiálise Em Um Gato Com Peso Menor Que Sete Quilos - Relato*. 4–6.
- Aronson, L. R., Cleroux, A., & Wormser, C. (2018). Use of a modified Boari flap for the treatment of a proximal ureteral obstruction in a cat. *Vet Surg.*, *47*(4), 578–585.
- Aronson, L. R., Kyles, A. E., Preston, A., Drobotz, K. J., & Gregory, C. R. (2006). Renal transplantation in cats with calcium oxalate urolithiasis: 19 Cases (1997-2004). *J Am Vet Med Assoc.*, *228*(5), 743–749.
- Baril, A., Manassero, M., Decambron, A., Bedu, A. S., Benchekroun, G., & Maurey, C. (2014). Dérivation pyélo-vésicale extra-urétérale sur un cas de rupture urétérale chez un chat. *Rev Vet Clin.*, *49*(3), 109–114.
- Barr, F. J., Holt, P. E., & Gibbs, C. (1990). Ultrasonographic measurement of normal renal parameters. *J Small Anim Pract.*, *31*(4), 180–184.
- Bartges, J. (2017). Canine and Feline Nephroureterolithiasis. *World Small Animal Veterinary Association Congress Proceedings*. Acedido a 17 de fevereiro de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=8506232>
- Bartges, J. W. (2016). Feline Calcium Oxalate Urolithiasis: Risk factors and rational treatment

- approaches. *J Feline Med Surg.*, 18(9), 712–722.
- Beal, A. (2016). The Urinary System. In T. Colville & J. M. Bassert (Eds.), *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians* (3rd ed., pp. 445–463). Elsevier.
- Beer, A. J. C., Lipscomb, V. J., Rutherford, L., & Lee, K. C. L. (2019). Use of subcutaneous ureteral bypass systems as a bridge to definitive ureteral repair in a cat with bilateral ureteral ligation secondary to complicated ovariohysterectomy. *Vet Rec Case Rep.*, 7(2), 1–5.
- Bélanger, R., Shmon, C. L., Gilbert, P. J., & Linn, K. A. (2014). Prevalence of circumcaval ureters and double caudal vena cava in cats. *Am J Vet Res.*, 75(1), 91–95.
- Berent, A. C. (2010). Veterinary Endourology: Reverse Translational Medicine From Human to Veterinary Medicine. *ACVIM*. Acedido a 23 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=4504239>
- Berent, A. C. (2011a). Minimally Invasive Options for Urinary Obstructions, Including Calculi. In T. R. Tams & C. A. Rawlings (Eds.), *Small Animal Endoscopy* (3rd ed., pp. 522–549). Elsevier Mosby.
- Berent, A. C. (2011b). Ureteral obstructions in dogs and cats: A review of traditional and new interventional diagnostic and therapeutic options. *J Vet Emerg Crit Care*, 21(2), 86–103.
- Berent, A. C. (2014a). Cases and Controversies: Management of Ureteral Obstructions - Medical, Surgical, or Interventional...You Decide. *ACVIM*. Acedido a 30 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=6293083>
- Berent, A. C. (2014b). Diagnosis and Management of Feline Ureteral Obstructions: Past, Present and Future. *ACVIM*. Acedido a 23 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=6293084>
- Berent, A. C. (2014c). New techniques on the horizon: Interventional radiology and interventional endoscopy of the urinary tract ('endourology'). *J Feline Med Surg.*, 16(1), 51–65.
- Berent, A. C. (2015). Interventional Management of Canine and Feline Benign Ureteral Obstructions. In C. Weisse & A. C. Berent (Eds.), *Veterinary Image-Guided Interventions* (1st ed., pp. 309–335). Wiley Blackwell.
- Berent, A. C. (2016). Advances in Urinary Tract Endoscopy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 46(1), 113–135.
- Berent, A. C. (2017). Ureteral Obstruction in Cats: Past, Present and Future. *British Small Animal Veterinary Congress*. Acedido a 30 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=7904624>
- Berent, A. C. (2019a). Feline Ureteral Obstruction: Diagnosis and Management. In K. J. Drobatz, K. Hopper, E. Rozanski, & D. C. Silverstein (Eds.), *Textbook of Small Animal Emergency Medicine* (1st ed., pp. 627–633). John Wiley & Sons, Inc.
- Berent, A. C. (2019b). Management of the Subcutaneous Ureteral Bypass (SUB) Device for Ureteral Obstructions: 10 years' Experience From an Internist's Perspective. *ACVIM*. Acedido a 20 de fevereiro de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=9052406>
- Berent, A. C., & Weisse, C. (2018a). The SUB™ 2.0 - A Subcutaneous Ureteral Bypass

- System: A Surgical Guide. *Norfolk Vet Products*, 1–20. Acedido a 2 de abril de 2020, em: [https://norfolkvetproducts.com/PDF/SUB/SUB2\\_Surgical\\_Guide\\_2018-03-email.pdf](https://norfolkvetproducts.com/PDF/SUB/SUB2_Surgical_Guide_2018-03-email.pdf)
- Berent, A. C., & Weisse, C. (2018b). The Sub<sup>TM</sup> Flush Kit. A Special Flush Kit with T-FloLoc<sup>TM</sup> for use with the SUB System. Instructions for Use. *Norfolk Vet Products*, 1–7. Acedido a 2 de abril de 2020, em: [https://norfolkvetproducts.com/PDF/SUB/SUB\\_Flush\\_Guide\\_2018-01-email.pdf](https://norfolkvetproducts.com/PDF/SUB/SUB_Flush_Guide_2018-01-email.pdf)
- Berent, A. C., & Weisse, C. (2020). SUB<sup>TM</sup> 3.0 - A Subcutaneous Ureteral Bypass System: A Surgical Guide. *Norfolk Vet Products*, 1–20. Acedido a 20 de setembro de 2020, em: [https://norfolkvetproducts.com/wp-content/uploads/2020/10/SUB3\\_Surgical\\_Guide\\_2020-09-email.pdf](https://norfolkvetproducts.com/wp-content/uploads/2020/10/SUB3_Surgical_Guide_2020-09-email.pdf)
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Bagley, D. H., & Lamb, K. (2018). Use of a subcutaneous ureteral bypass device for treatment of benign ureteral obstruction in cats: 174 ureters in 134 cats (2009–2015). *J Am Vet Med Assoc.*, 253(10), 1309–1327.
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Todd, K., & Bagley, D. H. (2014). Technical and clinical outcomes of ureteral stenting in cats with benign ureteral obstruction: 69 cases (2006–2010). *J Am Vet Med Assoc.*, 244(5), 559–576.
- Berent, A. C., Weisse, C. W., Todd, K. L., & Bagley, D. H. (2012). Use of locking-loop pigtail nephrostomy catheters in dogs and cats: 20 cases (2004–2009). *J Am Vet Med Assoc.*, 241(3), 348–357.
- Bersenas, A. M. E. (2011). A clinical review of peritoneal dialysis. *J Vet Emerg Crit Care*, 21(6), 605–617.
- Bjorling, D. E., & Costa-Gómez, T. M. (2006). Surgery of the Kidney and Ureter. In S. J. Birchard & R. G. Sherding (Eds.), *Saunders Manual os Small Animal Practice* (3rd ed., pp. 889–894). Saunders Elsevier.
- Borchert, C., Berent, A. C., & Weisse, C. (2018). Subcutaneous ureteral bypass for treatment of bilateral ureteral obstruction in a cat with retroperitoneal paraganglioma. *J Am Vet Med Assoc.*, 253(9), 1169–1176.
- Brown, S. (2011). Physiology of the kidneys. In J. Bartges & D. J. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals* (1st ed., pp. 10–17). Wiley-Blackwell.
- Cannon, A. B., Westropp, J. L., Ruby, A. L., & Kass, P. H. (2007). Evaluation of trends in urolith composition in cats: 5,230 cases (1985–2004). *J Am Vet Med Assoc.*, 231(4), 570–576.
- Chew, D. J., Dibartola, S. P., & Schenck, P. (2011a). Urinalysis. In D. J. Chew, S. P. Dibartola, & P. Schenck (Eds.), *Canine and Feline Nephrology and Urology* (2nd ed., pp. 1–31). Elsevier Saunders.
- Chew, D. J., Dibartola, S. P., & Schenck, P. (2011b). Urolithiasis. In D. J. Chew, S. P. Dibartola, & P. Schenck (Eds.), *Canine and Feline Nephrology and Urology* (2nd ed., pp. 272–305). Elsevier Saunders.
- Chik, C., Berent, A. C., Weisse, C. W., & Ryder, M. (2019). Therapeutic use of tetrasodium ethylenediaminetetraacetic acid solution for treatment of subcutaneous ureteral bypass device mineralization in cats. *J Vet Intern Med.*, 33(5), 2124–2132.

- Choi, G. C., Jeong, I. S., Seo, B. S., Lee, G. J., Kim, Y. H., Rahman, M. M., & Kim, S. (2018). Surgical correction of ureter rupture due to stenosis induced secondary to accidental injury by placing nephrovesical subcutaneous ureteric bypass in a dog. *J Adv Vet Anim Res.*, 5(2), 247–254.
- Christie, B. A. (2003). Anatomy of the Urinary System. In D. Slatter (Ed.), *Textbook of Small Animal Surgery. Volume 2* (3rd ed., pp. 1558–1575). Saunders.
- Clarke, D. L. (2018a). Feline ureteral obstructions Part 1 : medical management. *J Small Anim Pract.*, 59(6), 324–333.
- Clarke, D. L. (2018b). Feline ureteral obstructions Part 2: surgical management. *J Small Anim Pract.*, 59(7), 385–397.
- Clarkson, C. E., & Fletcher, T. F. (2011). Anatomy of the kidney and proximal ureter. In J. Bartges & D. J. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals* (1st ed., pp. 3–9). Wiley-Blackwell.
- Cray, M., Berent, A. C., Weisse, C. W., & Bagley, D. (2018). Treatment of pyonephrosis with a subcutaneous ureteral bypass device in four cats. *J Am Vet Med Assoc.*, 252(6), 744–753.
- Cuddy, L. (2018). Subcutaneous ureteral bypass: is your patient a candidate? *Veterinary Ireland Journal*, 8(8), 468–470.
- Culp, W. T. N., & Palm, C. A. (2017). Non-medical management of urolithiasis. In J. Elliott, G. F. Grauer, & J. L. Westropp (Eds.), *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology* (3rd ed., pp. 311–316). British Small Animal Veterinary Association (BSAVA).
- Culp, W. T. N., Palm, C. A., Hsueh, C., Mayhew, P. D., Hunt, G. B., Johnson, E. G., & Drobotz, K. J. (2016). Outcome in cats with benign ureteral obstructions treated by means of ureteral stenting versus ureterotomy. *J Am Vet Med Assoc.*, 249(11), 1292–1300.
- Debruyne, K., Paepe, D., Daminet, S., Combes, A., Duchateau, L., Peremans, K., & Saunders, J. H. (2013). Comparison of renal ultrasonographic measurements between healthy cats of three cat breeds: Ragdoll, British Shorthair and Sphynx. *J Feline Med Surg.*, 15(6), 478–482.
- Defarges, A., Berent, A., & Dunn, M. (2013). New alternatives for minimally invasive management of uroliths: Ureteroliths. *Compend Contin Educ Vet.*, 35(2), E1-7.
- Dellabella, M., Milanese, G., & Muzzonigro, G. (2003). Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones. *J Urol.*, 170(6 I), 2202–2205.
- Deroy, C., Rossetti, D., Ragetly, G., Hernandez, J., & Poncet, C. (2017). Comparison between double-pigtail ureteral stents and ureteral bypass devices for treatment of ureterolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc.*, 251(4), 1–9.
- Desgrandchamps, F., Cussenot, O., Meria, P., Cortesse, A., Teillac, P., & Duc, A. (1995). Subcutaneous urinary diversions for palliative treatment of pelvic malignancies. *J Urol.*, 154(2), 367–370.
- DiBartola, S. P., & Westropp, J. L. (2014). Canine and Feline Urolithiasis. In R. W. Nelson & C. G. Couto (Eds.), *Small Animal Internal Medicine* (5th ed., pp. 687–697). Elsevier.
- Dirrig, H., Lamb, C. R., Kulendra, N., & Halfacree, Z. (2020). Diagnostic imaging observations

- in cats treated with the subcutaneous ureteral bypass system. *J Small Anim Pract.*, 61(1), 24–31.
- Donner, G. S., Ellison, G. W., Ackerman, N., Senior, D. F., & Campbell, G. (1987). Percutaneous Nephrolithotomy in the Dog. An Experimental Study. *Vet Surg.*, 16(6), 411–417.
- Dorsch, R. (2017). Management of Ureteral Obstructions in Cats. *World Small Animal Veterinary Association Congress Proceedings*. Acedido a 13 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=8506337>
- Dorval, P., & Boysen, S. R. (2009). Management of acute renal failure in cats using peritoneal dialysis: a retrospective study of six cases (2003-2007). *J Feline Med Surg.*, 11(2), 107–115.
- Dunn, M. (2018). New Therapeutic Interventions in the Management of Infection and Encrustation of Urinary Tract Implants. *ACVIM*. Acedido a 15 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=8525009>
- Fages, J., Dunn, M., Specchi, S., & Pey, P. (2018). Ultrasound evaluation of the renal pelvis in cats with ureteral obstruction treated with a subcutaneous ureteral bypass: a retrospective study of 27 cases (2010–2015). *J Feline Med Surg.*, 20(10), 875–883.
- Ferneer, R. M. (2016). Treatment of ureterolithiasis in feline patients. *The Veterinary Nurse*, 7(9).
- Franti, C. E., Ling, G. V., Ruby, A. L., & Johnson, D. L. (1999). Urolithiasis in dogs V: Regional comparisons of breed, age, sex, anatomic location, and mineral type of calculus. *Am J Vet Res.*, 60(1), [Abstract].
- German, A. J. (2017). Abnormal renal palpation. In J. Elliott, G. F. Grauer, & J. L. Westropp (Eds.), *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology* (3rd ed., pp. 37–49). British Small Animal Veterinary Association (BSAVA).
- Gnanandarajah, J. S., Abrahante, J. E., Lulich, J. P., & Murtaugh, M. P. (2012). Presence of *Oxalobacter formigenes* in the intestinal tract is associated with the absence of calcium oxalate urolith formation in dogs. *Urol Res.*, 40(5), 467–473.
- Gomes, V. R., Ariza, P. C., Borges, N. C., Schulz, F. J., & Fioravanti, M. C. S. (2018). Risk factors associated with feline urolithiasis. *Vet Res Commun.*, 42(1), 87–94. <http://dx.doi.org/10.1007/s11259-018-9710-8>
- Gopegui, R. R., Espada, Y., & Majó, N. (1999). Bilateral hydroureter and hydronephrosis in a nine-year-old female German shepherd dog. *J Small Anim Pract.*, 40(5), 224–226.
- Grauer, G. F. (2015). Feline Struvite & Calcium Oxalate Urolithiasis. *Today's Veterinary Practice*.14- 20.
- Gregory, C. R., Lirtzman, R. A., Kochin, E. J., Rooks, R. L., Kobayashi, D. L., Seshadri, R., & Scott, D. (1996). A mucosal apposition technique for ureteroneocystostomy after renal transplantation in cats. *Vet Surg.*, 25(1), 13–17.
- Gregory, C. R., Olander, H. J., Kochin, E. J., Gourley, I. M., Cousyn, D., & Levy, J. (1993). Oxalate Nephrosis and Renal Sclerosis After Renal Transplantation in a Cat. *Vet Surg.*, 22(3), 221–224.

- Hardie, E. M., & Kyles, A. E. (2004). Management of ureteral obstruction. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 34(4), 989–1010.
- Hattersley, R. (2015). *Ureteral obstruction in cats*. Vet Times. Acedido a 15 de março de 2020, em: <https://www.vettimes.co.uk/article/ureteral-obstruction-in-cats/?format=pdf>.
- Hecht, S., Lawson, S. M., Lane, I. F., Sharp, D. E., & Daniel, G. B. (2010a). 99mTc-DTPA diuretic renal scintigraphy in cats with nephroureterolithiasis. *J Feline Med Surg.*, 12(6), 423–430.
- Hecht, S., Lawson, S. M., Lane, I. F., Sharp, D. E., & Daniel, G. B. (2010b). 99mTc-DTPA diuretic renal scintigraphy in dogs with nephroureterolithiasis. *Can Vet J.*, 51(12), 1360–1366.
- Hesse, A., Orzekowsky, H., Frenk, M., & Neiger, R. (2012). Epidemiological data of urinary stones in cats between 1981 and 2008. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere.*, 40(2), 95–102.
- Heuter, K. J. (2005). Excretory Urography. *Clin Tech Small Anim Pract.*, 20(1), 39–45.
- Horowitz, C., Berent, A., Weisse, C., Langston, C., & Bagley, D. (2013). Predictors of outcome for cats with ureteral obstructions after interventional management using ureteral stents or a subcutaneous ureteral bypass device. *J Feline Med Surg.*, 15(12), 1052–1062.
- Houston, D. M., & Moore, A. E. P. (2009). Canine and feline urolithiasis: Examination of over 50000 urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith centre from 1998 to 2008. *Can Vet J.*, 50(12), 1263–1268.
- Johnson, C. M., Culp, W. T. N., Palm, C. A., & Zacuto, A. C. (2015). Subcutaneous ureteral bypass device for treatment of iatrogenic ureteral ligation in a kitten. *J Am Vet Med Assoc.*, 247(8), 924–931.
- Kim, H. L., Labay, P. C., Boyarsky, S., & Glenn, J. F. (1970). An experimental model of ureteral colic. *J Urol.*, 104(3), 390–394.
- Kopecny, L., Palm, C. A., Drobatz, K. J., Balsa, I. M., & Culp, W. T. N. (2019). Risk factors for positive urine cultures in cats with subcutaneous ureteral bypass and ureteral stents (2010-2016). *J Vet Intern Med.*, 33(1), 178–183.
- Kulendra, E., Kulendra, N., & Halfacree, Z. (2014a). Management of bilateral ureteral trauma using ureteral stents and subsequent subcutaneous ureteral bypass devices in a cat. *J Feline Med Surg.*, 16(6), 536–540.
- Kulendra, N. J., Syme, H., Benigni, L., & Halfacree, Z. (2014b). Feline double pigtail ureteric stents for management of ureteric obstruction: short- and long-term follow-up of 26 cats. *J Feline Med Surg.*, 16(12), 985–991.
- Kyles, A. E., Hardie, E. M., Wooden, B. G., Adin, C. A., Stone, E. A., Gregory, C. R., Mathews, K. G., Cowgill, L. D., Vaden, S., Nyland, T. G., & Ling, G. V. (2005a). Clinical, clinicopathologic, radiographic, and ultrasonographic abnormalities in cats with ureteral calculi: 163 cases (1984–2002). *J Am Vet Med Assoc.*, 226(6), 932–936.
- Kyles, A. E., Hardie, E. M., Wooden, B. G., Adin, C. A., Stone, E. A., Gregory, C. R., Mathews, K. G., Cowgill, L. D., Vaden, S., Nyland, T. G., & Ling, G. V. (2005b). Management and outcome of cats with ureteral calculi: 153 cases (1984–2002). *J Am Vet Med Assoc.*,

- 226(6), 937–944.
- Lam, N. K., Berent, A. C., Weisse, C. W., Bryan, C., Mackin, A. J., & Bagley, D. H. (2012). Endoscopic placement of ureteral stents for treatment of congenital bilateral ureteral stenosis in a dog. *J Am Vet Med Assoc.*, 240(8), 983–990.
- Lamb, C. R. (1998). Ultrasonography of the ureters. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 28(4), 823–848.
- Lamb, C. R., Cortellini, S., & Halfacree, Z. (2018). Ultrasonography in the diagnosis and management of cats with ureteral obstruction. *J Feline Med Surg.*, 20(1), 15–22.
- Langston, C., Gisselman, K., Palma, D., & McCue, J. (2008). Diagnosis of urolithiasis. *Compend Contin Educ Vet.*, 30(8), 447–455.
- Langston, C., Gisselman, K., Palma, D., & McCue, J. (2010). Methods of Urolith Removal. *Compend Contin Educ Vet.*, 32(6), E1-7.
- Lanzone, J. A., Gulmi, F. A., Chou, S. Y., Mooppan, U. M. M., & Kim, H. (1995). Renal Hemodynamics in Acute Unilateral Ureteral Obstruction: Contribution of Endothelium-Derived Relaxing Factor. *J Urol.*, 153(6), 2055–2059.
- Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Albasan, H., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., Swanson, L. L., & Pederson, L. A. (2005). Trends in the Frequency of Calcium Oxalate Uroliths in the Upper Urinary Tract of Cats. *J Am Anim Hosp Assoc.*, 41(1), 39–46.
- Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2001). Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc.*, 219(9), 1228–1237.
- Ling, G. V., Thurmond, M. C., Choi, Y. K., Franti, C. E., Ruby, A. L., & Johnson, D. L. (2003). Changes in Proportion of Canine Urinary Calculi Composed of Calcium Oxalate or Struvite in Specimens Analyzed from 1981 through 2001. *J Vet Intern Med.*, 17(6), 817–823.
- Livet, V., Pillard, P., Goy-Thollot, I., Maleca, D., Cabon, Q., Remy, D., Fau, D., Viguier, E., Pouzot, C., Carozzo, C., & Cachon, T. (2017). Placement of subcutaneous ureteral bypasses without fluoroscopic guidance in cats with ureteral obstruction: 19 cases (2014–2016). *J Feline Med Surg.*, 19(10), 1030–1039.
- López, M., & Hoppe, B. (2010). History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatr Nephrol.*, 25(1), 49–59.
- Low, W. W., Uhl, J. M., Kass, P. H., Ruby, A. L., & Westropp, J. L. (2010). Evaluation of trends in urolith composition and characteristics of dogs with urolithiasis: 25,499 cases (1985–2006). *J Am Vet Med Assoc.*, 236(2), 193–200.
- Luca, G. C., Monteiro, B. P., Dunn, M., & Steagall, P. V. M. (2017). A retrospective study of anesthesia for subcutaneous ureteral bypass placement in cats: 27 cases. *J Vet Med Sci.*, 79(6), 992–998.
- Lulich, J. (2008). Feline Ureteronephrolithiasis: Detection, Management and Prevention. *AAFP FALL 2008 MEETING*. Acedido a 15 de março de 2020, em:

<https://www.vin.com/doc/?id=3901486>

- Lulich, J. P. (2010). *Calcium Oxalate Uroliths: Making the Diagnosis and Decreasing Recurrence*. Acedido a 16 de março de 2020, em: [https://www.vetmed.umn.edu/sites/vetmed.umn.edu/files/making\\_the\\_diagnosis\\_canine\\_calcium\\_oxalate.pdf](https://www.vetmed.umn.edu/sites/vetmed.umn.edu/files/making_the_diagnosis_canine_calcium_oxalate.pdf)
- Lulich, J. P., Adams, L. G., Grant, D., Albanan, H., & Osborne, C. A. (2008). Changing Paradigms in the Treatment of Uroliths by Lithotripsy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 39(1), 143–160.
- Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., Westropp, J. L., Bartges, J. W., & Osborne, C. A. (2016). ACVIM Small Animal Consensus Recommendations on the Treatment and Prevention of Uroliths in Dogs and Cats. *J Vet Intern Med.*, 30(5), 1564–1574.
- Lulich, J. P., & Osborne, C. A. (2008). Changing Paradigms in the Diagnosis of Urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 39(1), 79–91.
- Lulich, J. P., Osborne, C. A., & Albanan, H. (2011). Canine and feline urolithiasis: diagnosis, treatment, and prevention. In J. Bartges & D. J. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals* (1st ed., pp. 687–706). Wiley-Blackwell.
- Lulich, J. P., Osborne, C. A., Lekcharoensuk, C., Allen, T. A., & Nakagawa, Y. (1999). Canine calcium oxalate urolithiasis: Case-based applications of therapeutic principles. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 29(1), 123–139.
- MacPhail, C. M. (2013). Surgery of the Kidney and Ureter. In T. W. Fossum, C. W. Dewey, C. V. Horn, A. L. Johnson, C. M. MacPhail, M. G. Radlinsky, K. S. Schulz & M. D. Willard (Eds), *Small Animal Surgery* (4th ed., pp. 705–734). Elsevier Mosby.
- Manassero, M., Decambon, A., Viateau, V., Bedu, A. S., Vallefucio, R., Benchekroun, G., Moissonnier, P., & Maurey, C. (2014). Indwelling double pigtail ureteral stent combined or not with surgery for feline ureterolithiasis: Complications and outcome in 15 cases. *J Feline Med Surg.*, 16(8), 623–630.
- Mathews, K. (2012). Ureters. In K. M. Tobias & S. A. Johnston (Eds.), *Veterinary Surgery: Small Animal* (pp. 1962–1977). Elsevier Saunders.
- Meldrum, K. K. (2016). Pathophysiology of Urinary Tract Obstruction. In A. J. Wein, L. R. Kavoussi, A. W. Partin, & C. A. Peters (Eds.), *Campbell - Walsh Urology* (11th ed., pp. 1089–1103). Elsevier.
- Milligan, M., & Berent, A. C. (2019). Medical and Interventional Management of Upper Urinary Tract Uroliths. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 49(2), 157–174.
- Milligan, M. L., Berent, A. C., Weisse, C. W., Lamb, K., & Toizer, E. (2020). Outcome of SUB placement for the treatment of benign ureteral obstruction in dogs: nine dogs and 12 renal units (2013 to 2017). *J Small Anim Pract.*, 1–8.
- Mitchell, A. M., Jones, A. E., Tumlin, J. A., & Kline, J. A. (2010). Incidence of contrast-induced nephropathy after contrast-enhanced computed tomography in the outpatient setting. *Clin J Am Soc Nephrol.*, 5(1), 4–9.
- Morita, T., Ando, M., Kihara, K., & Oshima, H. (1994). Function and Distribution of Autonomic Receptors in Canine Ureteral Smooth Muscle. *Neurourol Urodyn.*, 13(3), 315–

321.

- Mustafa, A. S. M. F., Islam, M. S., Mamun, A. A., & Khalid, M. S. (2016). Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones: A randomized control trial. *Bangladesh Med Res Counc Bull.*, 42(2), 78–83.
- Nesser, V. E., Reetz, J. A., Clarke, D. L., & Aronson, L. R. (2018). Radiographic distribution of ureteral stones in 78 cats. *Vet Surg.*, 47(7), 895–901.
- Nwadike, B. S., Wilson, L. P., & Stone, E. A. (2000). Use of bilateral temporary nephrostomy catheters for emergency treatment of bilateral ureter transection in a cat. *J Am Vet Med Assoc.*, 217(12), 1862–1865.
- O’Kell, A. L., Grant, D. C., & Khan, S. R. (2017). Pathogenesis of calcium oxalate urinary stone disease: species comparison of humans, dogs, and cats. *Urolithiasis*, 45(4), 329–336.
- Ordon, M., Schuler, T. D., Ghiculete, D., Pace, K. T., & Honey, R. J. D. (2013). Stones lodge at three sites of anatomic narrowing in the ureter: Clinical fact or fiction? *J Endourol.*, 27(3), 270–276.
- Osborne, C. (2008). State of Stone: Epidemiological Shifts in Feline Urolith Type. *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings*. Acedido a 15 de fevereiro de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=6696755>
- Osborne, C. A., & Lulich, J. P. (1999). Risk and protective factors for urolithiasis. What do they mean? *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 29(1), 39–43.
- Osborne, C. A., Lulich, J. P., Kruger, J. M., Ulrich, L. K., & Koehler, L. A. (2009a). Analysis of 451,891 Canine Uroliths, Feline Uroliths, and Feline Urethral Plugs from 1981 to 2007: Perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 39(1), 183–197.
- Osborne, C. A., Lulich, J. P., Polzin, D. J., Allen, T. A., Kruger, J. M., Bartges, J. W., Koehler, L. A., Ulrich, L. K., Bird, K. A., & Swanson, L. L. (1999). Medical dissolution and prevention of canine struvite urolithiasis: Twenty years of experience. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 29(1), 73–111.
- Osborne, C. A., Lulich, J. P., Swanson, L. L., & Albasan, H. (2009b). Drug-Induced Urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 39(1), 55–63.
- Osborne, C. A., Lulich, J. P., Thumchai, R., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Bird, K. A., & Bartges, J. W. (1996). Feline Urolithiasis. Etiology and Pathophysiology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 26(2), 217–232.
- Palm, C. A., & Culp, W. T. N. (2016). Nephroureteral Obstructions: The Use of Stents and Ureteral Bypass Systems for Renal Decompression. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 46(6), 1183–1192.
- Palm, C. A., & Westropp, J. L. (2011). Cats and calcium oxalate. Strategies for managing lower and upper tract stone disease. *J Feline Med Surg.*, 13(9), 651–660.
- Pavia, P. R., Berent, A. C., Weisse, C. W., Neiman, D., Lamb, K., & Bagley, D. (2018). Outcome of ureteral stent placement for treatment of benign ureteral obstruction in dogs: 44 cases (2010–2013). *J Am Vet Med Assoc.*, 252(6), 721–731.
- Petrovsky, B., Berent, A. C., Weisse, C. W., Branter, E., Bagle, D. H., & Lamb, K. E. (2019).

- Endoscopic nephrolithotomy for the removal of complicated nephroliths in dogs and cats: 16 kidneys in 12 patients (2005–2017). *J Am Vet Med Assoc.*, 255(3), 352–365.
- Picavet, P., Detilleux, J., Verschuren, S., Sparkes, A., Lulich, J., Osborne, C., Istasse, L., & Diez, M. (2007). Analysis of 4495 canine and feline uroliths in the Benelux . A retrospective study : 1994 – 2004. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl.)*, 91(5–6), 247–251.
- Pilot, M., Broome, C., Hammond, G., Ward, P. M., & McLauchlan, G. (2017). Bladder catheter dislodgement as a complication following placement of a subcutaneous ureteral bypass device. *Vet Rec Case Rep.*, 5(3), 1–6.
- Pressler, B. M., Mohammadian, L. A., Li, E., Vaden, S. L., Levine, J. F., Mathews, K. G., & Robertson, I. D. (2004). In vitro prediction of canine urolith mineral composition using computed tomographic mean beam attenuation measurements. *Vet Radiol Ultrasound.*, 45(3), 189–197.
- Pullium, J. K., Dillehay, D. L., Webb, S., & Pinter, M. J. (2000). Congenital Bilateral Ureteral Stenosis and Hydronephrosis in a Neonatal Puppy. *Contemp Top Lab Anim Sci.*, 39(5), 34–36.
- Quimby, J. (2018). Feline Ureteral Obstructions: Between a rock and a hard place. *Valentine Charlton Feline Medicine Seminar*.
- Quimby, J. M., Dowers, K., Herndon, A. K., & Randall, E. K. (2017). Renal pelvic and ureteral ultrasonographic characteristics of cats with chronic kidney disease in comparison with normal cats, and cats with pyelonephritis or ureteral obstruction. *J Feline Med Surg.*, 19(8), 784–790.
- Rawlings, C. A., Bjorling, D. E., & Christie, B. A. (2003). Kidneys. In D. Slatter (Ed.), *Textbook of Small Animal Surgery. Volume 2* (3rd ed., pp. 1606–1619). Saunders.
- Reece, W. O. (2015a). Glomerular Filtration and Tubular Transport. In W. O. Reece, H. H. Erickson, J. P. Goff, & E. E. Uemura (Eds.), *Dukes' Physiology of Domestic Animals* (13th ed., pp. 166–172). Wiley Blackwell.
- Reece, W. O. (2015b). The Renal System: Structures and Function. In W. O. Reece, H. H. Erickson, J. P. Goff, & E. E. Uemura (Eds.), *Dukes' Physiology of Domestic Animals* (13th ed., pp. 157–165). Wiley Blackwell.
- Roberts, S. F., Aronson, L. R., & Brown, D. C. (2011). Postoperative Mortality in Cats After Ureterolithotomy. *Vet Surg.*, 40(4), 438–443.
- Rossanese, M., & Murgia, D. (2015). Management of paraureteral pseudocyst and ureteral avulsion using a subcutaneous ureteral bypass (SUB) system in a cat. *Vet Rec Case Rep.*, 3(1), 1–5.
- Rothrock, K. (2016). *Ureteral Obstruction*. VINcyclopedia of Diseases. Acedido a 6 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/Members/Associate/Associate.plx?DiseaseId=1098>
- Rozear, L., & Tidwell, A. S. (2003). Evaluation of the ureter and ureterovesicular junction using helical computed tomographic excretory urography in healthy dogs. *Vet Radiol Ultrasound.*, 44(2), 155–164.
- Sapora, J. A., Hardie, R. J., & Evans, N. (2019). Use of a subcutaneous ureteral bypass device for treatment of bilateral proximal ureteral injury in a 9 month old cat. *JFMS Open Rep.*,

5(1), 1–6.

- Segev, G. (2011). Diseases of the ureter. In J. Bartges & D. J. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals* (1st ed., pp. 583–590). Wiley-Blackwell.
- Seiler, G. S. (2013). The Kidneys and Ureters. In D. E. Thrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (6th ed., pp. 705–725). Elsevier Saunders.
- Shipov, A., & Segev, G. (2013). Ureteral Obstruction in Dogs and Cats. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 68(2), 71–77.
- Singh, A., Alter, H. J., & Littlepage, A. (2007). A Systematic Review of Medical Therapy to Facilitate Passage of Ureteral Calculi. *Ann Emerg Med.*, 50(5), 552–563.
- Snyder, D. M., Steffey, M. A., Mehler, S. J., Drobatz, K. J., & Aronson, L. R. (2004). Diagnosis and surgical management of ureteral calculi in dogs: 16 cases (1990–2003). *N Z Vet J.*, 53(1), 19–25.
- Stage, K. H., & Lewis, S. (1981). Use of the radionuclide washout test in evaluation of suspected upper urinary tract obstruction. *J Urol.*, 125(3), 379–382.
- Steinhaus, J., Berent, A. C., Weisse, C., Eatroff, A., Donovan, T., Haddad, J., & Bagley, D. (2015). Clinical Presentation and Outcome of Cats with Circumcaval Ureters Associated with a Ureteral Obstruction. *J Vet Intern Med.*, 29(1), 63–70.
- Syme, H. M. (2012). Stones in cats and dogs: What can be learnt from them? *Arab J Urol.*, 10(3), 230–239.
- Syme, H. M., & Jepson, R. (2017). Clinical Approach and Laboratory Evaluation of Renal Disease. In S. J. Ettinger, E. C. Feldman, & E. Côté (Eds.), *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (8th ed., pp. 4603–4649). Elsevier.
- Thornhill, B. A., Burt, L. E., Chen, C., Forbes, M. S., & Chevalier, R. L. (2005). Variable chronic partial ureteral obstruction in the neonatal rat: A new model of ureteropelvic junction obstruction. *Kidney Int.*, 67(1), 42–52.
- Tilson, D. M., & Tobias, K. M. (2012). Kidneys. In K. M. Tobias & S. A. Johnston (Eds.), *Veterinary Surgery: Small Animal* (pp. 1944–1961). Elsevier Saunders.
- Tion, M. T., Dvorska, J., & Saganuwan, S. A. (2015). A Review on urolithiasis in dogs and cats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 18(1), 1–18.
- Tobias, K. (2011). Renal and Ureteral Surgery. In J. Bartges & D. J. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals* (1st ed., pp. 596–616). Wiley Blackwell.
- Tomiyama, Y., Wanajo, I., Yamazaki, Y., Murakami, M., Kojima, M., & Shibata, N. (2003). Functional muscarinic cholinergic receptors in the isolated canine ureter. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol.*, 367(4), 348–352.
- Vachon, C., Defarges, A., Brisson, B., Nykamp, S., Weese, J. S., Denstedt, J., & Berent, A. C. (2017). Passive ureteral dilation and ureteroscopy after ureteral stent placement in five healthy Beagles. *Am J Vet Res.*, 78(3), 381–392.
- Vedrine, B. (2017). Perioperative Occlusion of a Subcutaneous Ureteral Bypass Secondary to a Severe Pyonephrosis in a Birman Cat. *Topics in Companion Animal Medicine*, 32(2), 58–60.

- Wanajo, I., Tomiyama, Y., Tadachi, M., Kobayashi, M., Yamazaki, Y., Kojima, M., & Shibata, N. (2005). The potency of KUL-7211, a selective ureteral relaxant, in isolated canine ureter: Comparison with various spasmolytics. *Urol Res.*, *33*(6), 409–414.
- Weil, A. B. (2010). Anesthesia for patients with renal/hepatic disease. *Top Companion Anim Med.*, *25*(2), 87–91.
- Weisse, C., & Berent, A. C. (2014). Radical Cystectomy and Bilateral Subcutaneous Ureterovesicular Bypass (Sub) Placement for Advanced Urinary Bladder Cancer in Dogs. *Veterinary Cancer Society*. Acedido a 20 de março de 2020, em: <https://www.vin.com/doc/?id=7168617>
- Wen, J. G., Frøkiær, J., Jørgensen, T. M., & Djurhuus, J. C. (1999). Obstructive nephropathy: An update of the experimental research. *Urol Res.*, *27*(1), 29–39.
- Westropp, J. L., Ruby, A. L., Bailiff, N. L., Kyles, A. E., & Ling, G. V. (2006). Dried solidified blood calculi in the urinary tract of cats. *J Vet Intern Med.*, *20*(4), 828–834.
- Wormser, C., Clarke, D. L., & Aronson, L. R. (2016). Outcomes of ureteral surgery and ureteral stenting in cats: 117 cases (2006–2014). *J Am Vet Med Assoc.*, *248*(5), 518–525.
- Wormser, C., Reetz, J. A., Drobatz, K. J., & Aronson, L. R. (2019). Diagnostic utility of ultrasonography for detection of the cause and location of ureteral obstruction in cats: 71 cases (2010–2016). *J Am Vet Med Assoc.*, *254*(6), 710–715.
- Zaid, M. S., Berent, A. C., Weisse, C., & Caceres, A. (2011). Feline Ureteral Strictures: 10 Cases (2007 –2009). *J Vet Intern Med.*, *25*(2), 222–229.

# **ANEXOS**

**ANEXO I** – Fatores predisponentes à formação de urólitos de estruvite em cães e gatos (Fontes: Osborne *et al.*, 1996; Lekcharoensuk *et al.*, 2001; Cannon *et al.*, 2007; Houston & Moore, 2009; Chew *et al.*, 2011b; Syme, 2012; Grauer, 2015; Gomes *et al.*, 2018).

<b>Fatores predisponentes - Urólitos de Estruvite</b>	
<b>Hipermagnesúria</b>	<p><b><u>Devido a:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dietas ricas em magnésio (resultam no aumento da <i>clearance</i> renal do Mg<sup>2+</sup>).</li> </ul>
<b>Hiperamonúria</b>	<p><b><u>Devido a:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- excesso de proteína na dieta (fonte de ureia que será metabolizada em amónia (NH<sub>3</sub>) e glutamina e posterior conversão em amónio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>));</li> <li>- acidose metabólica (promove a metabolização da glutamina em NH<sub>4</sub><sup>+</sup>);</li> <li>- acidúria (ioniza a NH<sub>3</sub> difundida no lúmen tubular renal. O NH<sub>4</sub><sup>+</sup> aprisionado é subsequentemente excretado);</li> <li>- hipocalcemia (produz acidose intracelular e excreção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).</li> </ul>
<b>Hiperfosfatúria</b>	<p><b><u>Devido a:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- excesso de fósforo na dieta (resulta no aumento da <i>clearance</i> renal do P);</li> <li>- urina alcalina (aumenta a concentração urinária e a saturação de fosfito (PO<sub>3</sub><sup>3-</sup>) removendo iões de hidrogénio (H<sup>+</sup>) do di-hidrogenofosfato (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) e do hidrogenofosfato (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)).</li> </ul>
<b>Infeções do trato urinário</b>	<p><b><u>Devido à ação de:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bactérias urease positivas como <i>Staphylococcus spp.</i> e <i>Proteus spp.</i>.</li> </ul> <p>A urease bacteriana hidrolisa a ureia em amónia e bicarbonato, contribuindo este último para o aumento do pH urinário resultando numa diminuição da solubilidade mineral. Liberta-se amónio que se liga ao fósforo e ao magnésio causando precipitação urinária. Isto exerce um efeito irritativo local facilitando a formação de uma matriz orgânica que atua como núcleo de cristalização.</p> <p><b><u>Nota:</u></b> a formação destes cálculos também ocorre em urina estéril (principalmente em gatos).</p>
<b>Tipo de dieta</b>	<p><b><u>Dietas com:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elevados teores de magnésio, fósforo, cálcio, cloro, fibra, níveis moderados de proteína e baixos teores de gordura.</li> </ul> <p><b><u>Que promovem:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento do pH urinário de forma constante (6,5-6,9).</li> </ul> <p><b><u>Que favorecem o aparecimento de:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hipermagnesúria, hiperamonúria e hiperfosfatúria que aumenta a predisposição para a precipitação e agregação de cristais.</li> </ul>
<b>Idade e Raça</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gatos mais jovens parecem ser mais predispostos, constatando-se uma maior taxa de ocorrência entre os 4-7 anos. A ocorrência diminui depois dos 10 anos de idade. <b><u>As raças de gato mais predispostas são:</u></b> himalaia, persa, siamês, birmanês, <i>burmese</i>, abissínio, <i>rex</i>, azul russo, <i>foreign shorthair</i>, <i>ragdoll</i>, <i>chartreux</i>, <i>shorthair</i> oriental, <i>manx</i>.</li> <li>- Em cães com menos de 1 ano de idade os cálculos presentes são geralmente de estruvite. <b><u>As raças de cão mais predispostas são:</u></b> <i>schnauzer</i> miniatura, <i>lhasa apso</i>, <i>yorkshire terrier</i>, <i>bichon frisé</i>, <i>shih tzu</i>.</li> </ul>
<b>Género</b>	<p><b><u>Maior predisposição em:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fêmeas (principalmente castradas).</li> </ul> <p>Talvez devido ao reduzido tamanho da uretra que predispõe ao desenvolvimento de infeções do trato urinário.</p>

**ANEXO II** – Fatores predisponentes à formação de urólitos de oxalato de cálcio em cães e gatos (Fontes: Osborne *et al.*, 1996; Lekcharoensuk *et al.*, 2001; Osborne, 2008; Gnanandarajah *et al.*, 2012; Syme, 2012; Grauer, 2015; Bartges, 2016; O’Kell *et al.*, 2017; Gomes *et al.*, 2018).

<b>Fatores predisponentes - Urólitos de Oxalato de Cálcio</b>	
<b>Hipercalcúria</b>	<p><b>Devido a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dietas com excesso de cálcio (resultam no aumento da <i>clearance</i> renal do <math>\text{Ca}^{2+}</math>) e sódio (favorecem a excreção renal do <math>\text{Ca}^{2+}</math>);</li> <li>- excesso de vitamina D (aumenta a absorção intestinal do <math>\text{Ca}^{2+}</math> e ao suprimir a paratormona promove a excreção deste);</li> <li>- excreção renal de cálcio excessiva;</li> <li>- aumento da mobilização óssea de cálcio por acidose metabólica;</li> <li>- doenças que causam hipercalcemia (hiperparatiroidismo primário, hipercalcemia idiopática, adenocarcinoma da paratiroide);</li> <li>- hipofosfatemia (estimula a produção de vitamina D);</li> <li>- tratamentos com diuréticos de ansa ou corticosteroides.</li> </ul>
<b>Hiperoxalúria</b>	<p><b>Devido a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento da ingestão de oxalato (resulta no aumento da <i>clearance</i> renal de <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>) e vitamina C (precursora da produção de <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>);</li> <li>- hiperoxalúria primária (resulta no aumento da produção endógena de <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>);</li> <li>- deficiência em Vitamina B6 (promove o aumento da produção endógena de <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>).</li> </ul> <p><b>Provoca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lesões nos túbulos renais potenciando a sua mineralização (formação das placas de Randall) servindo de núcleo para a precipitação de oxalato de cálcio (<math>\text{CaC}_2\text{O}_4</math>).</li> </ul>
<b>Hipocitratúria</b>	<p><b>Devido a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- acidemia, por exemplo acidose tubular renal (promove a utilização tubular do citrato e reduz a sua excreção);</li> <li>- causas idiopáticas (que aumentam a concentração urinária de íons de <math>\text{Ca}^{2+}</math> disponíveis para se ligarem ao <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>).</li> </ul>
<b>Diminuição dos inibidores da cristalização</b>	<p><b>Devido a:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- causas hereditárias (que promovem uma diminuição da produção de glicoproteínas capazes de inibir o crescimento e agregação de cristais de <math>\text{CaC}_2\text{O}_4</math>. Estes inibidores formam sais solúveis com o <math>\text{Ca}^{2+}</math> ou o <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>, diminuindo a disponibilidade destes para precipitação).</li> </ul>
<b>Tipo de colonização bacteriana intestinal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A ausência de bactérias do tipo <i>Oxalobacter formigenes</i>, que são metabolizadoras do oxalato, promove uma maior absorção intestinal deste contribuindo para o aumento da formação de cálculos.</li> </ul>
<b>Tipo de dieta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dietas acidificantes, pobres em magnésio, potássio e sódio contribuem para um pH urinário ácido e resultam em hipomagnesemia, favorecendo a agregação do oxalato com o cálcio. Além disso a acidúria altera a função e concentração de alguns inibidores da cristalização e reforça a atividade dos promotores;</li> <li>- Dietas com baixo teor de humidade aumentam a incidência deste tipo de urólitos.</li> </ul>
<b>Idade e Raça</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior prevalência em gatos de meia idade a idosos (8-12 anos), com uma maior taxa de ocorrência por volta dos 7,3 anos. <b>As raças de gato mais predispostas são:</b> persa, himalaia, <i>burmese</i> e <i>ragdoll</i>. Além do <i>havana brown</i>, <i>british shorthair</i>, <i>foreign shorthair</i>, <i>scottish fold</i> e <i>exotic shorthair</i>.</li> <li>- Maior prevalência em cães com mais de 5-8 anos, com uma maior taxa de ocorrência por volta dos 8,5 anos. <b>As raças de cão mais predispostas são:</b> <i>schnauzer</i> miniatura, <i>lhasa apso</i>, <i>yorkshire terrier</i>, <i>bichon frisé</i>, <i>keeshond</i>, <i>spitz</i> alemão, <i>shih tzu</i>, <i>cairn terrier</i>, <i>bichon maltês</i> e <i>poodle</i> (anão e toy).</li> </ul>
<b>Género</b>	<p><b>Maior predisposição em:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- machos (principalmente castrados).</li> </ul>

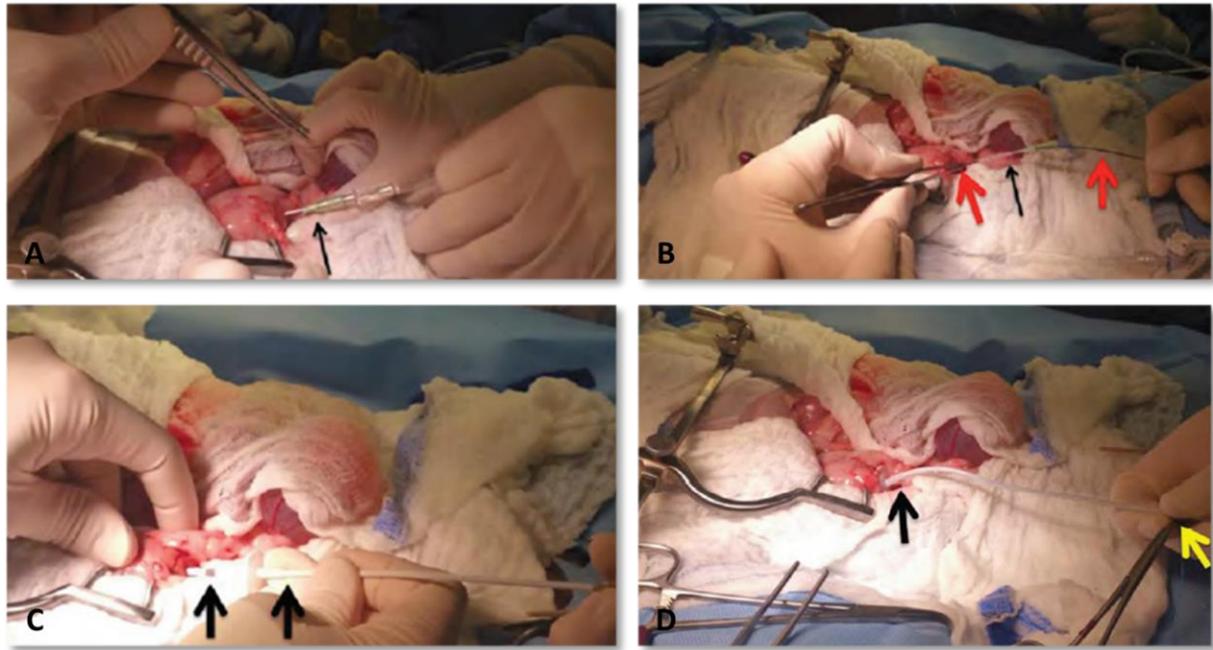
**ANEXO III** – Estratégias nutricionais e farmacológicas para a prevenção de urólitos de oxalato de cálcio em cães e gatos (Fontes: Lulich *et al.*, 2011; Nelson & Couto, 2014).

<b>Estratégias preventivas - <u>Urólitos de Oxalato de Cálcio</u></b>	
<b>MANEIO NUTRICIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização preferencial de <b><u>dietas enlatadas</u></b> (possuem elevado teor de humidade e consecutivamente diminuem a concentração urinária). Em caso de impossibilidade, utilização de <b><u>dietas secas com acréscimo de água</u></b>;</li> <li>- <b><u>Diminuição da quantidade diária de alimento</u></b> de forma a prevenir excesso de peso;</li> <li>- Adição de <b><u>cloro de sódio</u></b> à dieta (para aumentar o volume de urina produzido diariamente). Isto deve ser reconsiderado em animais com hipertensão, problemas cardiovasculares ou doença renal;</li> <li>- Utilização de <b><u>dietas caseiras</u></b> (especialmente em animais com múltiplas comorbidades). Atenção à restrição em cálcio, uma vez que pode levar ao aumento da absorção intestinal de oxalato. No entanto, o aumento da ingestão tanto de cálcio como de oxalato deve ser evitado;</li> <li>- Uso de <b><u>snacks com elevado teor de humidade, baixas calorias e baixas quantidades de oxalato</u></b>;</li> <li>- Utilização de <b><u>dietas que não restrinjam as quantidades de magnésio, fósforo e citrato</u></b> (uma vez que a nível urinário estes componentes atuam como inibidores da formação de cálculos de oxalato de cálcio). Dietas com restrições excessivas de fósforo podem conduzir ao aumento da ativação da vitamina D3 em calcitriol (no rim) sobre a ação hormonal da paratiroide resultando no aumento da absorção intestinal do cálcio;</li> <li>- Em gatos é recomendada uma <b><u>alimentação não acidificante</u></b> (pH &gt; 6,15– 6,29), com <b><u>elevado teor de humidade</u></b> e formulada de forma a <b><u>evitar excessos de proteína, cálcio, oxalato e sódio</u></b>;</li> <li>- Nos animais com hipertrigliceridemia é prudente a utilização de <b><u>dietas restritas em gordura</u></b> (&lt; 2g/100 kcal) pois especula-se que as gorduras dietéticas estão envolvidas na formação de cálculos de oxalato de cálcio em ratos e humanos;</li> <li>- Em gatos com hipercalcemia idiopática é recomendada uma <b><u>alimentação com níveis reduzidos de vitamina D e cálcio e níveis superiores de fibra</u></b>.</li> </ul>
<b>MANEIO FARMACOLÓGICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Hidroclorotiazida</u></b>: 2 mg/kg, PO, cada 12 horas (q12h) (cães) e 1 mg/kg, PO, q12h (gatos), uma vez que diminui a excreção urinária de cálcio;</li> <li>- <b><u>Citrato de Potássio</u></b>: 50-75 mg/kg, PO, q12h (cães e gatos), uma vez que o citrato pode formar um complexo com o cálcio e desta forma diminuir a concentração urinária de oxalato de cálcio;</li> <li>- <b><u>Vitamina B6</u></b>: 2-4 mg, cada 24 a 48 horas (q24-48h) em animais que consomem exclusivamente comida caseira ou dietas insuficientes em vitamina B6.</li> </ul>

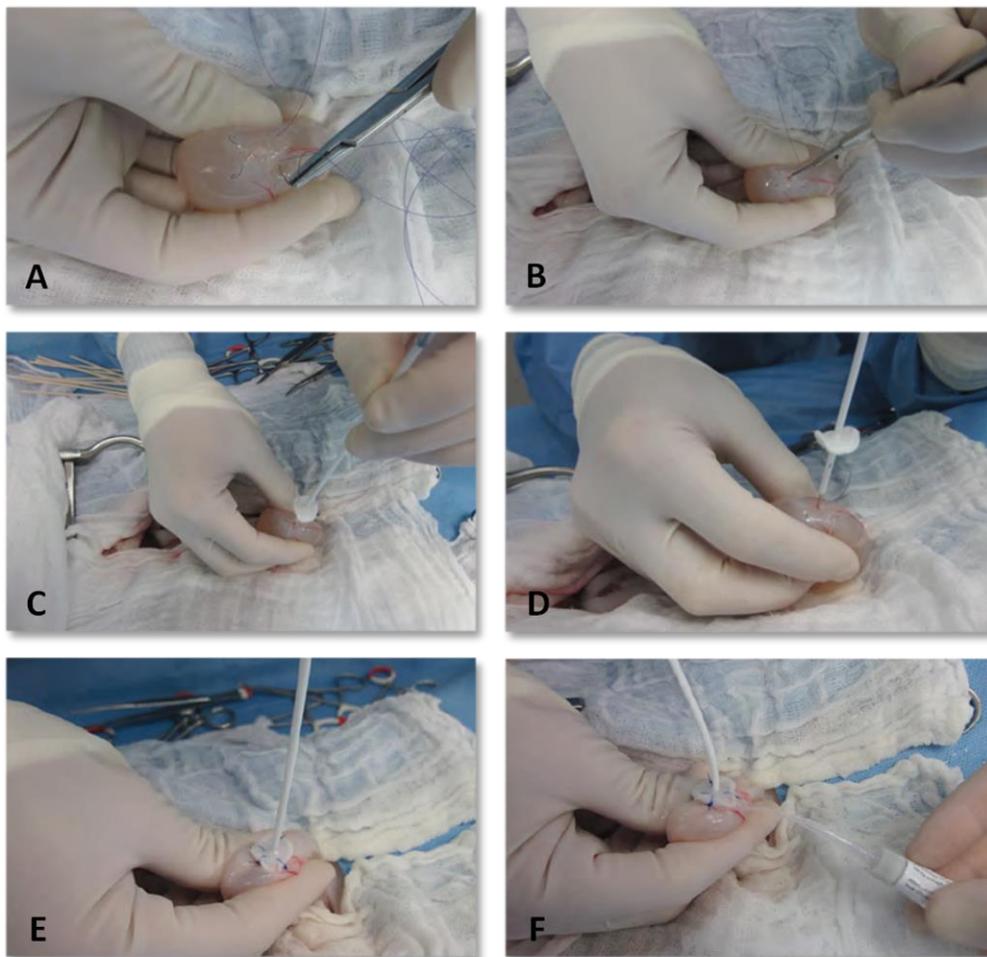
**ANEXO IV** – Estratégias nutricionais e farmacológicas para a prevenção de urólitos de estruvite em cães e gatos (Fontes: Lulich *et al.*, 2011, 2016; Nelson & Couto, 2014).

<b>Estratégias preventivas - <u>Urólitos de Estruvite</u></b>	
<b>MANEIO NUTRICIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de <b>dietas com elevado teor de humidade</b> e que <b>promovam um pH urinário &lt; 6,8</b> (uma vez que a solubilidade dos urólitos de estruvite é maior em urinas ácidas com pH &lt; 6,5);</li> <li>- Utilização de <b>dietas com restrição de fósforo e magnésio</b> (levam à diminuição dos precursores deste tipo de cálculos).</li> </ul>
<b>MANEIO FARMACOLÓGICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administração de <b>antibiótico apropriado</b> em caso de infeção do trato urinário (uma vez que este tipo de cálculos se pode formar secundariamente à infeção por bactérias urease positivas);</li> <li>- <b><u>Metionina</u></b> (para animais que consomem dietas não acidificantes e o pH urinário é &gt; 6,5);</li> <li>- <b><u>Cloreto de amónia</u></b> (para animais que consomem dietas não acidificantes e o pH urinário é &gt; 6,5).</li> </ul>

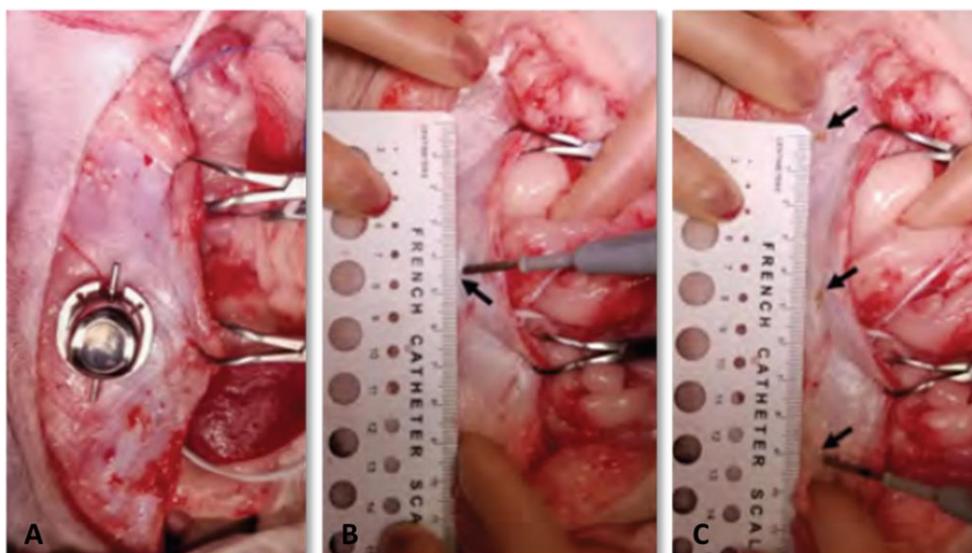
**ANEXO V** – Imagens adicionais relativas à cirurgia de implantação de um sistema de *bypass* ureteral subcutâneo (adaptadas de Berent & Weisse, 2018a).



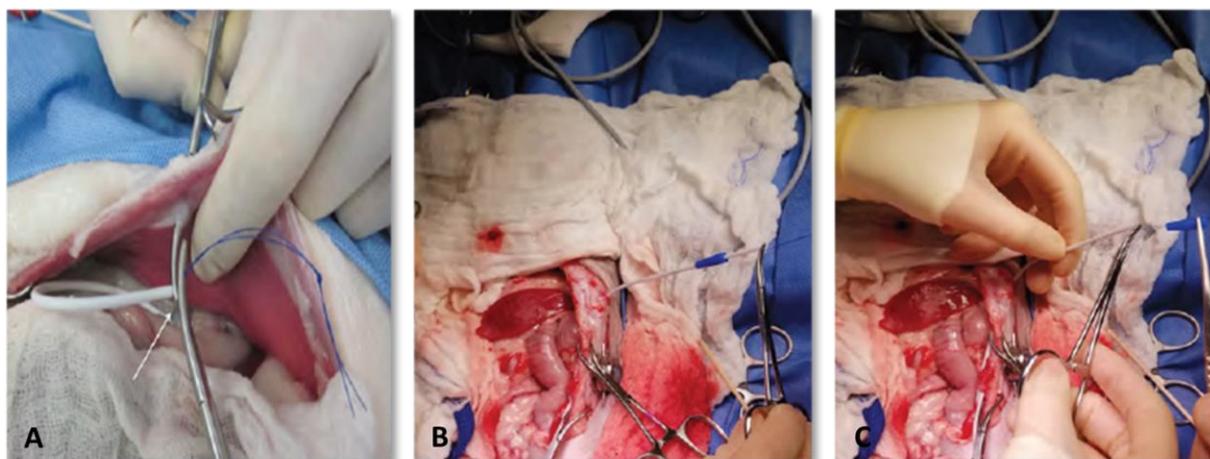
**Figura 36** – Colocação do cateter de nefrostomia. **A** – Cateter intravenoso de 18 G (assinalado com a seta preta) a puncionar a pélvis renal pelo polo caudal do rim após disseção da gordura envolvente; **B** – Remoção do cateter intravenoso de 18 G (seta preta) através do fio-guia metálico com ponta em J de 0,035'' (setas vermelhas) já devidamente inserido e enrolado no interior da pélvis renal; **C** – Cateter de nefrostomia (setas pretas) a progredir pelo fio-guia metálico com ponta em J de 0,035'' para o interior da pélvis renal; **D** – Cateter de nefrostomia (seta preta) já devidamente inserido no interior da pélvis renal. O fio de tração do cateter encontra-se travado e sob tensão com o auxílio de uma pinça hemostática (seta amarela).



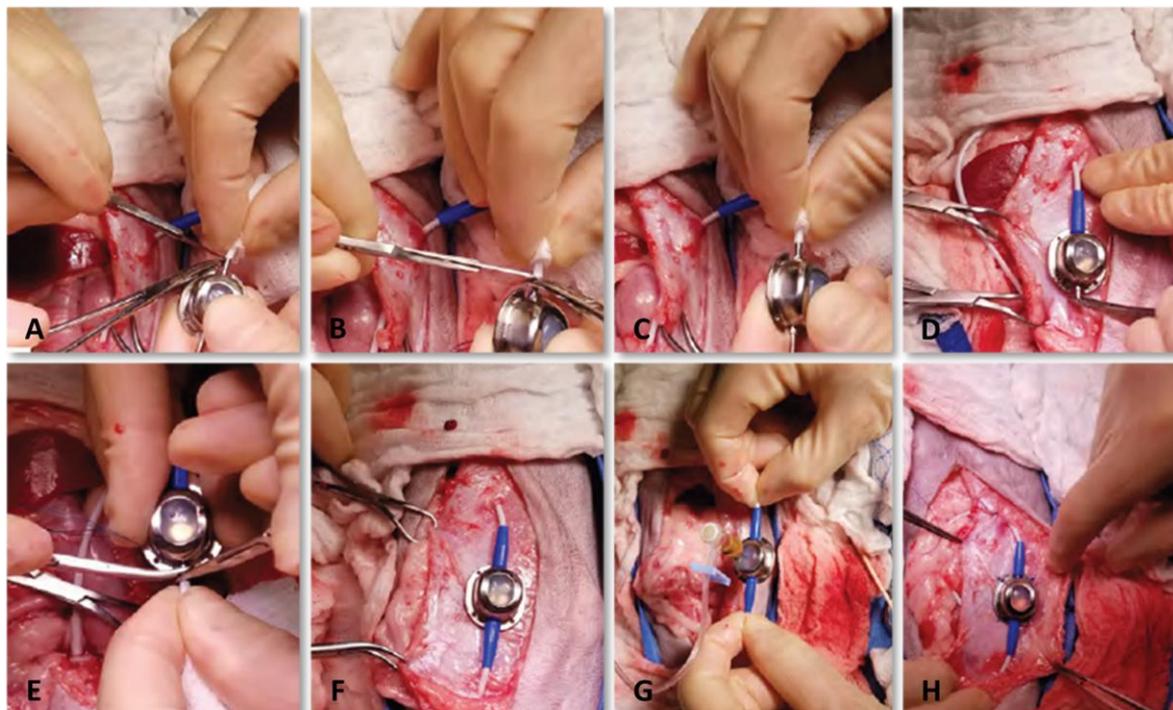
**Figura 37** – Colocação do cateter de cistostomia. **A** – Realização da sutura em bolsa de tabaco no ápex vesical; **B** – Incisão da bexiga (no centro da sutura em bolsa de tabaco já realizada) com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº. 11; **C** e **D** – Introdução do cateter de cistostomia no lúmen vesical através da referida incisão; **E** – *Cuff* de PET e respectiva manga de silicone suturados à parede vesical; **F** – Aplicação de cianoacrilato estéril entre o *cuff* de PET e a superfície serosa da bexiga.



**Figura 38** – Posicionamento do portal subcutâneo. **A** – Colocação do portal na parede abdominal ipsilateral ao ureter obstruído, na região mediana compreendida entre o processo xifoide e o púbis. Identificação do local de implantação após disseção cuidadosa da gordura subcutânea; **B** – Marcação do local onde será colocada a região central do portal subcutâneo do sistema (neste caso com recurso a um cauterizador na zona indicada pela seta preta); **C** – Identificação do local de penetração de ambos os cateteres através da parede abdominal (a 4,5 cm da marca central, tanto em direção cranial como caudal).



**Figura 39** – Exteriorização dos cateteres de nefrostomia e cistostomia através da parede abdominal. **A** – Passagem do fio de tração e do respetivo cateter pelo orifício criado com o auxílio da pinça hemostática. A seta branca indica o local onde a pinça deve agarrar o cateter; **B** – Pinça hemostática a manter o fio de tração sob tensão mesmo após a sua exteriorização; **C** – Inserção da abraçadeira conetora (*bue boot*) através do fio de tração do cateter (lado cónico inserido em primeiro lugar).



**Figura 40** – Implantação do portal subcutâneo. **A** – Ligação do cateter à via do portal subcutâneo correspondente, mantendo o fio de tração sob tensão; **B** – Secção rente do fio de tração do cateter com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº. 11; **C** – Avanço do cateter sobre a via do portal subcutâneo; **D** – Avanço da peça conetora (*blue boot*) sobre o local de união do cateter com a via do portal; **E** – Repetição do mesmo procedimento para o outro cateter do sistema; **F** – Avaliação do local de implantação realizado (notar que na imagem se visualiza a totalidade das peças conetoras e também um pouco do comprimento de ambos os cateteres antes da entrada destes na cavidade abdominal); **G** – Confirmação da ausência de perdas indesejadas/vazamentos pelo sistema; **H** – Fixação do portal subcutâneo com pontos de sutura.

