



## Estudo clínico e anatomopatológico da urolitíase em cordeiros confinados submetidos à dieta com diferentes concentrações de fósforo

### Clinical and anatomopathological study of urolithiasis in feedlot lambs subjected to diets with different phosphorus concentrations

Bianca Paola Santarosa<sup>1\*</sup> , Danilo Otávio Laurenti Ferreira<sup>2</sup> , Soraya Regina Sacco Surian<sup>3</sup> , Tália Missen Tremori<sup>4</sup> , Henrique Barbosa Hooper<sup>5</sup> , Priscila dos Santos Silva<sup>5</sup> , Matheus Ribeiro Coelho<sup>1</sup> , Vítor Hugo dos Santos<sup>6</sup> , Roberto Calderon Gonçalves<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Unaí, MG, Brasil

<sup>2</sup>Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo, Defesa Agropecuária do estado de São Paulo, Bauru, SP, Brasil

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC), Campus Concórdia, SC, Brasil

<sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brasil

<sup>5</sup>Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, SP, Brasil

<sup>6</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil

\*Correspondente - [biancasantarosavet@gmail.com](mailto:biancasantarosavet@gmail.com)

#### Resumo

A urolitíase obstrutiva é frequente na ovinocultura e possui etiologia multifatorial, porém o manejo nutricional inadequado é considerado o mais relevante para sua ocorrência. Os objetivos deste estudo foram verificar a influência de duas dietas com diferentes proporções e concentrações de cálcio (Ca) e fósforo (P) no desenvolvimento da urolitíase obstrutiva, e descrever os achados clínicos e anatomopatológicos do sistema urinário de ovinos. Utilizaram-se 30 cordeiros, machos, mestiços das raças Santa Inês e Ile de France, que foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos: Grupo 1 (G1, n=15) – Ca:P de 1,9:1 e 0,42% de P; Grupo 2 (G2, n=15) – Ca:P de 1,5:1 e 0,65% de P. As dietas foram fornecidas por 90 dias consecutivos com feno de *Coast-cross*, farelo de soja, trigo e milho, e água *ad libitum*. Após o diagnóstico da doença, os cordeiros foram submetidos ao tratamento clínico e cirúrgico, quando necessário. A urolitíase foi detectada em 36,7% (11/30) dos cordeiros, sendo 26,7% assintomáticos e 10% (3/30) apresentaram obstrução uretral. Um cordeiro foi desobstruído após amputação do processo uretral e sondagem uretral; outro foi a óbito por ruptura vesical e uroperitônio; outro foi sacrificado após uretostomia perineal e cistostomia sem sucesso. Em ambos os grupos, as alterações histopatológicas renais mais frequentes foram congestão vascular, dilatação e degeneração tubular. A presença de proteínas na luz tubular foi mais pronunciada no G2. As dietas fornecidas, ricas em concentrado, embora com relação Ca:P adequadas, provocaram a calculogênese, o que comprovou que o excesso de minerais e pouca quantidade de volumoso podem causar a enfermidade no rebanho.

**Palavras-chave:** cálculo, confinamento, fósforo, obstrução uretral, ovinos.

Recebido em  
23 de fevereiro de 2021.  
Aceito em  
09 de junho de 2021.  
Publicado  
14 de julho de 2021.

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)

Como citar - disponível no site, na página do artigo.

### Abstract

Obstructive urolithiasis is common in farmed sheep and has a multifactorial etiology, but inadequate nutritional management is considered the most relevant condition for its occurrence. The objectives of this study were to verify the influence of two diets with different concentrations of calcium (Ca) and phosphorus (P) on the development of obstructive urolithiasis, and to describe the clinical and anatomopathological findings of the urinary system in sheep. Thirty male crossbred Santa Inês and Ile de France lambs were randomly distributed into two groups: Group 1 (G1, n = 15) – Ca: 1.9:1 P and 0.42% P; Group 2 (G2, n = 15) – Ca: P 1.5:1 and 0.65% P. The diets consisting of Coast-cross hay, soybean meal, wheat, and corn were provided for 90 consecutive days with water *ad libitum*. After the diagnosis of the disease, the lambs were subjected to clinical and surgical treatment, when necessary. Urolithiasis was detected in 36.7% (11/30) of lambs, 26.7% were asymptomatic and 10% (3/30) had urethral obstruction. A lamb was unobstructed after amputation of the urethral process and urethral catheterization, one died of bladder and uoperitoneum rupture, and another was sacrificed after the failure of perineal urethrostomy and cystostomy. The most frequent renal histopathological changes were vascular congestion, dilation, and tubular degeneration. Proteins in the tubular lumen were more pronounced in G2. The diets were rich in concentrate and had adequate Ca:P ratios, but caused calculogenesis, showing that excess minerals and a small amount of roughage can cause disease in the herd.

**Keywords:** feedlot, phosphorus, sheep, urethral obstruction, urolith.

---

## Introdução

A intensificação da ovinocultura, que visa obtenção de maior ganho de peso de forma precoce, acarreta maior prevalência de doenças metabólicas e nutricionais, tendo destaque a urolitíase<sup>(1,2)</sup>. A etiologia desta enfermidade é complexa e multifatorial. Afeta particularmente os machos devido à conformação da uretra, curta e estreita<sup>(3)</sup> e ocasiona diversos prejuízos econômicos devido aos gastos com tratamentos, inaptidão de carneiros à reprodução, morte dos animais e perda de material genético<sup>(4,5)</sup>.

A integridade produtiva e reprodutiva do animal é mantida, com melhores resultados, com a prevenção da doença, antes do processo de formação do cálculo<sup>(6,7,8)</sup>, pois após o surgimento dos sinais clínicos, o prognóstico é reservado a ruim<sup>(9)</sup>. Neste sentido, deve-se conhecer os perfis minerais e a composição química dos cálculos e, conseqüentemente, retificar os possíveis fatores associados à sua formação<sup>(10,11,12)</sup>.

A maior ocorrência da doença está relacionada ao sistema de manejo intensivo, com alto fornecimento de grãos e seus subprodutos, devido às concentrações elevadas de fósforo e magnésio, e baixos teores de cálcio, resultando em desequilíbrio na proporção ideal de Ca:P que é de 1:1 a 2:1<sup>(3)</sup>. Esse desequilíbrio Ca: P resulta em excreção exacerbada de fósforo pela urina, que em pH urinário alcalino, fisiológico para ruminantes, favorece a sua precipitação e conseqüente formação de cálculos<sup>(10,13,14,15)</sup>.

De acordo com o potencial calculogênico de uma dieta rica em concentrado e com alta concentração de minerais, os objetivos deste estudo foram verificar a influência nutricional na ocorrência de urolitíase obstrutiva em cordeiros sob regime de confinamento a partir do fornecimento de duas dietas com teores diferentes de fósforo, além de analisar os achados clínicos nos animais afetados, as características anatomopatológicas do sistema urinário no desenvolvimento da doença, além de descrever os tratamentos aplicados nos animais obstruídos.

## Material e métodos

Este trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu sob o protocolo 156/2012.

Utilizaram-se 30 cordeiros machos, não castrados, mestiços das raças Ile de France e Santa Inês, com idade média de 120 dias, recém desmamados, com peso vivo (PV) médio de  $18,7 \pm 1,2$ kg, oriundos de criação comercial. Estes animais foram separados em dois grupos de 15 animais, identificados e distribuídos aleatoriamente: Grupo 1 (G1) e Grupo 2 (G2). Os cordeiros foram inicialmente desverminados com moxidectina (200µg/kg) injetável a 1% (Cidectin® Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda, Campinas-SP, Brasil) e vacinados contra Clostridioses (Sintoxan polivalente T®, Boehringer Ingelheim, Campinas-SP, Brasil).

Após período de adaptação de 15 dias ao ambiente e às dietas, os animais permaneceram 75 dias confinados, totalizando em 90 dias de confinamento. Os ovinos foram alocados em quatro baias coletivas de alvenaria 12m<sup>2</sup>, com sete ou oito animais cada (média de 1,5m<sup>2</sup>/cabeça), dispostas no mesmo local, dentro do Hospital Veterinário da FMVZ/UNESP-Botucatu, em condições iguais de temperatura, umidade do ar e luminosidade. Duas baias ficaram designadas para o G1, uma com sete e outra com oito animais, e outras duas ficaram para o G2, nas quais os animais estavam sob as mesmas condições nutricionais, de forma *ad libitum*. Os animais receberam água *ad libitum* em bebedouros automáticos.

Houve avaliação visual das sobras, porém não foi quantificada a fim de garantir o ajuste diário de 10% de sobras. O feno foi triturado e misturado ao concentrado, o que propiciou dieta total homogênea, que foi ofertada em comedouros com disponibilidade de área suficiente para todos os ovinos se alimentarem sem disputa. O experimento abrangeu o tempo usual de crescimento e terminação de cordeiros para abate. O desmame foi realizado, aos 60 a 70 dias de idade, com peso médio de 18kg, e foram confinados por 90 dias, para que atingissem o peso médio final de 40kg de peso vivo aos 150 a 160 dias de vida. Neste período os ovinos apresentaram consumo médio diário de 3% do PV de matéria seca (MS), seguindo as recomendações do NRC<sup>(16)</sup>. Sendo assim, os animais tiveram média de 1 a 1,3kg de ingestão diária de MS, com ganho de peso médio diário de 244g.

Os grupos receberam uma dieta com diferenças na proporção de Ca e P, dentro das recomendações indicadas<sup>(16)</sup> para ovinos em crescimento, sendo 1,9: 1 para o G1 e 1,5 :1 para o G2. O G1 recebeu dieta com teor total de Ca de 0,8% (8g/kg de MS) e P de 0,43% (4,3g/kg de MS); e o G2 com 0,97% de Ca (9,7g/kg de MS) e 0,65% de P (6,5g/kg de

MS). Com base no consumo médio de 1kg/dia de MS, os cordeiros do G1 ingeriram 8g de Ca e 4,3g de P/dia; e os animais do G2 consumiram 9,7g de Ca e 6,5g de P/dia. Esses valores, portanto, estiveram acima do requerimento absoluto desta categoria animal, que é 183mg de Ca e 103mg de P/kg de PV/dia<sup>(16)</sup>, portanto, ao final do experimento a necessidade diária dos cordeiros com 40kg PV seria de 7,32g de Ca e 4,12g de P.

Para garantir a segurança experimental, a dieta total, composta por 10% de feno de Coast-cross triturado e 90% de concentrado (farelo de soja, trigo e milho triturado), foi submetida à análise químico-bromatológica (Tabela 1), realizada pelo Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/UNESP, Campus Botucatu. Determinaram-se as porcentagens de MS, Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE) e Matéria Mineral (MM) pelo método de Weende; Fibra em detergente neutro (FDN) e Fibra em detergente ácido (FDA) pelo método de Van Soest. A análise mineral foi realizada pelo Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo (ICASA) para determinação da porcentagem de fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, sódio e potássio (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica e dos ingredientes das dietas fornecidas aos ovinos dos dois grupos experimentais (G1 e G2)

Variáveis	G1	G2
MS (%)	86,82	87,59
PB (%)	19,22	18,39
EE (%)	2,33	2,91
Minerais (%)	4,97	5,02
FDN (%)	17,40	17,62
FDA (%)	6,43	6,50
Energia Bruta (%)	3813	3876
Fósforo (%)	0,43	0,65
Cálcio (%)	0,8	0,97
Magnésio (%)	0,19	0,22
Potássio (%)	0,78	0,83
Sódio (%)	0,4	0,3
Enxofre (%)	0,14	0,14
Relação Ca:P	1,9:1	1,5:1
Feno de <i>Coast-cross</i> (%)	10	10
Farelo de soja (%)	26	21,40
Farelo de trigo (%)	8	15
Milho triturado (%)	54	51,3
Calcáreo calcítico (%)	2	2,3

O efeito da alimentação na ocorrência da urolitíase nos animais foi avaliado pela confirmação do diagnóstico baseado nos sinais clínicos e na necropsia nos animais dos dois grupos. Os animais eram inspecionados duas vezes ao dia (às 6h e às 18h), quanto ao comportamento de ingestão de alimentos, água, ruminação e micção, além da avaliação do escore de condição corporal (ECC)<sup>(17)</sup>. A avaliação ultrassonográfica (Aparelho de Ultrassom My LabTM30 Vet Gold Esaote®, Esaote Healthcare do Brasil, São Paulo-SP, Brazil) de toda extensão da uretra peniana, da bexiga e rins foi realizada apenas nos animais que apresentaram sinais sugestivos de urolitíase obstrutiva. Para o exame, utilizou-se o transdutor convexo de frequência de 3,5 a 5,0MHz. Para a ultrassonografia, os animais foram contidos manualmente, em decúbito lateral esquerdo, para o acesso do rim direito (RD). Para melhor qualidade da imagem, os animais foram tosquiados, e na região de contato com o transdutor procedeu-se prévia tricotomia. Para visualização renal, o transdutor foi posicionado na margem caudal do gradil costal, na região dorsal da fossa paralombar, ventralmente aos processos transversos lombares. O RD foi visualizado justaposto ao polo caudal do fígado<sup>(18,19)</sup>. No rim esquerdo (RE), pela presença do rúmen, o transdutor foi direcionado cranialmente abaixo da última costela. Após identificação dos rins no modo bidimensional, realizou-se a mensuração do comprimento renal no corte sagital, além de observada a arquitetura do órgão<sup>(20)</sup>. Para o uso do Doppler pulsado e mensuração do índice de resistividade (IR) somente o RD foi examinado, pois a visualização da vascularização do RE é dificultada pelo rúmen. Após identificação do rim no modo bidimensional, o Doppler colorido foi ativado para visualização das artérias renal e interlobar. O volume de amostra do Doppler pulsado foi então posicionado primeiramente sobre a artéria renal e posteriormente sobre a interlobar em um ângulo de insonação inferior a 60°, obtendo-se no mínimo três ondas do traçado espectral arterial. O IR foi calculado automaticamente pelo equipamento após delimitação manual da velocidade de pico sistólico e da velocidade diastólica final. Esse procedimento foi realizado de acordo a literatura<sup>(21)</sup>, assim como as medidas foram utilizadas como referência.

Quando confirmado o diagnóstico de urolitíase, os ovinos foram submetidos ao tratamento clínico com a amputação do apêndice vermiforme para hidropulsão retrógrada uretral e, quando necessário, tratamento cirúrgico de uretostomia ou cistostomia com colocação de catéter de *Foley* para drenagem da urina<sup>(9,22)</sup>. O protocolo anestésico utilizado para amputação de apêndice vermiforme foi apenas sedação com acepromazina (0,05mg/kg), via intramuscular. Para os demais procedimentos cirúrgicos, além da acepromazina, empregou-se a anestesia geral com indução anestésica com propofol (10mg/kg), via intravenosa, e manutenção com isoflurano, via inalatória.

Ao término do período experimental, com peso médio de 40kg, realizou-se eutanásia dos ovinos sob o protocolo: 0,2mg/kg de xilazina, via intravenosa, para a sedação. Após entrar em decúbito, fez-se 10mg/kg de tiopental (solução a 5%), via intravenosa. Em seguida injetou-se 1mL/kg de cloreto de potássio (ampola de KCl a 19,1%, 2,5mEq/mL), via intravenosa. Esse método foi aprovado pelo Conselho Federal de Medicina Veterinária na Resolução nº. 714, 20 de junho de 2002 e incluso em métodos aceitáveis e aceitos sob restrição conforme anexo 1 da Resolução CFMV nº. 1000/2012 para ruminantes. E então procedeu-se a análise macroscópica do sistema urinário e microscópica dos rins. Para

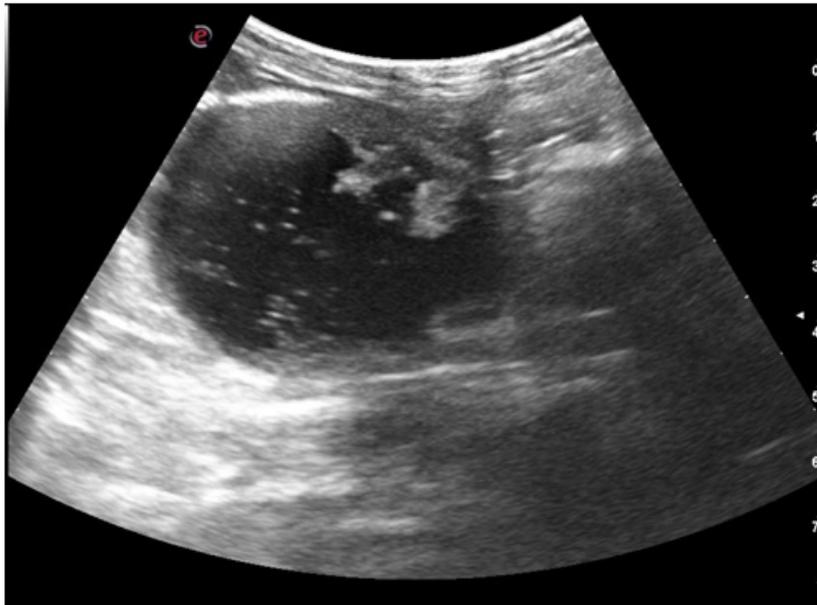
a realização do exame histopatológico, fragmentos dos rins foram fixados em solução de formalina tamponada a 10%. Após 48 horas, as amostras foram transferidas para frascos com álcool etílico 70%. Em seguida os fragmentos foram incluídos em parafina, cortados em micrótomo (RM2255-Leica Biosystems, Leica do Brasil Importação e Comércio Ltda, São Paulo-SP, Brazil) na espessura de 5 $\mu$ m e corados com hematoxilina e eosina (H.E.), no Serviço de Patologia Veterinária da FMVZ/UNESP, Botucatu. Todas as lâminas foram analisadas em microscópio óptico e as alterações histopatológicas dos rins foram classificadas em ausentes, leves, moderadas e acentuadas<sup>(23)</sup>.

Os achados clínicos e macroscópicos foram relacionados apenas de forma descritiva. Os dados de microscopia foram analisados utilizando o software *Statistical Analysis System* (SAS - SAS Institute, Cary, NC, USA). Para a análise dos efeitos dos tratamentos G1 e G2 sobre as variáveis grau de comprometimento e tipos de alterações microscópicas foram realizados os testes não paramétricos (bicaudais), pois os dados não eram distribuídos normalmente e utilizado o Proc Freq. Foram consideradas significativas os resultados que apresentaram o  $p \leq 0,05$  pelo teste de Qui-quadrado.

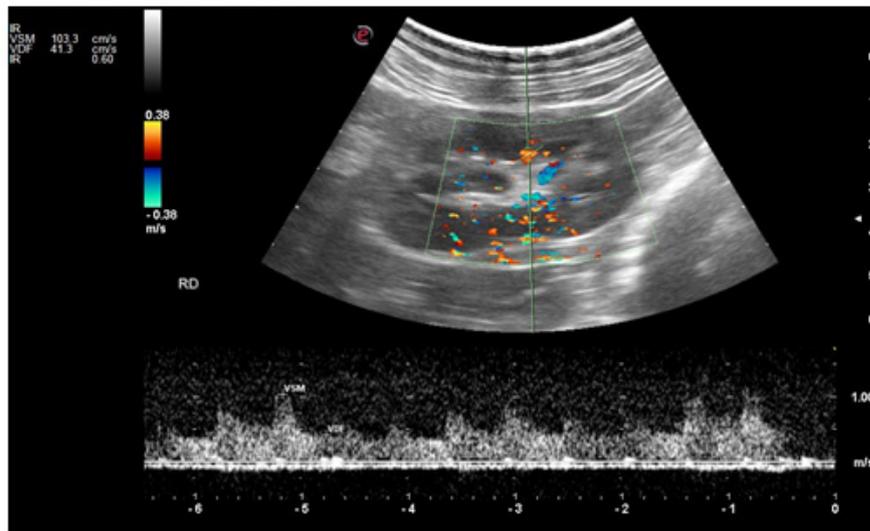
## Resultados

Ao início do experimento todos os cordeiros apresentavam ECC adequado ( $3,89 \pm 0,64$ ), entre 3.25 e 4.75<sup>(17)</sup>, estavam alertas e ativos. O aparecimento da enfermidade ocorreu no 28º dia do experimento, em um animal do G2, que apresentava ao exame físico, quadro de prostração aguda e anúria, glândula peniana cianótica e processo uretral enegrecido. Como tratamento inicial, foi realizada aplicação de dipirona (25mg/kg) e hioscina, por via intravenosa, e acepromazina (0,05mg/kg), por via intramuscular, seguida de amputação do processo uretral e sondagem uretral, porém mesmo com a realização da hidropropulsão retrógrada com solução fisiológica, não houve sucesso, e o animal continuou com obstrução uretral completa. Na ultrassonografia abdominal, a bexiga estava repleta com pontos hiperecoicos e cálculos de 0,72cm produzindo sombra acústica (Fig. 1), índice de resistividade (IR) da artéria renal esquerda de 0,60 (Fig. 2). Embora houvesse dilatação da pelve em ambos os rins (0,46cm e 0,52cm), o comprimento dos rins ao corte sagital estava normal e era de 5,73cm (rim esquerdo) e 5,89cm (rim direito), e não havia hidronefrose. No entanto, não foi possível visibilizar o local de obstrução da uretra, por se tratar da localização proximal à bexiga (região pélvica), portanto, sem acesso ao transdutor.

Posteriormente, procedeu-se laparotomia e cistostomia para colocação do catéter de *Foley* (Fig. 3). Verificou-se pequeno ponto de ruptura na bexiga, de 2cm, que não foi visibilizado na ultrassonografia realizada horas antes, então foi realizada cistorrafia no local da ruptura e introduziu-se o catéter de *Foley* para esvaziamento urinário, seguido de uretostomia perineal<sup>(9,11,24)</sup>.



**Figura 1.** Bexiga do Ovino 17 (G2) com estruturas pontiformes hiperecogênicas difusas formando discreto artefato de reverberação e produzindo leve sombra acústica posterior à parede vesical dependente, sugerindo presença de cálculos vesicais. Frequência 5MHz.



**Figura 2.** Índice de resistividade (IR) normal (0,60) e o traçado espectral da artéria renal do rim direito do Ovino 17 (G2).



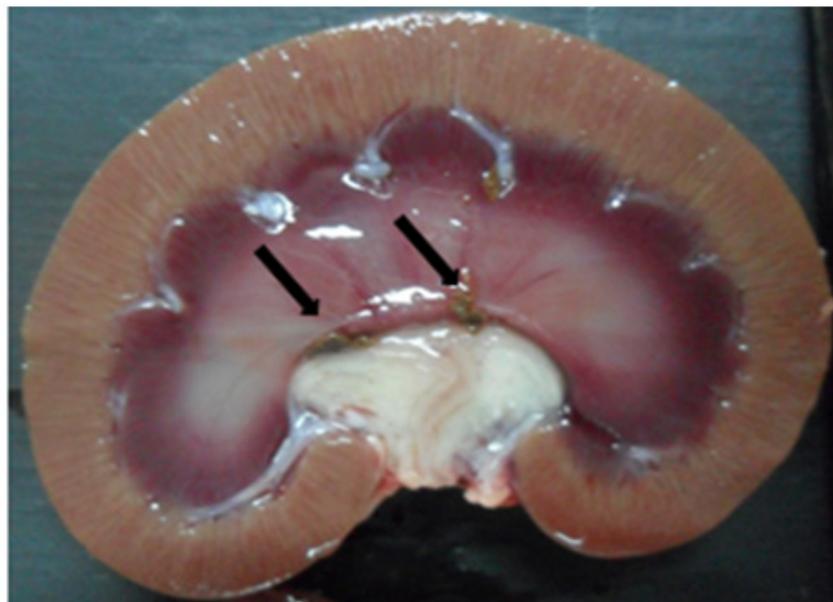
**Figura 3.** Ovino 17 (G2) com catéter de *Foley* após cistostomia.

O animal foi mantido em baia de alvenaria, sem cama, para verificar a micção, além de terapia suporte com flunixin meglumine (2,2mg/kg, via intramuscular, cada 24h) e enrofloxacina (7,5mg/kg, via subcutânea, cada 24h). No entanto, o cordeiro foi submetido a eutanásia após quatro dias do início dos sinais clínicos devido à nova obstrução, tanto do catéter de *Foley* da cistostomia quanto da uretostomia perineal. Na necropsia, as mucosas peniana e uretral estavam necrosadas (Fig. 4A, 4B), com deposição de cálculos desde o trígono vesical até a flexura sigmoide. Nos rins não foram observados cálculos, mas aglomerados de material orgânico ou mineral, que atuaram em sua formação (Fig.5).



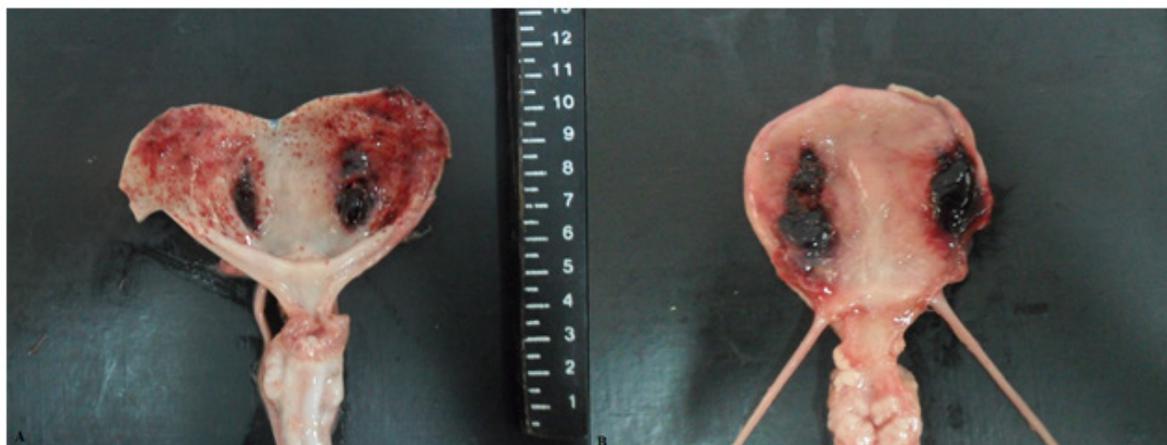
**Figura 4.** Ovino 17 (G2). A) Mucosa peniana e glândula com edema e necrose. B) Uretra peniana com mucosa apresentando hiperemia, hemorragia e necrose, uretrite.

Aos 42 dias do experimento, um segundo animal, do G1, apresentou distensão abdominal. Ao exame físico constatou-se presença de líquido ao balotamento, após laparocentese, confirmou-se ruptura de bexiga. Devido ao quadro urêmico do animal devido ao uoperitônio, mesmo com terapia suporte pré-operatória o cordeiro morreu no momento de indução anestésica. Na necropsia, havia acúmulo de líquido serossanguinolento na cavidade abdominal e cálculos na uretra proximal à bexiga, com coágulos de sangue no local da ruptura e a parede da bexiga urinária estava fina e friável com a mucosa apresentando hemorragia difusa (Fig.6A/B). Os rins e mucosa peniana estavam normais.



**Figura 5.** Superfície de corte do rim de ovino (G2), medula com deposição de matéria orgânica (setas) marrom esverdeada em região de pelve e medula renal

No 54º dia, um terceiro animal do G1; apresentou sintomatologia clínica de urolitíase obstrutiva, com disúria, polaquiúria e anorexia. Após aplicação da hioscina com dipirona e acepromazina, o animal foi posicionado e sedado para amputação do processo uretral pois, havia um cálculo na base da glândula (Fig.7A). Em seguida, realizou-se a sondagem uretral (Fig.7B) e hidropropulsão retrógrada; com sucesso. O fluxo urinário foi reestabelecido e o animal recebeu o mesmo tratamento já descrito com anti-inflamatório e antibiótico, além de permanecer em baía sem cama para verificar as características da micção. Depois disso, o animal não apresentou recidiva de obstrução e urinou normalmente até o final do experimento. Após o período experimental, realizou-se necropsia deste terceiro animal, e encontraram-se cálculos em região medular renal. As demais estruturas do sistema urinário estavam normais.



**Figura 6.** Bexiga do ovino 15 (G1), com ruptura. A) Mucosa vesical com cistite necrohemorrágica bilateral com hemorragias multifocais. B) Serosa vesical com necrose e hemorragia bilaterais.

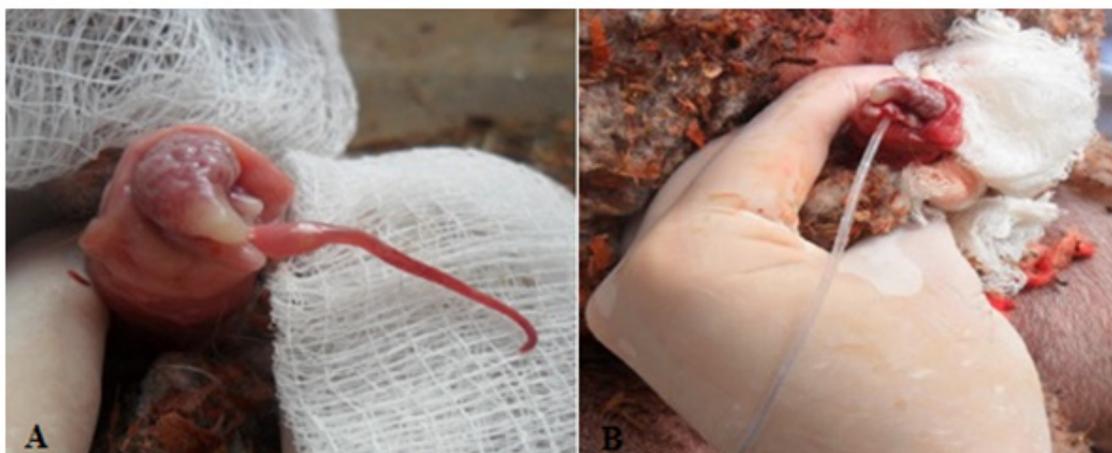
Ao final dos 90 dias de experimento, foi realizada necropsia de 28 animais (14 cordeiros do G1 e 14 do G2), colhendo-se os rins para análise macro e microscópica. Detectaram-se cálculos em seis (6/15) ovinos do G1 e em cinco (5/15) do G2, incluindo dois animais que vieram ao óbito por urolitíase obstrutiva durante o experimento, sendo um de cada grupo.

As alterações macroscópicas e localização dos cálculos urinários estão expostas na Tabela 2. No G1, os cálculos urinários se localizaram no processo uretral e medula renal, uretra e bexiga, já no G2 a localização foi distribuída pela medula e pelve renal, uretra, bexiga, sonda uretral e catéter de *Foley* (cistostomia). Os cálculos estavam localizados principalmente nas regiões medular e pelve renal, onde se encontraram cálculos vesicais em apenas dois animais, que não apresentavam cálculos nos rins. Os cálculos nos rins formavam aglomerados apresentando de 0,5 a 10mm de diâmetro, possuindo na maioria coloração branco-acinzentada ou amarelada, com bordas irregulares (Fig. 8). Notaram-se dilatação de pelve renal e discreta hidronefrose em alguns animais que apresentaram cálculos renais, embora o tamanho renal estivesse dentro dos parâmetros normais para a espécie (Fig. 9), de até 7,5cm<sup>(20,25)</sup>.

**Tabela 2.** Localização dos cálculos e alterações macroscópicas do sistema urinário dos dois grupos experimentais (G1 e G2)

Grupos	Animal	Localização dos cálculos	Alteração macroscópica
G1 (n=15)	02*	Processo uretral e medula renal	Dilatação de pelve renal e discreta hidronefrose
	07	Medula renal	Congestão na medula renal
	09	Bexiga urinária	Dilatação de pele renal
	10	Medula renal	Congestão na medula renal
	13	Medula renal	Congestão na medula renal
	15*	Uretra	Ruptura de bexiga, cistite hemorrágica e uoperitônio
G2 (n=15)	17*	Rins, sonda uretral (uretostomia perineal), bexiga, catéter de <i>Foley</i> (cistostomia) e uretra	Cistite hemorrágica, uretrite e hidronefrose
	18	Medula e pelve renal	Dilatação de pelve renal
	19	Medula e pelve renal	Dilatação de pelve renal e discreta hidronefrose
	22	Bexiga	Cistite
	23	Medula renal	Congestão da medula renal

\*animais que apresentaram urolitíase obstrutiva.



**Figura 7.** Ovino 02 (G1) com obstrução uretral. A) cálculo na base do processo uretral, é possível verificar edema e hiperemia. B) sondagem uretral após amputação do processo uretral.

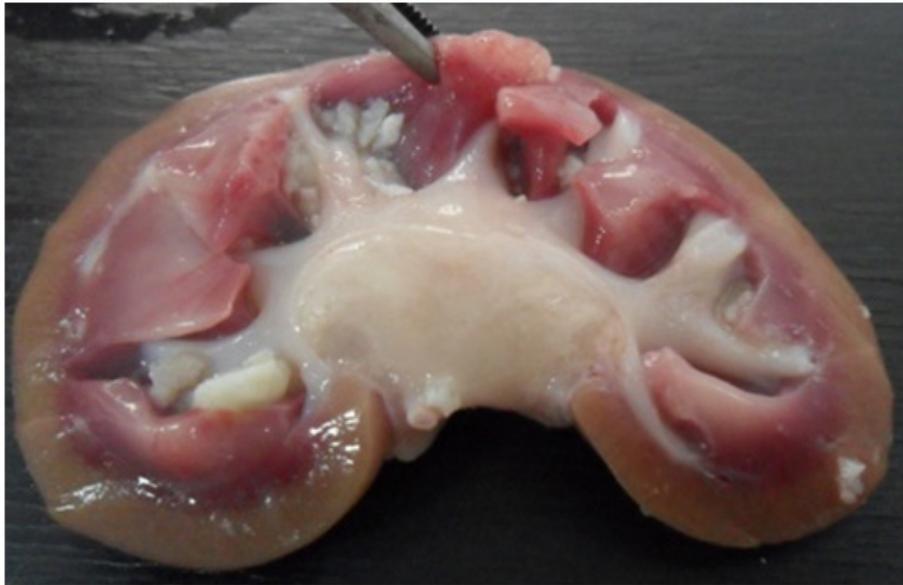


**Figura 8.** Rim do Ovino 18 (G2), superfície de corte, pielonefrite, coloração esbranquiçada na região medular apresentando dilatação de pelve renal, presença de múltiplos cálculos em pelve e região medular renal formando aglomerados, alteração na relação córtex medula.

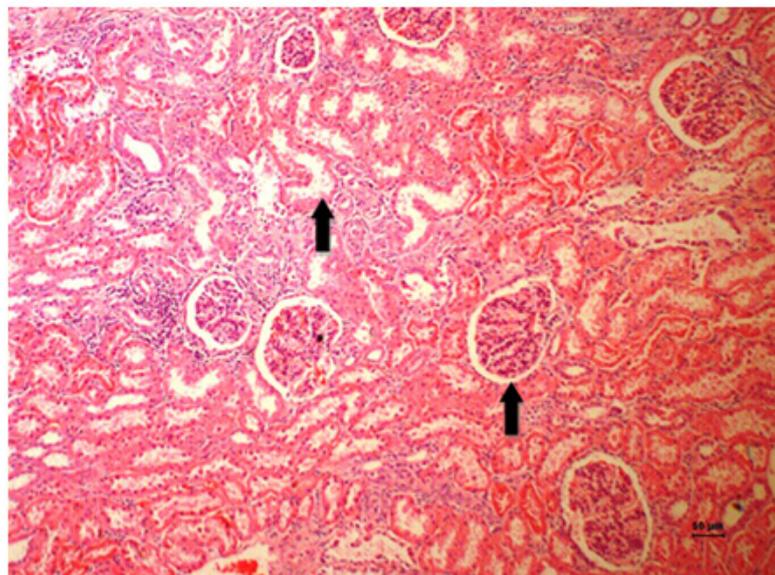
No exame histopatológico do sistema urinário, observaram-se alterações nos rins (Fig. 10, 11 e 12), conforme estão descritas na Tabela 3. Observou-se que não houve diferença significativa na frequência em relação aos tipos de alterações entre os ovinos dos grupos G1 e G2: congestão vascular ( $p=0,57$ ), dilatação tubular ( $p=0,75$ ), degeneração tubular ( $p=0,93$ ), sinéquias glomerulares ( $p=0,91$ ), necrose tubular ( $p=0,75$ ), infiltrado inflamatório de células mononucleares ( $p=0,96$ ), proteína na luz tubular ( $p=0,904$ ) e fibrose ( $p=0,82$ ).

Em relação à frequência dos graus de acometimento das alterações microscópicas, não houve diferença entre os grupos G1 e G2 em nenhuma das lesões: ausente ( $p=0,129$ ), leve ( $p=0,165$ ), moderado ( $p=0,752$ ), acentuado ( $p=0,472$ ). Em ambos os grupos, foi mais frequente o grau leve das alterações histopatológicas, sendo 42% em G1 e 52% em G2. Enquanto o grau acentuado foi o menos encontrado, sendo 4% dos animais do G1 e 2% do G2.

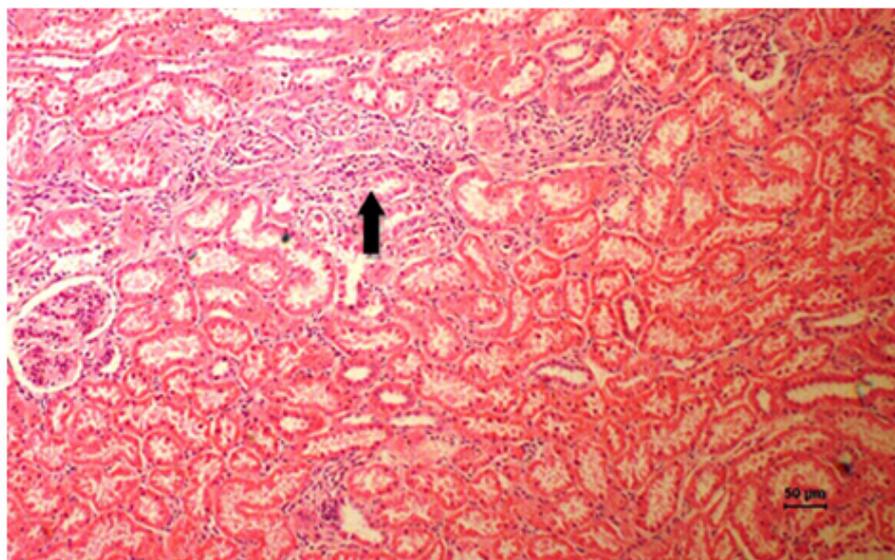
Comparando-se os dois grupos experimentais, houve diferença apenas para a presença de proteína na luz tubular em graus leve ( $p=0,02$ ) e moderado ( $p=0,03$ ). Dos animais do G1 foram 57,14% (8/14) tiveram proteinúria leve, enquanto do G2 foi 92,86% (13/14). Entretanto, quatro animais do G1 apresentaram proteína na luz tubular moderada, já do G2 não houve nenhum cordeiro. As demais alterações foram semelhantes entre os grupos, portanto não foi possível relacioná-las ao nível de fósforo ingerido nas dietas.



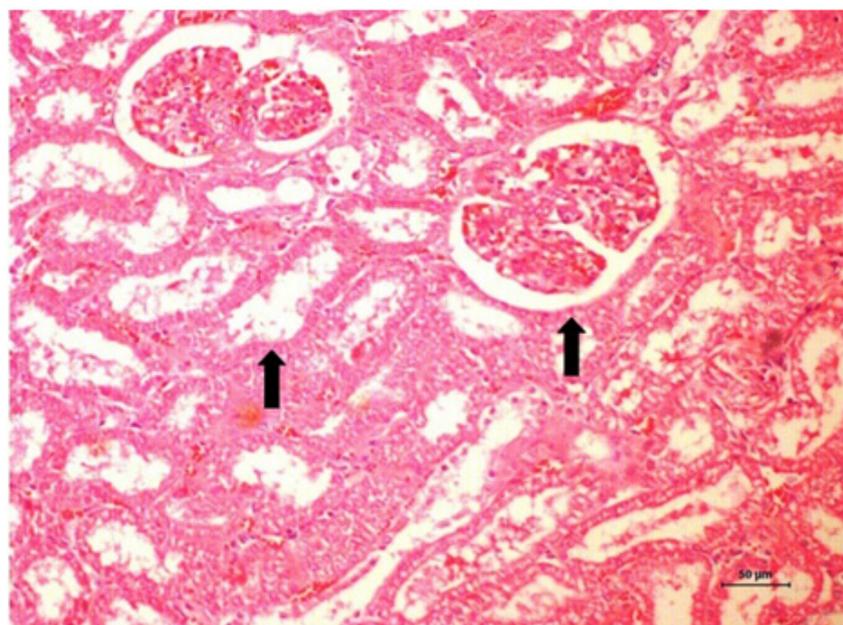
**Figura 9.** Ovino 18 (G2), superfície de corte do rim. Há deposição de múltiplos cálculos esbranquiçados em região de pelve, dilatação de pelve moderada, hidronefrose, leve atrofia de parênquima renal com alteração da relação córtex medula.



**Figura 10.** Rim. Ovino. Nefrose. Sinéquia glomerular e necrose tubular aguda acentuada (setas) em túbulos proximais dilatados e degeneração (presença de vacúolos intracitoplasmáticos) acentuada em parênquima renal, congestão vascular moderada. HE.Obj.10x.



**Figura 11.** Rim. Ovino. Nefrite. Infiltrado inflamatório mononuclear moderado intersticial (linfocítico, seta), congestão vascular moderada. HE. Obj.10x.



**Figura 12.** Rim. Ovino. Glomerulonefrite proliferativa. Desprendimento de membrana basal glomerular (seta), congestão vascular acentuada, presença moderada de proteína na luz tubular (seta). HE. Obj. 20x.

**Tabela 3.** Alterações microscópicas dos rins de ovinos confinados dos dois grupos experimentais (G1 e G2)

Alteração microscópica	Grau de lesão	Grupos		Valor de P
		G1 (n=14)	G2 (n=14)	
Congestão vascular	Ausente	0 (0/14)	7,14 (1/14)	0,3085
	Leve	71,43 (10/14)	85,71 (12/14)	0,357
	Moderado	7,14 (1/14)	28,57 (4/14)	0,13
	Acentuado	-	-	-
Dilatação tubular	Ausente	21,43 (3/14)	0 (0/14)	0,06
	Leve	50 (7/14)	64,29 (9/14)	0,445
	Moderado	28,57 (4/14)	35,71 (5/14)	0,685
	Acentuado	-	-	-
Degeneração tubular	Ausente	14,29 (2/14)	0 (0/14)	0,142
	Leve	42,86 (6/14)	42,86 (6/14)	1
	Moderado	28,57 (4/14)	50 (7/14)	0,245
	Acentuado	14,29 (2/14)	7,14 (1/14)	0,541
Necrose tubular	Ausente	21,43 (3/14)	21,43 (3/14)	1
	Leve	42,86 (6/14)	28,57 (4/14)	0,43
	Moderado	14,29 (2/14)	35,71 (5/14)	0,19
	Acentuado	21,43 (3/14)	14,29 (2/14)	0,621
Infiltrado de células mononucleares	Ausente	35,71 (5/14)	28,57 (4/14)	0,685
	Leve	50,0 (7/14)	50,0 (7/14)	1
	Moderado	14,29 (2/14)	21,43 (3/14)	0,621
	Acentuado	-	-	-
Proteína na luz tubular	Ausente	14,29 (2/14)	7,14 (1/14)	0,541
	Leve	57,14 (8/14) <sup>b</sup>	92,86 (13/14) <sup>a</sup>	0,02
	Moderado	28,57 (4/14) <sup>a</sup>	0 (0/14) <sup>b</sup>	0,03
	Acentuado	-	-	-
Sinéquia glomerular	Ausente	21,43 (3/14)	7,14 (1/14)	0,28
	Leve	57,14 (8/14)	71,43 (10/14)	0,43
	Moderado	21,43 (3/14)	21,43 (3/14)	1
	Acentuado	-	-	-
Fibrose	Ausente	78,57 (11/14)	71,43 (10/14)	0,662
	Leve	14,29 (2/14)	14,29 (2/14)	1
	Moderado	7,14 (1/14)	14,29 (2/14)	0,541
	Acentuado	-	-	-

<sup>a,b</sup> Letras minúsculas distintas na linha são significativamente diferentes entre si pelo Teste de Qui-quadrado ( $p \leq 0,05$ ).

Mesmo recebendo dietas com proporções de Ca: P diferentes (G1: 1,9:1 e G2: 1,5:1), os resultados de ambos os grupos foram iguais. No total de 30 animais, ocorreu 36,67% (11/30) de urolitíase, sendo que 26,67% (8/30) dos animais se apresentaram assintomáticos e 10% (3/30) dos animais tiveram urolitíase obstrutiva. Destes três

animais, um apresentou resolução após tratamento clínico, e dois vieram a óbito, sendo um após ruptura vesical e outro por recidiva após procedimentos cirúrgicos de uretostomia perineal e cistostomia para restabelecimento do fluxo urinário.

## Discussão

No presente trabalho, os primeiros sinais de urolitíase obstrutiva ocorreram após 28 dias de experimento, quando um animal apresentou quadro de obstrução uretral completa. Por isso, pode-se inferir que a alimentação, baseada em 90% de concentrado e 10% de feno *Coast-cross* triturado, com 17% de FDN, foi capaz de acarretar manifestação clínica precoce da enfermidade. Outros autores<sup>(26)</sup>, por outro lado, descreveram sintomatologia de obstrução uretral mais tardiamente em caprinos, com 92 dias de confinamento, sendo que os animais receberam alimentação contínua de capim elefante *ad libitum*, o que não evitou o aparecimento da doença, além de milho em grão (59,5g/dia) e torta de algodão (40g/dia).

Os cordeiros foram alimentados com dietas nas proporções de Ca:P de 1,9:1 (G1) e 1,5:1 (G2), e apesar das proporções Ca:P utilizadas estarem dentro dos valores propostos pela literatura<sup>(3,27)</sup>, de 2:1 e 1:1 respectivamente, não foi efetiva na prevenção da urolitíase neste experimento. Entretanto, vale ressaltar a quantidade total de Ca e P ingerida pelos animais de ambos os grupos foi elevada (G1: 8g de Ca e 4,3g de P/dia; G2: 9,7g de Ca e 6,5g de P/dia) e acima do recomendado para cordeiros em crescimento<sup>(16)</sup>. Associado ao alto consumo total de minerais, os animais se alimentaram de 10 % de volumoso triturado, que apesar de não ter causado alterações digestivas devido à adaptação prévia à dieta, proporcionou menor salivação e, conseqüentemente, menor excreção de P pelo processo de ruminação. Sendo assim, a excreção do excesso de P do organismo ocorreu em grande parte pelos rins em vez das fezes, o que favoreceu a calculogênese<sup>(10,13,15)</sup>.

Outro fator de relevância esteve relacionado com a mortalidade, pois apenas um animal dos três casos de urolitíase obstrutiva, manteve-se vivo até o final do experimento. O eventual sucesso da desobstrução do fluxo uretral se relaciona ao local da obstrução, a quantidade dos cálculos e até a precocidade do diagnóstico, uma vez que após o surgimento da enfermidade a chance de retorno à vida produtiva é baixa<sup>(9)</sup>. Por isso, os melhores resultados ocorrem pela prevenção da enfermidade<sup>(5,7)</sup>.

Os achados ultrassonográficos quanto ao IR da artéria renal do cordeiro (Ovino 17), que apresentou obstrução uretral completa, foi normal para a idade e espécie<sup>(21)</sup>. Esses autores descreveram IR de 0,73 em um carneiro obstruído, o que demonstrou que, embora o ovino neste estudo estivesse com grande presença de cálculos na bexiga, no momento do exame, não houve alteração hemodinâmica nos rins. Além disso, apesar da dilatação da pelve conforme as mensurações de referência<sup>(20)</sup>, os ureteres não estavam obstruídos completamente e a urina estava chegando à bexiga, no entanto, não estava sendo eliminada devido à presença de cálculos na uretra proximal. Por outro lado, visibilizaram-se pontos hipercoicos na vesícula urinária deste cordeiro (Fig. 1), que evidenciou presença de cálculos<sup>(20,28)</sup>. Entretanto, no Ovino 15, que apresentou

ruptura de bexiga, não foi possível detectar em tempo, o líquido livre na cavidade abdominal, como foi relatado por outros autores<sup>(28)</sup> em 33/243 de pequenos ruminantes examinados.

A amputação do processo uretral, associada à sondagem uretral e hidropulsão retrógrada foram realizadas em dois animais com obstrução uretral; e, em apenas um caso se obteve reestabelecimento do fluxo urinário, pois os cálculos se encontravam na base do apêndice vermiforme, localização frequente em pequenos ruminantes<sup>(29)</sup>. A amputação deste prolongamento da uretra é considerada uma técnica eficaz em praticamente metade dos casos de urolitíase em pequenos ruminantes, com alívio imediato<sup>(6)</sup>, além de ser necessária para a sondagem uretral. A restauração imediata do fluxo uretral foi relatada em 50%<sup>(30)</sup> a 66%<sup>(31)</sup> dos animais após amputação desta estrutura. Contudo, a taxa de recidiva é alta e, em cerca de 80 a 90% dos casos ocorre reobstrução<sup>(30)</sup>. No animal que houve o restabelecimento do fluxo urinário não foi observada recidiva da obstrução até o final do experimento, durante 36 dias, porém à necropsia foram encontrados cálculos na medula renal, visto que a dieta com alta concentração de minerais foi mantida.

Em outro animal; do G2, devido ao insucesso da sondagem uretral, foi realizada cirurgia de uretostomia perineal, que é um procedimento cirúrgico indicado diante da obstrução completa ou ruptura uretral<sup>(9,22)</sup>. Esta técnica não confere a resolução do problema a longo prazo, devido ao surgimento de estenoses, sendo um procedimento contraindicado para reprodutores pelo fato de tornar o animal inapto à reprodução<sup>(8,22,32)</sup>. Contudo, mesmo após o procedimento o animal permaneceu sem urinar, devido a total obstrução da uretra em sua porção proximal. Mesmo com a hidropulsão retrógrada com solução fisiológica, não houve eficácia para o restabelecimento do fluxo urinário. Diante disso, realizou-se, neste cordeiro, o procedimento de cistostomia para colocação de catéter de *Foley*<sup>(9,33)</sup>. O animal foi acompanhado com cuidados pós-operatórios e após quatro dias foi submetido à eutanásia e encaminhado para necropsia devido a recidiva da obstrução.

A utilização da cistostomia com hidropulsão uretral é um procedimento não adotado na maioria das vezes, especialmente a campo, devido ao tempo cirúrgico prolongado, tendo como consequência aumento do risco de ruptura uretral no local da obstrução<sup>(30)</sup>. No entanto, o procedimento com aplicação de sonda (catéter de *Foley*) permitem maior tempo de sobrevivência e retorno à função reprodutiva normal<sup>(11,34,35)</sup> com 80% de taxa de sucesso em pequenos ruminantes em média. Porém, o tempo cirúrgico, os custos e a necessidade de acompanhamento veterinário extenso no pós-operatório restringem sua utilização<sup>(9,36)</sup>. As alterações macroscópicas observadas na necropsia ocorreram de acordo com o tipo de urolitíase, com achados relacionados à ruptura da bexiga, focos de necrose hemorrágica e mucosa vesical congesta com equimoses. Tais alterações se assemelharam à descrição de outros autores<sup>(37)</sup>, que relataram ruptura vesical em um carneiro Romanov.

Embora tenha sido observada discreta hidronefrose e dilatação de pelve renal em dois animais, além de grande abundância de cálculos, os rins apresentavam tamanho normal. Enquanto outros autores<sup>(1,21,38)</sup> encontraram outras alterações em ovinos como

pielonefrite e hidroureter, que não foram observados neste estudo.

No presente estudo, a presença de proteína na luz tubular, em 85,71% (12/14) dos ovinos do G1 e 100% (14/14) do G2, de grau leve e moderado, pode ser relacionado à proteína bruta (PB) das dietas, que foi 19,22% e 18,39%, respectivamente. A proteína no túbulo renal precede de provável lesão, visto que sua maior parte é proveniente de alteração na filtração glomerular ou glomerulopatia<sup>(39)</sup>. Já outros autores<sup>(25)</sup>, que também estudaram achados microscópicos de ovinos confinados, verificaram 37,5% de animais que receberam cloreto de amônio e 25% do grupo controle apresentaram proteína na luz tubular de grau leve, sendo que a dieta continha 20,34% de PB.

A necrose tubular, desde leve à acentuada, foi encontrada em 78,57% (11/14) cordeiros de ambos os grupos (22/28), sendo achado relevante para este estudo, à semelhança do descrito por outros autores<sup>(25)</sup>, que relataram esta alteração como a mais frequente, sendo 40% no grupo que recebeu acidificante urinário e 70% no grupo controle. Em um relato de caso também foi descrito esta alteração na análise histopatológica de um carneiro Ouda-Yankasa, além de atrofia glomerular<sup>(38)</sup>, o que já não foi um achado comum no presente trabalho. Outro estudo<sup>(37)</sup> relatou, além de degeneração tubular e glomerular, fibrose do tecido renal em um carneiro Romanov, o que não foi encontrado nos cordeiros deste trabalho.

## Conclusão

As dietas utilizadas, mesmo com teores diferentes de fósforo, induziram a urolitíase de forma semelhante entre os grupos. A relação Ca:P das dietas na proporção 1,9:1 ou 1,5:1 não impediu a formação de cálculo, devido à alta concentração de minerais. A concentração de proteína bruta na dieta resultou na presença de proteína na luz tubular. O sucesso do tratamento depende de diagnóstico precoce, local da obstrução e quantidade de cálculos, que obstruem o fluxo urinário, além da adequação da dieta.

Concluiu-se, portanto, que a urolitíase é uma doença multifatorial, sendo o manejo nutricional muito relevante para a calculogênese. A presença da enfermidade em um animal do rebanho é indicativa de que outros animais podem estar acometidos. Sendo assim, recomenda-se prevenir a doença, uma vez que, quando estabelecida, a chance de prejuízos econômicos é alta, devido aos custos com tratamento e perda de animais de alto valor genético.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a FMVZ/UNESP, Campus Botucatu-SP, pela estrutura física e equipamentos utilizados para a realização do experimento e a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela Auxílio Regular à Pesquisa concedido (Processo 2012/22620-8).

## Conflito de interesses

Os autores informam que não há conflitos de interesse. Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo e redação do artigo.

## Referências

- 1 Guimarães JA, Mendonça CL, Sousa Guaraná EL, Dantas AC, Azevêdo CN, Câmara ACL, Farias CC, Afonso JAB. Estudo retrospectivo de 66 casos de urolitíase obstrutiva em ovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2012; 32(9), 824-830. doi: [10.1590/S0100-736X2012000900002](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000900002)
- 2 Maciel TA, Ramos IA, Silva RJ, Soares PC, Carvalho CCD, Maior Júnior RJS, Amoroso L, Artoni SMB, Afonso JAB, Oliveira, D. Clinical and Biochemical Profile of Obstructive Urolithiasis in Sheep. Acta Scientiae Veterinariae. 2017; 45, 1-15. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=289053641089>.
- 3 Riet-Côrrea F, Simões SVD, Vasconcelos JS. Urolitíase em caprinos e ovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2008; 28(6), 319-322.
- 4 Antonelli AC, Barrêto Júnior RA, Mori CS, Sucupira MCA, Marcello ACS, Ortolani EL. Efeito de diferentes fontes energéticas na predisposição para urolitíase em cabritos. Ciência Animal Brasileira. 2012; 13, 487-493. doi: 10.5216/cab.v13i4.15617
- 5 Ferreira DOL, Santarosa BP, Amorim RM, Chiacchio SB, Gonçalves RC. (2015). Urolitíase obstrutiva em ovinos. Veterinária e Zootecnia. 2015; 22(2), 183-197.
- 6 Ewoldt JM, Jones ML, Miesner MD. Surgery of obstructive urolithiasis in ruminants. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2008; 24, 455-465. doi: [10.1016/j.cvfa.2008.06.003](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.06.003)
- 7 Kinsley MA, Semevolos S, Parker JE, Duesterdieck-Zellmer K, Huber M. Use of plain radiography in the diagnosis, surgical management, and postoperative treatment of obstructive urolithiasis in 25 goats and 2 sheep. Veterinary Surgery. 2013; 42, 663-668. doi: [10.1111/j.1532-950X.2013.12021](https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12021).
- 8 Van Metre D, Fecteau G, House JK. Obstructive urolithiasis in ruminants: surgical management and prevention. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 1996; 19: 275-289.
- 9 Dória RGS, Canola PA, Dias DPM, Pereira RN, Valadão CAA. Surgical Techniques for obstructive urolithiasis in small ruminants: case report. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2007; 59(6), 1425-1432. doi:[10.1590/S0102-09352007000600012](https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000600012)
- 10 Freeman SR, Poorea MH, Young GA, Anderson KL. Influence of calcium (0.6 or 1.2%) and phosphorus (0.3 or 0.6%) content and ratio on the formation of urolithogenic compounds in the urine of Boer-cross goats fed high-concentrate diets. Small Ruminant Research. 2010; 93, 94-102. doi: [10.1016/j.smallrumres.2010.05.007](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.05.007)
- 11 Streeter RN, Washburn KE, Mccauley CT. Percutaneous tube cystostomy and vesicular irrigation for treatment of obstructive urolithiasis in a goat. Journal of the American Veterinary Medical Association. 2002; 221, 546-549. doi: [10.2460/javma.2002.221.546](https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.546)
- 12 Sun WD, Zhang KC, Wang JY, Wang XL. The chemical composition and ultrastructure of uroliths in Boer goats. The Veterinary Journal. 2010; 86, 70-75. doi: [10.1016/j.tvjl.2009.07.009](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.07.009)
- 13 Aquino Neto HM, Facury Filho EJ, Carvalho AU, Souza FA, Jordão LR. Urolitíase obstrutiva em ovinos: revisão de literatura. Veterinária em Foco. 2007; 4(2), 191-202.
- 14 Ferreira DOL, Santarosa BP, Sacco SR, Dias A, Amorim RM, Chiacchio SB, Lisboa JAN, Gonçalves RC. Efeito da suplementação de cloreto de amônio sobre o equilíbrio ácido-básico e o pH urinário de ovinos confinados. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2014a; 34(8), 797-804. doi: [10.1590/S0100-736X2014000800016](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000800016)

15 Maciel TA, Júnior NL, Araújo VV, Silva Filho AB, Gomes DLS, Barbosa AMS, Farias CC, Magalhães ALR, Lima MJM, Melo SAX, Oliveira D. Avaliação dos perfis minerais séricos, urinários e sedimentares de ovinos recebendo dieta calculogênica. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2016; 68(4), 967-976. doi: [10.1590/1678-4162-8363](https://doi.org/10.1590/1678-4162-8363)

16 National Research Council - NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids*. Natl Acad. Press, Washington, DC. 2007, 384p.

17 Russel A. Body condition scoring of sheep. In: E. Boden (Ed.) *Sheep and Goat Practice*. Bailliere Tindall, Philadelphia. 1991. p3.

18 Scott PR, Sargison ND. Ultrasonography as an adjunct to clinical examination in sheep. *Small Ruminant Research*. 2010;92, 108–119. doi: [10.1016/j.smallrumres.2010.04.011](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.011)

19 Scott P. Transabdominal Ultrasonographic Examination of 26 Sheep with Suspected Urinary Tract Disease (2010- 2012 *Journal of Veterinary Science & Medical Diagnosis*. 2013; 2, 1-5. doi: [10.4172/2325-9590.1000107](https://doi.org/10.4172/2325-9590.1000107)

20 Ferreira DOL, Santarosa BP, Belotta AF, Mamprim MJ, Silva AA, Dias A, Chiacchio SB, Gonçalves RC. Alterações ultrassonográficas renais e vesicais de ovinos confinados e suplementados com cloreto de amônio. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2014b; 34(supl1), 99-106. doi: [10.1590/S0100-736X2014001300018](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001300018)

21 Santarosa BP, Ferreira DOL, Rodrigues MMP, Dantas GN, Sacco SR, Lopes RS, Dias A, Gonçalves RC. Clinical, laboratory and anatomopathological evaluation of the urinary system of feedlot sheep with or without ammonium chloride supplementation. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2016; 36(1), 1-12. doi: [10.1590/S0100-736X2016000100001](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000100001)

22 Oman RE, Reppert EJ, Jones SM. Outcome and complications in goats treated by perineal urethrostomy for obstructive urolithiasis: 25 cases (2010-2017). *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2019; 33, 292-296. doi: [10.1111/jvim.15360](https://doi.org/10.1111/jvim.15360)

23 Guedes Jr FS, Cruz DS, Rodrigues MMP, Silva LM, Amorim RL, Vianna PTG, Castiglia YM M. Renal histology and immunohistochemistry after acute hemorrhage in rats under sevoflurane and ketoprofen effect. *Acta Cirurgica Brasileira*. 2012; 27(1), 37-42. doi: [10.1590/S0102-86502012000100007](https://doi.org/10.1590/S0102-86502012000100007)

24 Van Metre DC, Fubini SL. Ovine and caprine urolithiasis: Another piece of the puzzle veterinary surgery. *Veterinary Surgery*. 2006; 35, 413-416. doi: [10.1111/j.1532-950X.2006.00168](https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00168).

25 Santarosa BP, Ferreira DOL, Belotta AF, Dias A, Mamprim MJ, Gonçalves RC. B-Mode and pulsed Doppler sonography of kidney in healthy sheep according to age. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2016; 36(6), 545-550. doi: [10.1590/S0100-736X2016000600014](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000600014)

26 Unanian MM, Rosa JSR, Silva EDF. Urolitíase Experimental Em Caprinos: Possíveis Causas E Profilaxia. *Pesquisa Agropecuária brasileira*. 1985; 20(4), 467-474.

27 Samal L, Pattanaik AK, Mishra C, Maharana BR, Sarangi LN, Baithalu RK. Nutritional strategies to prevent urolithiasis in animals. *Veterinary World*. 2011; 4(3), 142-144.

28 Riedi AK, Knubben-Schweizer G, Meylan M (2018) Clinical findings and diagnostic procedures in 270 small ruminants with obstructive urolithiasis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018; 32: 1274–1282. doi: [10.1111/jvim.15128](https://doi.org/10.1111/jvim.15128)

29 Halland S, Phelps M, House JK. New methods to treat and prevent obstructive urolithiasis in small ruminants and pot-bellied pigs. In: *Proceedings of the 18o American College of Veterinary Medicine Forum*; Lafayette, Colorado. Lafayette: American College of Veterinary Medicine Forum. 2000; 268-270.

30 Fortier LA, Gregg AJ, Fubini SL. Caprine obstructive urolithiasis Requirement for 2nd surgical intervention and mortality after percutaneous tube cystotomy, surgical tube cystotomy, or urinary

- bladder marsupialization. *Veterinary Surgery*. 2004; 33(6), 661-667. doi: [10.1111/j.1532-950X.2004.04089](https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2004.04089)
- 31 Haven ML, Bowman KF, Englebert TA, Blikslager AT. Surgical management of urolithiasis in small ruminants. *Cornell Veterinary*. 1993; 83(1), 47-55.
- 32 Janke JJ, Osterstock JB, Washburn KE, Bissett WT, Roussel Jr AJ, Hooper RN. Use of Walpole's solution for treatment of goats with urolithiasis: 25 cases (2001-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2009; 53, 234- 249. doi: [10.2460/javma.234.2.249](https://doi.org/10.2460/javma.234.2.249)
- 33 Riedi AK, Christina N, Gabriela KS, Karl N, Mireille. M. Variables of initial examination and clinical management associated with survival in small ruminants with obstructive urolithiasis *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018; 32, 2105- 2114. doi: [10.1111/jvim.15336](https://doi.org/10.1111/jvim.15336)
- 34 Fazili MR, Malik HU, Bhattacharyya HK, Buchoo BA, Moulvi BA, Makhdoomi DM. Minimally invasive surgical tube cystotomy for treating obstructive urolithiasis in small ruminants with an intact urinary bladder. *Veterinary Record*. 2010; 166, 528-532. doi:[10.1136/vr.b4831](https://doi.org/10.1136/vr.b4831)
- 35 Pearce SG, Dearo AC, Howard BE, Brisson BA. Management of obstructive urolithiasis and concurrent urethral rupture in a goat. *Australian Veterinary Journal*. 2003; 81, 268-270. doi: 10.1111/j.1751-0813.2003.tb12568
- 36 Chigerwe M, Heller MC, Balcomb CC, Angelos JA. Use of a percutaneous transabdominal catheter for management of obstructive urolithiasis in goats, sheep, and potbellied pigs: 69 cases (2000-2014). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2016; 248(11), 1287-1290. doi: [10.2460/javma.248.11.1287](https://doi.org/10.2460/javma.248.11.1287)
- 37 Davoodi F, Zakian A, Raisi A, Rocky A, FarjaniKish G. Report of urinary bladder rupture following obstructive urolithiasis in rams of Romanov sheep flock. *Comparative Clinical Pathology*. 2020; 29, 1277-1282. doi: [10.1007/s00580-020-03165-1](https://doi.org/10.1007/s00580-020-03165-1).
- 38 Alimi OA, Bello M, Baraya YS, Raji A, Bashir S, Bello AA, Shoyinka SVO. Obstructive Urolithiasis In Ouda-Yankasa Ram: Case Report. *Animal Research International*. 2018; 15(2), 2989-2993. doi:[10.4314/as.v17i1.7](https://doi.org/10.4314/as.v17i1.7)
- 39 Frelief PF, Armstrong DL, Pritchard, J. Ovine mesangiocapillary glomerulonephritis type I and crescent formation. *Veterinary Pathology*. 1990; 27, 26-34. doi: [10.1177/030098589002700104](https://doi.org/10.1177/030098589002700104)