



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E EXTENSÃO
CURSO DE MEDICINA

JACOB HINDRIK ANTUNES SMIT

**ESTUDO GUIADO POR IMAGEM DA ANATOMIA SUÍNA COMO FERRAMENTA
PARA PESQUISA E TREINAMENTO DE PROCEDIMENTOS UROLÓGICOS**

BELÉM
2020

JACOB HINDRIK ANTUNES SMIT

**ESTUDO GUIADO POR IMAGEM DA ANATOMIA SUÍNA COMO FERRAMENTA
PARA PESQUISA E TREINAMENTO DE PROCEDIMENTOS UROLÓGICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário do Estado do Pará, como requisito parcial para conclusão da graduação em Medicina.

Orientador: Prof. Dr. Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Piotto Leonardi

BELÉM

2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CESUPA, Belém – PA

Smit, Jacob Hindrik Antunes.

Estudo guiado por imagem da anatomia suína como ferramenta para pesquisa e treinamento de procedimentos urológicos / Jacob Hindrik Antunes Smit; orientador Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior, coorientador Eduardo Piotto Leonardi. – 2020.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Medicina, Belém, 2020.

1. Cirurgia. 2. Urologia. 3. Aparelho urinário – Cirurgia. I. Góes Junior, Adenauer Marinho de Oliveira, orient.. II. Leonardi, Eduardo Piotto, orient. III. Título.

CDD 23º ed. 616.6

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu oportunidades, força de vontade e coragem para superar todos os desafios.

À minha família, principalmente aos meus pais, por todo o apoio, paciência e compreensão.

Aos professores orientadores, Prof. Dr. Adenauer Marinho de Oliveira Goés Junior e Prof. Dr. Eduardo Piotto Leonardi, que acompanharam pontualmente e forneceram o auxílio e o conhecimento necessário para desenvolver este trabalho.

Aos professores que colaboraram para desenvolver este projeto, sendo eles: Prof. Dr. Alex Cezar Massoud Salame da Silva, Prof^ª. Dra. Rosa Helena de Figueiredo Chaves e Prof^ª. Dra. Ismari Perini Furlaneto. Um agradecimento especial à Flávia Beatriz Araújo de Albuquerque pelo apoio.

Aos professores do curso de medicina do CESUPA, em especial a Prof^ª. Dra Eliane Regine de Souza da Fonseca e ao Prof. Dr. Adenauer Marinho de Oliveira Goés Junior e a Prof^ª. Dra. Erica Furtado Coelho, que, através dos seus ensinamentos, participaram ativamente na construção do meu conhecimento, dos meus valores e da minha ética médica.

Aos meus colegas de curso, Bernardo Silva Magno e Lauren Oirama Valente Santos Brabo Rodrigues pelo suporte e amizade.

RESUMO

Objetivo: Descrever a anatomia do sistema urinário suíno por tomografia computadorizada e discutir a aplicação deste animal como modelo experimental em procedimentos urológicos. **Métodos:** Três suínos machos da raça Landrace foram submetidos a tomografia computadorizada e a anatomia do sistema urinário e da circulação renal foi analisada e descrita. **Resultados:** Em todos os animais, foram identificados 2 rins, 2 ureteres e uma bexiga. Cada rim apresentou vascularização por artéria renal única, com diâmetro médio à direita de 4.45mm e de 5.31mm à esquerda ($p < 0.0001$) e drenagem por veia única, cujo diâmetro médio no hilo renal direito foi de 5.78mm e de 5.82mm à esquerda ($p = 0.0336$). O comprimento renal médio à direita foi de 9.85cm e de 10.30cm à esquerda ($p < 0.0001$). O volume renal médio à direita foi de 113.70cm³ e de 109.70cm³ à esquerda ($p < 0.0001$). O comprimento médio do ureter à direita foi 19.78cm e 22.08cm à esquerda ($p < 0.0001$). O volume vesical médio foi de 423.70cm³. **Conclusões:** Os dados obtidos demonstram semelhanças com a anatomia humana, sugerindo a viabilidade do modelo suíno para panejamento de ensaios pré-clínicos, pesquisa básica, refinamento em cirurgia experimental e treinamento cirúrgico em procedimentos urológicos.

Palavras-Chaves: suínos; procedimentos cirúrgicos urológicos; anatomia; tomografia computadorizada por raios-x; modelo experimental.

ABSTRACT

Purpose: To describe the anatomy of the swine's urinary system using computed tomography and to discuss the role of this animal as an experimental model for urological procedures. **Methods:** Three male Landrace pigs underwent computed tomography and the anatomy of the urinary system and renal circulation was analyzed and described. **Results:** In all animals, 2 kidneys, 2 ureters and one bladder were identified. Each kidney presented a single renal artery vascularization, with a mean diameter on the right of 4.45mm and 5.31mm on the left ($p<0.0001$), and single renal vein drainage, with a mean diameter on the right of 5.78mm and 5.82mm on the left ($p=0.0336$). The average renal length was 9.85cm on the right and 10.30cm on the left ($p<0.0001$). The average renal volume was 113.70cm³ on the right and 109.70cm³ on the left ($p<0.0001$). The average length of the ureter was 19.78cm on the right and 22.08cm on the left ($p<0.0001$). The average bladder volume was 423.70cm³. **Conclusions:** The data obtained show similarities with human anatomy, suggesting the viability of the swine model for planning pre-clinical trials, basic research, refinement in experimental surgery and surgical training for urological procedures.

Keywords: swine; urologic surgical procedures; anatomy; x-ray computed tomography; experimental model.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | MÉTODOS | 8 |
| 2.1 | Protocolo anestésico | 8 |
| 2.2 | Tomografia computadorizada e pós procedimento | 8 |
| 2.3 | Análise das imagens | 8 |
| 2.3.1 | Parâmetros vasculares | 9 |
| 2.3.2 | Parâmetros urinários | 9 |
| 2.4 | Análise estatística | 10 |
| 3 | RESULTADOS | 11 |
| 3.1 | Coeficientes de variação | 18 |
| 4 | DISCUSSÃO | 20 |
| 4.1 | Anatomia renal e humana | 21 |
| 4.1.1 | Vascularização renal | 21 |
| 4.1.2 | Rins | 23 |
| 4.1.3 | Bexiga e ureteres | 24 |
| 5 | CONCLUSÃO | 27 |
| | REFERÊNCIAS | 28 |

1 INTRODUÇÃO

Modelos animais são amplamente utilizados em pesquisa experimental, sendo o rato a principal espécie usada em pesquisa básica; entretanto, suínos assumem um papel de destaque nos estudos de técnicas cirúrgicas mais complexas^{1,2}.

Similaridades anatômicas e fisiológica de vários sistemas, como o urinário e o circulatório, que existem entre suínos e humanos, aliados à ampla disponibilidade e preços razoáveis, tornam estes animais uma boa opção para modelos de pesquisa e treinamento em cirurgia³⁻⁷.

Suínos são utilizados como modelo experimental para procedimentos urológicos e endourológicos, tais como, nefrolitotomia percutânea^{8,9}, acesso renal percutâneo¹⁰, ureterocalicosctomia (aberta ou laparoscópica)¹¹ e transplante renal^{3,12}.

A literatura apresenta descrições anatômicas do sistema urinário suíno, abordando o sistema pielocalicial^{7,13}, a vascularização extra e intra-renal^{4,5}, os ureteres¹⁴ e a uretra¹⁵, assim como, estudos de anatomia comparada. Boa parte destes estudos foi baseada em dissecação cirúrgica, plastinação e exames invasivos como angiografias, sendo escassos os estudos utilizando métodos de imagem não invasivos mais modernos como a tomografia computadorizada (TC) “*multislice*”. Desta forma, o objetivo deste trabalho é fazer uma descrição do sistema urinário suíno baseado em imagens de tomografia e discutir similaridades e diferenças com a anatomia humana, bem como, baseando-se nos achados tomográficos, discutir a aplicação do modelo suíno em treinamento e pesquisa cirúrgica envolvendo o sistema urinário.

2 MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais da instituição.

Foram utilizados três suínos machos da raça *Landrace*, pesando 45.4kg, 49.2kg e 52.3 Kg, para a aquisição de imagens de TC. Os animais foram mantidos em ambiente padrão com condições adequadas de alojamento (controle de temperatura e umidade) e permaneceram em jejum por 12 horas antes da realização dos exames.

2.1 Protocolo anestésico

As tomografias foram realizadas sob anestesia geral e monitoramento, conduzidos por médico veterinário. Como medicação pré-anestésica, foi utilizada a associação de Cloridrato de Cetamina (15 mg/Kg) e Cloridrato de Xilazina (1.5 mg/Kg) administrados pela via intramuscular.

Em seguida foi obtido acesso pela veia marginal da orelha com cateter periférico (22G), por onde foi instituída a hidratação com solução fisiológica e indução anestésica com Propofol na dose de 2.5 - 5mg/Kg, sendo a manutenção realizada com o mesmo agente através de infusão contínua (0.1 - 0.2 mg/Kg/min). Após se encontrarem em plano anestésico, os animais foram posicionados em decúbito ventral para a obtenção das imagens. Todos os animais mantiveram a respiração espontânea, não havendo necessidade de intubação.

2.2 Tomografia computadorizada e pós procedimento

Os exames foram realizados em um tomógrafo de 64 canais com cortes de 0.625 mm. O contraste iodado endovenoso utilizado foi o Ioxol (120mL em velocidade de fluxo de 5 ml/s). Após o exame, os animais foram encaminhados para o viveiro, onde ocorreu a recuperação completa da anestesia e posteriormente foram utilizados no ensino de habilidades cirúrgicas aos estudantes do curso de medicina da mesma instituição

2.3 Análise das imagens

As imagens foram avaliadas através da plataforma de imagem Horos™ v3.1.0 (Horosproject.org).

Para descrições anatômicas, os termos “cranial” e “caudal” foram adotados como correspondentes a “superior” e “inferior” em humanos.

As seguintes medidas foram aferidas:

2.3.1 Parâmetros do sistema vascular:

- Artérias renais: diâmetro no segmento proximal.
- Veia renal esquerda: diâmetro no hilo renal e no ponto de máximo estreitamento entre a aorta e a artéria mesentérica anterior.
- Veia renal direita: diâmetro no hilo renal.

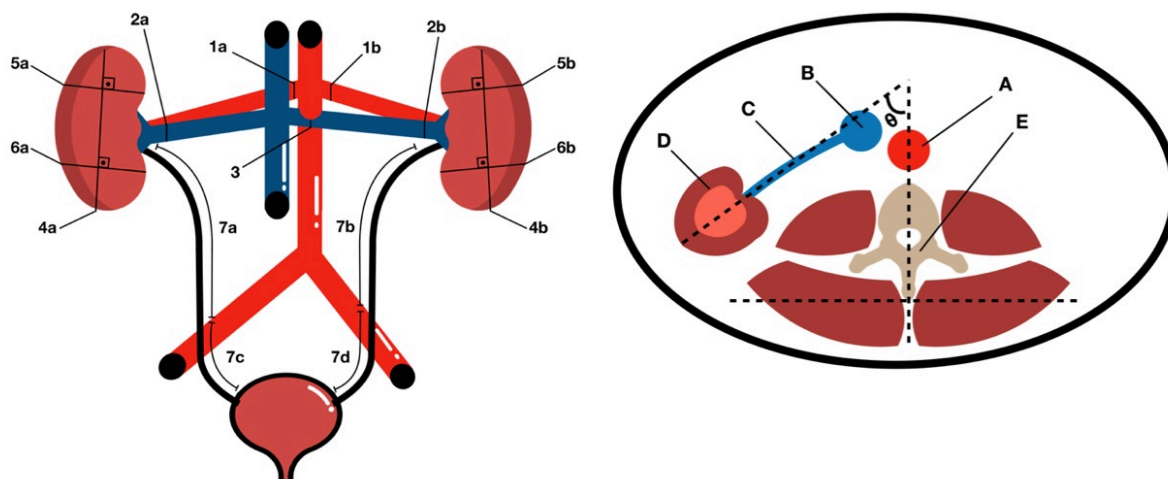
Para identificar o padrão de ramificação arterial foi utilizado a classificação proposta por Evans et al.¹⁶.

2.3.2 Parâmetros do sistema urinário:

- Comprimento renal: Maior distância entre as extremidades cranial e caudal.
- Largura do polo cranial e caudal: A partir de um eixo perpendicular ao comprimento, traçado no segmento mais largo dos polos renais (cranial e caudal).
- Ângulo do hilo renal: Determinado pela a técnica preconizada por Sakate et al.¹⁷ comparando o trajeto do hilo renal a uma linha traçada pelo corpo vertebral/músculo eretor da espinha, conforme demonstrado na figura 1.
- Comprimento ureteral: Da junção ureteropélvica até a junção ureterovesical. A artéria ilíaca externa foi utilizada como ponto de referência para dividir em segmento ureteral abdominal (cranial) e pélvico (caudal).
- Volumes renal e vesical: Calculados utilizando a ferramenta “ROI - *Region of interest*” do software Horos v3.3.0.

Os marcos utilizados para a aferir as medidas anatômicas podem ser visualizados na figura 1.

Figura 1 – Marcos anatômicos



Legenda: 1.A: Diâmetros vasculares: artéria renal direita (1a), artéria renal esquerda (1b), veia renal direita (2a), veia renal esquerda ao hilo renal (2b), veia renal esquerda ao ponto máximo de compressão (entre a aorta e a artéria mesentérica anterior) (3). Medidas urinárias: comprimento entre o ponto mais cranial e mais caudal dos rins direito e esquerdo (4a/4b), largura dos polos renais craniais direito e esquerdo (5a/5b) e caudais direito e esquerdo (6a/6b), comprimento dos segmentos abdominais dos ureteres direito e esquerdo (7a/7b) e dos segmentos ureterais pélvicos (7c/7d). 1.B: Ângulo do hilo renal: linha imaginária traçada no centro do corpo vertebral (E), linha imaginária traçada sobre o trajeto da veia renal (C) entre o rim (D) e a veia cava caudal (B). A: Aorta abdominal.

2.4 Análise estatística

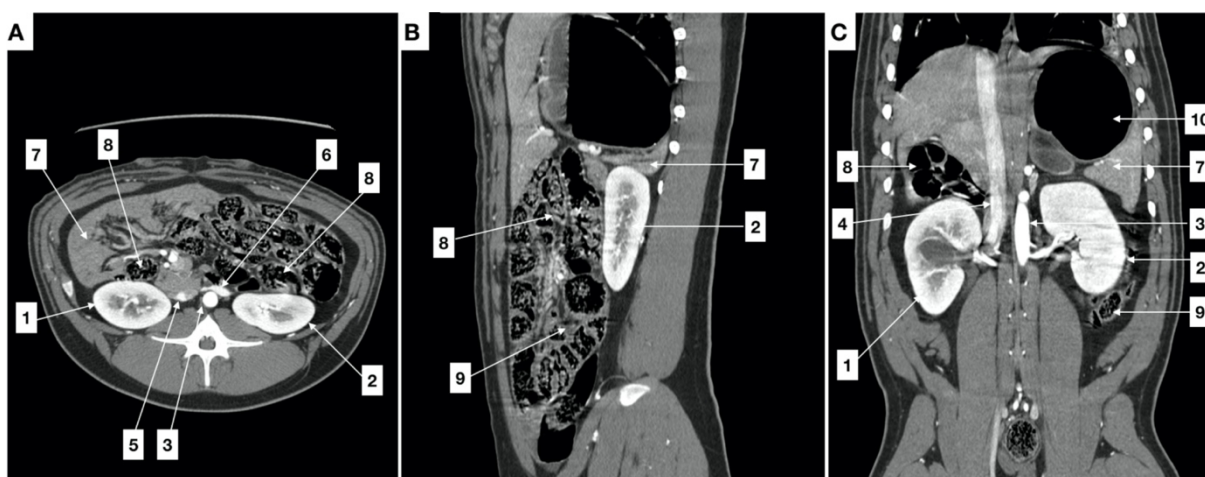
As análises foram efetuadas usando os softwares GraphPad Prism 8.4.3 e Bioestat 5.3, considerando-se significativos valores de $p \leq 0.05$.

A partir das distribuições de $n=3$ observações, calculou-se independentemente para cada conjunto de dados uma distribuição empírica de dados com 500 observações com o auxílio de método computacional de geração de dados (Bioestat) e depois verificou-se a normalidade das distribuições pelo teste de Shapiro-Wilk. Foram determinados a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação para todos os conjuntos de dados e, considerando que as distribuições foram estimadas independentemente, a comparação entre elas foi feita pelo teste de Mann-Whitney.

3 RESULTADOS

As relações anatômicas são observadas na figura 2. Em todos os animais, foram identificados: 2 rins, 2 ureteres e uma bexiga. O animal 1 apresentou um cisto renal simples à direita.

Figura 2 - Relações anatômicas do rim no suíno. Cortes de tomografia computadorizada com contraste endovenoso (animal 1).



Legenda: 2.A: Corte transversal; 2.B: Corte sagital, 2.C: Corte coronal; 1: rim direito; 2: rim esquerdo; 3: aorta abdominal; 4: veia cava caudal; 5: veia renal direita; 6: veia renal esquerda; 7: fígado; 8: intestino delgado; 9: intestino grosso; 10: estômago

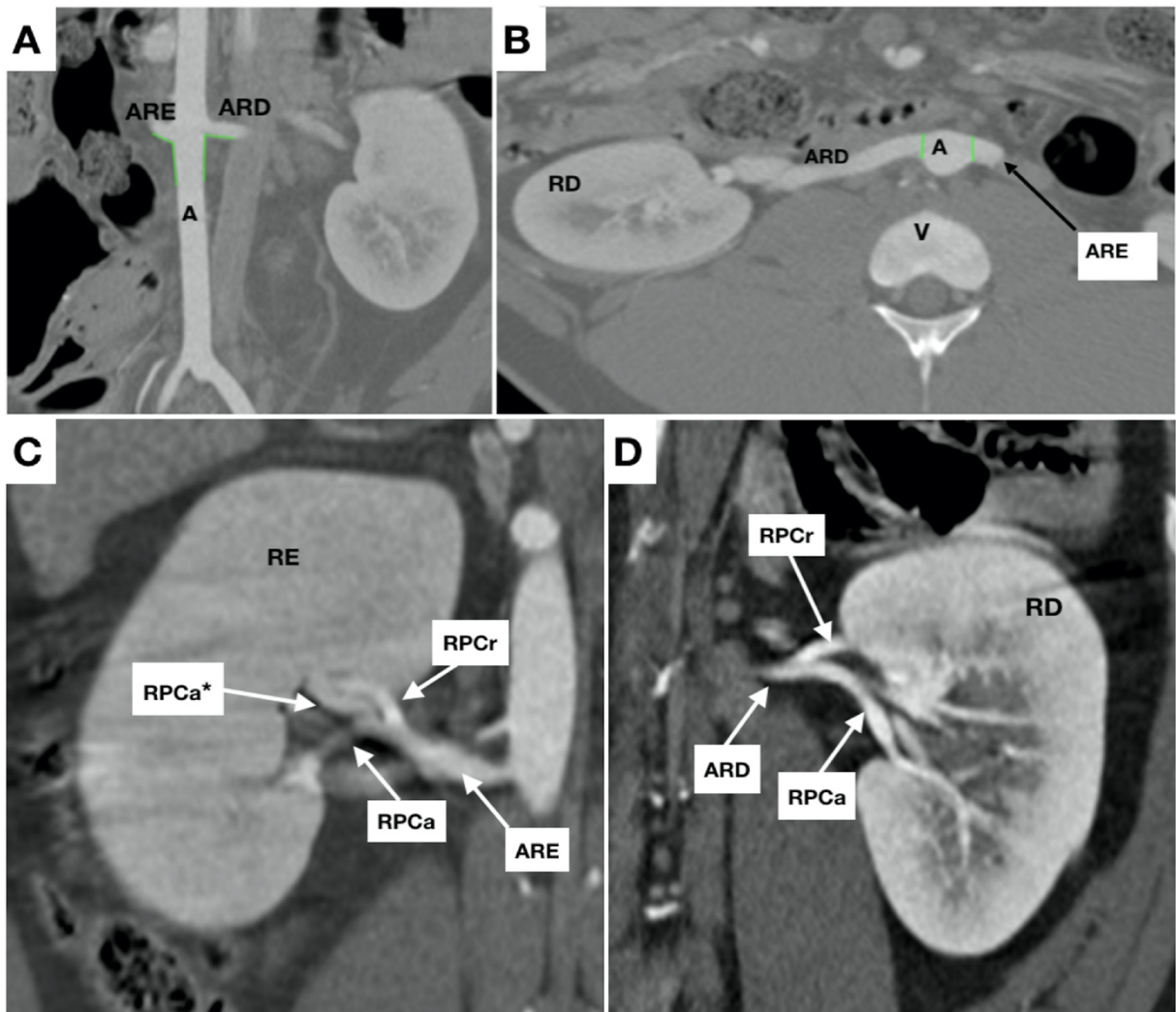
Cada rim apresentou vascularização por uma única artéria renal emergindo da aorta abdominal próximo da 2ª vértebra lombar, simetricamente (figura 3.A); exceto no animal 1, que teve emissão da artéria renal direita 8.5mm mais caudal que a da artéria renal esquerda. Não foram identificados ramos arteriais extra hilares.

Próximo à aorta abdominal, o diâmetro da artéria renal direita variou entre 3.50mm e 5.14mm com média de 4.45mm e entre 5.08mm e 5.70mm com média de 5.31mm à esquerda. O diâmetro médio foi estatisticamente superior à esquerda ($p < 0.0001$) (figura 3.B).

As imagens obtidas permitiram identificar o padrão de ramificação arterial em todos os rins, exceto no rim direito do animal 1. Baseado na classificação de Evans et al.¹⁶, os animais 2 e 3 apresentaram ramos polares cranial e caudal com bifurcação distal em ramos anterior e posterior, caracterizado como tipo Ia (figura

3.D). No rim esquerdo do animal 1 observou-se um ramo polar cranial curto com ramificação anterior e posterior no nível da artéria renal, associado à emissão de um vaso do ramo polar caudal em direção ao polo cranial (tipo II) (figura 3.C).

Figura 3 - Cortes de tomografia computadorizada com contraste endovenoso



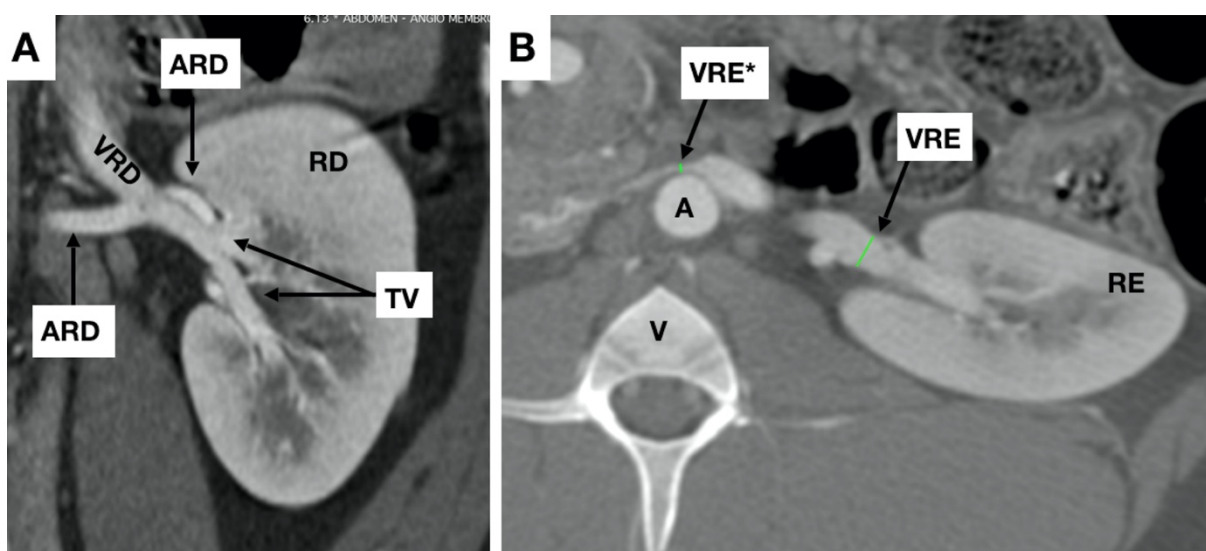
Legenda: 3.A: Corte coronal em visão pósterio-anterior; 3.B: Corte axial; 3.C e 3.D: Cortes coronais em visão pósterio-anterior (padrão de ramificação da artéria renal do tipo II e la respectivamente). A: aorta; ARE: artéria renal esquerda; ARD: artéria renal direita; RD: rim direito; RE: rim esquerdo; V: vértebra; RPCr: ramo polar cranial; RPCa: ramo polar caudal; RPCa*: vaso emitido do ramo polar caudal para o polo cranial.

Identificou-se que duas a três tributárias venosas confluíam para formar uma veia renal única de cada lado (figura 4.A), a qual desembocava na veia cava caudal entre a última vértebra torácica e a 2^o vértebra lombar.

Próximo ao hilo renal, o diâmetro da veia renal variou entre 4.90mm e 6.40mm à direita, com média de 5.78mm, e entre 5.26mm e 6.35mm à esquerda, com média de 5.82mm. O diâmetro venoso aferido no hilo foi estatisticamente superior no lado esquerdo ($p = 0.0336$).

Um estreitamento da veia renal esquerda, entre a aorta e a artéria mesentérica anterior (análogo à síndrome de quebra nozes em humanos ¹⁸), foi observado em todos os animais (figura 4.B); neste ponto o diâmetro venoso foi, em média, de 2.78mm.

Figura 4 - Cortes de tomografia computadorizada com contraste endovenoso



Legenda: 4.A Corte coronal em visão pósterio-anterior; 4.B Corte Axial; RD: rim direito; ARD: artéria renal direita; TV: tributárias venosas; VRE: veia renal esquerda; VRE*: veia renal esquerda no ponto máximo de compressão.

Identificou-se um cisto renal equivalente a uma lesão Bosniak ¹⁹ no rim direito do animal 1.

O comprimento renal variou de 9.10cm a 10.46cm à direita, com média de 9.85cm, e de 9.22cm a 11.70cm à esquerda, com média 10.30cm. O comprimento renal foi estatisticamente superior à esquerda ($p < 0,0001$). A largura do polo renal cranial variou entre 5.11cm e 6.45cm, com média de 5.82cm à direita e entre 5.65cm e 6.57cm, com média de 6.05cm à esquerda. A largura do polo renal cranial foi estatisticamente superior à direita ($p < 0,0001$). A largura do polo renal caudal variou entre 4.29cm e 5.52 cm, com média de 4.92cm à direita e entre 4.48cm e 5.16cm, com média de 4.85cm à esquerda, sem diferença estatística entre os lados

($p = 0.0625$) (figura 5.A). O volume renal variou entre 79.78cm^3 e 130.50cm^3 à direita, com média de 113.70cm^3 , e entre 78.32cm^3 e 125.50cm^3 à esquerda, com média de 109.70cm^3 . O volume renal foi estatisticamente superior à direita ($p < 0.0001$) (figura 5.B).

O ângulo do hilo renal variou entre 73.53° e 74.85° à direita, com média de 74.08° , e entre 63.87° e 70.39° à esquerda, com média de 67.59° . A angulação do hilo renal direito foi estatisticamente superior quando comparada à do lado esquerdo ($p < 0.0001$) (figura 5.C).

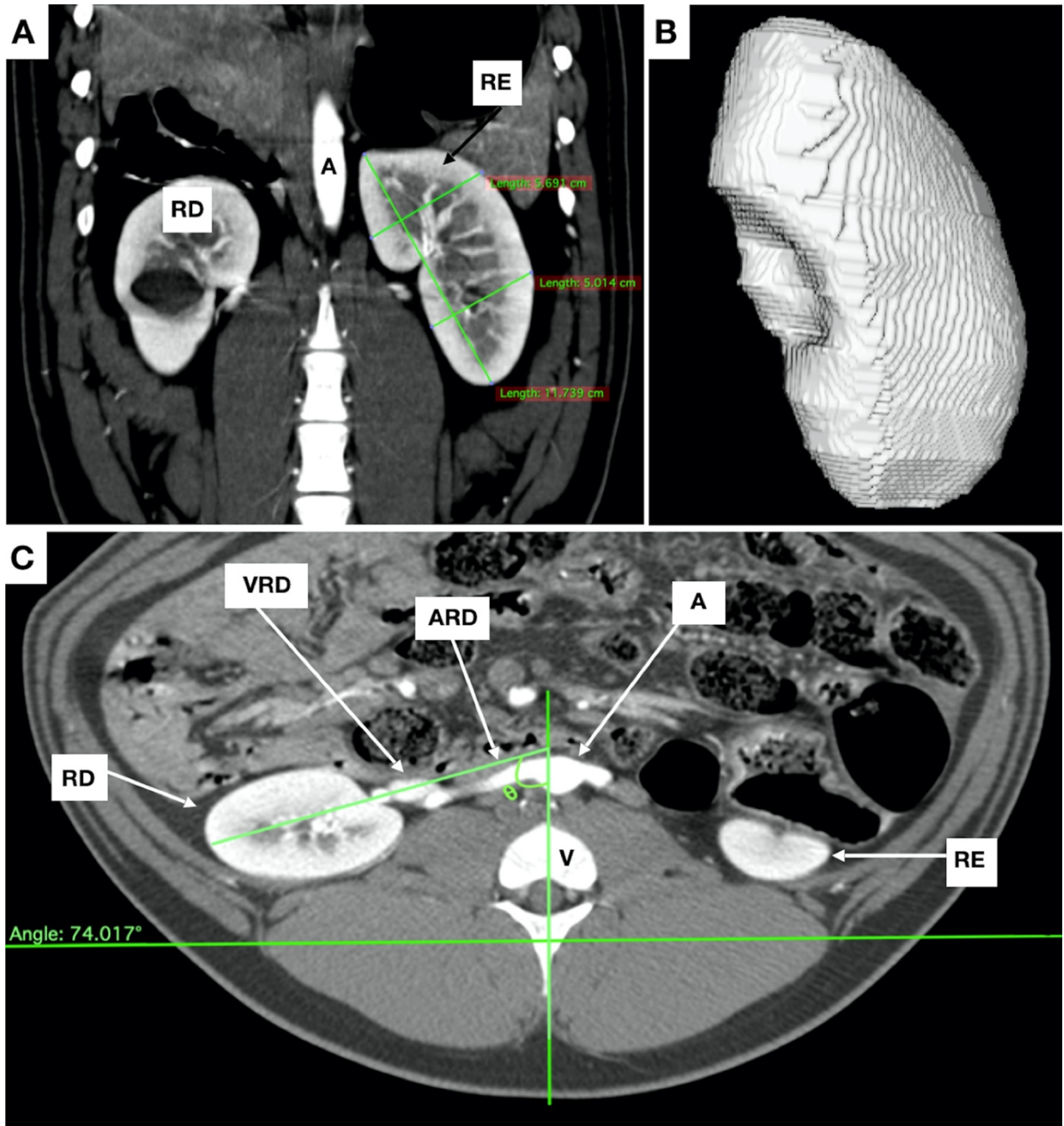
Os ureteres apresentaram discreta tortuosidade ao longo do seu trajeto. O comprimento total variou entre $16,06\text{cm}$ e $23,13\text{cm}$ à direita, com média de $19,78\text{cm}$, e entre $21,55\text{cm}$ e $23,21\text{cm}$ à esquerda, com média de $22,08\text{cm}$, sendo o comprimento ureteral total estatisticamente superior à esquerda ($p < 0.0001$). No lado direito o segmento abdominal do ureter variou entre 12.18cm e 15.85cm (média 13.55cm) e entre 13.41cm e 17.52cm à esquerda (média de 15.75cm), sendo o comprimento do segmento abdominal estatisticamente superior à esquerda ($p < 0.0001$). O segmento pélvico do ureter mediu entre 3.88cm e 7.28cm à direita (média de 6.16cm) e entre 5.61cm e 8.22cm à esquerda (média de 6.42cm), porém não houve diferença estatística entre as médias ($p = 0.9302$). Foi identificado um estreitamento ureteral ao cruzar a artéria ilíaca externa em todos os animais e apenas os porcos 1 e 3 identificou-se esse achado também na junção vesicoureteral, ambos no lado esquerdo (figura 6.A e 6.B).

A implantação ureteral bilateral foi observada na parede vesical posterior, exceto no animal 1, a qual ocorreu na parede vesical póstero-lateral pelo ureter esquerdo.

A bexiga apresentou forma semelhante à humana, com volume variando entre $322\text{-}621\text{cm}^3$ e média de 423.70cm^3 (figura 6.C e 6.D).

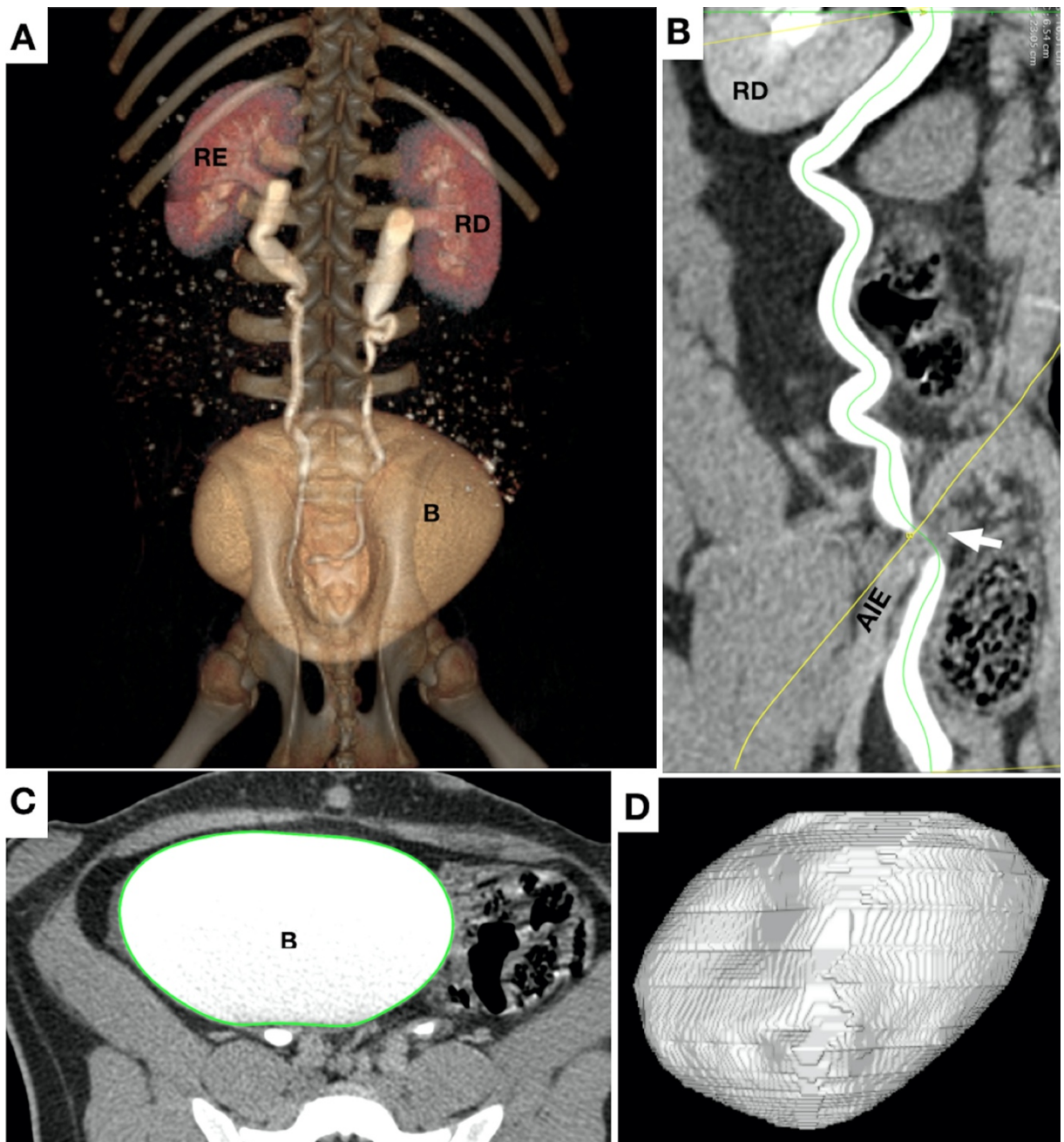
Nas Tabelas de 1 a 4 são apresentados os parâmetros anatômicos investigados no presente estudo.

Figura 5 - Cortes de tomografia computadorizada com contraste endovenoso



Legenda: 5.A: Corte coronal em visão ântero-posterior; 5.B: Reconstrução 3D do rim direito; 5.C: Corte axial; RE: rim esquerdo; RD: rim direito; MEE: músculo eretor da espinha; MPM: músculo psoas maior; A: aorta; V: vértebra; VRD: veia renal esquerda; ARD: artéria renal direita

Figura 6 - Cortes de tomografia computadorizada com contraste endovenoso



Legenda: 6.A Imagem MIP (*Maximum Intensity Projection*); 6.B Comprimento ureteral obtido através da ferramenta “*curved-MPR*”; 6.C: Corte axial para aferir o volume da bexiga; 6.D: Reconstrução 3D da bexiga. Seta branca: ponto de estreitamento ureteral sobre a artéria ilíaca externa; AIE: artéria ilíaca externa; RD: rim direito; RE: rim esquerdo; B: bexiga;

Tabela 1 - Parâmetros do sistema vascular

| Medida aferida (mm) | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | CV% | p-valor* (direito vs. esquerdo) |
|--|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|------------|--|
| Diâmetro da artéria renal direita | 3.50 | 5.14 | 4.45 | 4.45 | 0.65 | 14.50 | <0.0001 [†] |
| Diâmetro da artéria renal esquerda | 5.08 | 5.70 | 5.10 | 5.31 | 0.30 | 5.50 | |
| Diâmetro da veia renal direita | 4.90 | 6.40 | 5.78 | 5.78 | 0.67 | 11.60 | 0.0336 [†] |
| Diâmetro da veia renal esquerda | 5.26 | 6.35 | 6.10 | 5.82 | 0.45 | 7.80 | |
| Diâmetro da veia renal esquerda (ponto compressão) | 1.83 | 3.35 | 3.12 | 2.78 | 0.66 | 23.90 | n.a. |

*Teste de Mann-Whitney. [†]Estatisticamente significativo. CV: coeficiente de variação. n.a.: não aplicável. Fonte: compilado pelos autores, 2019

Tabela 2 - Parâmetros do sistema urinário (continua)

| Medida aferida (mm) | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | CV% | p-valor* (direito vs. esquerdo) |
|--|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|------------|--|
| Comprimento total do ureter direito | 16.06 | 23.13 | 19.20 | 19.78 | 2.83 | 14.30 | <0.0001 [†] |
| Comprimento total do ureter esquerdo | 21.55 | 23.21 | 21.63 | 22.08 | 0.74 | 3.36 | |
| Comprimento do segmento abdominal do ureter direito | 12.18 | 15.85 | 12.31 | 13.55 | 1.74 | 12.84 | <0.0001 [†] |
| Comprimento do segmento abdominal do ureter esquerdo | 13.41 | 17.52 | 15.94 | 15.75 | 1.69 | 10.71 | |
| Comprimento do segmento pélvico do ureter direito | 3.88 | 7.28 | 6.89 | 6.16 | 1.47 | 23.82 | 0.9302 |
| Comprimento do segmento pélvico do ureter esquerdo | 5.61 | 8.22 | 5.69 | 6.42 | 1.18 | 18.33 | |

Tabela 2 - Parâmetros do sistema urinário (continuação e conclusão)

| Medida aferida (graus) | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | CV% | p-valor* (direito vs. esquerdo) |
|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|------------|--|
| Comprimento renal direito | 9.10 | 10.46 | 9.93 | 9.85 | 0.57 | 5.77 | <0.0001 [†] |
| Comprimento renal esquerdo | 9.22 | 11.70 | 10.25 | 10.30 | 9.90 | 9.60 | |
| Largura polo cranial direito | 5.11 | 6.45 | 6.01 | 5.82 | 0.57 | 9.80 | 0.0625 |
| Largura polo cranial esquerdo | 5.65 | 6.57 | 5.88 | 6.05 | 0.40 | 6.70 | |
| Largura polo caudal direito | 4.29 | 5.52 | 4.87 | 4.92 | 0.49 | 9.95 | <0.0001 [†] |
| Largura polo caudal esquerdo | 4.48 | 5.16 | 4.95 | 4.85 | 0.29 | 6.00 | |

*Teste de Mann-Whitney. [†]Estatisticamente significativo. CV: coeficiente de variação. Fonte: compilado pelos autores, 2019

Tabela 3 - Medidas do ângulo de hilo renal

| Medida aferida (graus) | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | CV% | p-valor* (direito vs. esquerdo) |
|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|------------|--|
| Ângulo hilo renal direito | 73.53 | 74.85 | 74.01 | 74.08 | 0.54 | 0.73 | <0.0001 [†] |
| Ângulo hilo renal esquerdo | 63.87 | 70.39 | 68.82 | 67.59 | 2.88 | 4.27 | |

*Teste de Mann-Whitney. [†]Estatisticamente significativo. CV: coeficiente de variação. Fonte: compilado pelos autores, 2019

Tabela 4 - Medidas de volume

| Medida aferida (cm³) | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | Desvio padrão | CV% | p-valor* (direito vs. esquerdo) |
|--|---------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|------------|--|
| Volume renal direito | 79.78 | 130.50 | 122.00 | 113.70 | 20.96 | 18.43 | <0.0001 [†] |
| Volume renal esquerdo | 78.32 | 125.50 | 118.70 | 109.70 | 20.00 | 18.23 | |
| Volume bexiga | 322.00 | 621.00 | 380.0 | 423.70 | 122.60 | 28.94 | n.a. |

*Teste de Mann-Whitney. [†]Estatisticamente significativo. CV: coeficiente de variação. n.a.: não aplicável. Fonte: compilado pelos autores, 2019

3.1 Coeficientes de variação

Os maiores coeficientes de variação nesse estudo foram encontrados nas medidas do volume renal direito (29.60%), seguido pelo volume da bexiga (28.94%), diâmetro da veia renal esquerda no ponto de compressão (23.90%), comprimentos dos segmentos ureterais pélvicos (23.82% à direita e 18.33% à esquerda), volumes renais (18.43% à direita e 18.23% à esquerda) e largura do polo caudal direito (17.73%).

4 DISCUSSÃO

O conhecimento anatômico é pré-requisito para o desenvolvimento de modelos experimentais e de treinamento. No entanto, embora o suíno já seja um modelo consolidado para essas finalidades, são escassos os referenciais teóricos acerca dos métodos radiológicos para as descrições anatômicas do sistema urinário.

Já foram publicados trabalhos na área de pesquisa experimental utilizando o modelo suíno para transplante renal³, nefrolitotripsia percutânea²⁰, ureterocistostomia²¹, ureterorenoscopia e pieloplastia laparoscópica². Embora diferentes raças sejam utilizadas em pesquisa urológica, a revisão da literatura sugere que suínos classificados como “*minipigs*”, tais como *Yucatan*, *Hanford*, *Göttingen* e *Sinclair*, não costumam ser escolhidos para estudos urológicos.

Suínos da raça *Yorkshire* foram utilizados no aperfeiçoamento de técnicas como a nefrolitotomia anatrófica assistida por robô, reduzindo a morbidade do procedimento²². Animais desta mesma raça, com peso médio de 35Kg, foram empregados na avaliação da eficácia de uma nova técnica de diálise retroperitoneal²³; animais entre 3 e 4 meses (peso entre 29 e 35Kg), foram usados em experimentos de isquemia e reperfusão renal²⁴. A anatomia das artérias renais, incluindo suas angulações e padrões de ramificação, foi descrita por angiografia em animais das raças *Landrace* e *Yorkshire* pesando entre 50-70Kg²⁵.

Suínos *Landrace* pesando entre 30 e 40Kg, a mesma raça utilizada nesse estudo, foram utilizados em pesquisas sobre isquemia e reperfusão e transplante renal^{26,27}. Em outro estudo, animais de 3 meses de idade (pesando cerca de 40 Kg) foram utilizados na avaliação da eficácia do clampeamento arterial durante o tratamento de tumores renais pela técnica de crioblacção²⁸. Esta raça representa uma boa opção para estudos anatômicos do sistema urinário porque, além de ter sido muito utilizada em pesquisas nos campos urológico e endourológico, costuma estar disponível a custo acessível.

Além de ser considerado um método preciso e pouco invasivo, a TC ajuda esclarecer informações obtidas por outros exames, como a ultrassonografia, e documenta com maiores detalhes os achados anatômicos, tendo se consolidado

como ferramenta importante para o planejamento pré-operatório de procedimentos urológicos²⁹. No entanto, informações sobre a descrição da anatomia urológica em suínos utilizando a TC são ainda limitadas.

4.1 Anatomia suína e humana

4.1.1 Vascularização renal:

Nossos resultados demonstraram que, assim como em humanos, a vascularização renal suína é realizada por artéria renal única⁴. Embora em humanos variações anatômicas de irrigação renal possam ocorrer em 30 a 40% dos pacientes, sendo a artéria renal polar acessória a mais frequentemente observada³⁰, tais variações são pouco observadas em suínos (1,7%)⁴ e não foram observadas neste estudo.

O padrão de ramificação mais comum da artéria renal em humanos é a divisão em duas artérias polares: uma cranial e outra caudal, as quais emitem dois ramos, um anterior e outro posterior; porém variações são frequentes^{31,32}. Em suínos, o padrão de ramificação da artéria renal foi classificado por Evans¹⁶ nos seguintes tipos: padrão Ia, com divisão da artéria renal em ramos polares cranial e caudal, que ramificam-se em ramos segmentares anterior e posterior; o padrão Ib, assemelha-se ao Ia, porém apresenta um ramo polar cranial curto, com emissão de ramos segmentares diretamente da artéria renal; o padrão II é semelhante ao Ib, porém com emissão de um vaso do ramo polar caudal que se implanta no polo cranial; no padrão III há artérias renais múltiplas. O padrão mais frequente, assim como no presente estudo, é o Ia, detectado em 77-97%^{4,16}.

Em suínos e humanos, as artérias renais frequentemente originam-se na aorta abdominal, entre a primeira e segunda vértebras lombares (L1-L2)^{29,33,34}. Em suínos a numeração das vértebras pode variar, já que raças diferentes podem divergir quanto ao número de vértebras³⁵. A assimetria no nível de origem destas artérias é descrita tanto em suínos quanto em humanos^{4,5}. Neste estudo, apenas um animal apresentou tal assimetria, sendo a origem da artéria renal direita 8.5mm caudal em relação à da artéria renal esquerda. Esta assimetria, embora aparentemente pequena, foi maior do que a previamente reportada em suínos (4.48mm) de diferentes raças (entre 85-90Kg) e em humanos (2.9mm)⁴.

O diâmetro das artérias renais em humanos adultos varia entre 4.0 e 5.9 mm e entre 5.1 e 5.4 mm em suínos^{4,25,34,36}. No suíno, esses dados foram coletados utilizando dissecação cirúrgica, plastinação e angiografia em animais de diferentes raças entre 51-90 Kg^{4,25}. Contrastando com a literatura, o presente estudo demonstrou um diâmetro médio de 4.45mm à direita e 5.31mm à esquerda, sendo o diâmetro da artéria renal esquerda estatisticamente maior que o da artéria renal direita. Para pesquisas em que o diâmetro destes vasos é um fator importante, sabe-se que o peso do suíno pouco influencia, já que nestes animais a relação entre o calibre das artérias renais e o peso é desproporcional, ou seja, há mínimas variações de diâmetro entre suínos de pesos muito diferentes²⁵.

A drenagem venosa renal do suíno também é similar à humana. A veia renal única é o padrão mais frequentemente observado em ambas as espécies⁵, tal como nos animais estudados. Embora sejam infrequentes, variações venosas foram encontradas em suínos, sendo reportadas veias renais adicionais em 2,13% após a análise de 94 rins³⁷. Em humanos, as anomalias venosas renais são mais frequentes, sendo a multiplicidade de veias renais (15-30%) mais comum no lado direito e, com menor frequência (2-17%), veias renais circum-aórticas e retroaórticas no lado esquerdo³⁸. A formação da veia renal, em humanos e suínos, frequentemente ocorre pela confluência de tributárias venosas craniais e caudais, em altura correspondente à margem superior de L2. O número de tributárias varia entre 2 e 4 em suínos e 2 e 6 em humanos³⁷.

De acordo com a literatura, em humanos, o diâmetro das veias renais pode variar entre 5mm e 17 mm³⁷. Um estudo por tomografia aponta diâmetros médios de 6.98mm à direita e 6.36mm à esquerda em homens e de 6.69mm à direita e 6.04mm à esquerda em mulheres³⁴. Em suínos da raça *Great Polish White*, entre 70-110Kg, a média previamente descrita é de 10.94 mm, com variações entre 4.5-15.8mm³⁷. Em nosso estudo foi encontrado uma média de 5.78mm à direita e 5.82mm à esquerda, com variações entre 4.90-6.40mm e 5.26-6.35mm respectivamente. O calibre da veia renal esquerda aferida no hilo renal foi estatisticamente superior quando comparado ao da veia renal direita na mesma topografia. Essa disparidade pode estar relacionada às diferenças quanto às raças dos animais pesquisados e a técnica utilizada para medição.

Em humanos, a síndrome do quebra nozes, caracterizada pela compressão da veia renal esquerda entre a aorta e a artéria mesentérica superior, pode provocar dor lombar, hematúria e proteinúria ³⁹. Não havia descrição prévia de situação análoga em suínos. Nosso grupo, durante um projeto de descrição da anatomia vascular suína por angiotomografia, detectou esse fenômeno compressivo nesses animais (dados ainda não publicados). Em outro estudo conduzido em humanos, observamos essa compressão em 24,4% das tomografias de adultos ⁴⁰. Os três animais avaliados apresentaram, em média, uma redução de 51% do diâmetro da veia renal esquerda no ponto em que a mesma passa entre a aorta e a artéria mesentérica anterior (análoga à artéria mesentérica superior humana).

4.1.2 Rins:

As semelhanças morfométricas entre os rins humanos e os suínos já foram amplamente descritas ^{4,5,7}. Em humanos adultos, o comprimento renal médio varia entre 10.5 cm e 11.1cm, podendo ocorrer divergências discretas entre os órgãos de cada lado ^{41,42}. Neste estudo, o comprimento renal médio foi 9.85cm à direita e 10.30cm à esquerda. Com dimensões próximas às relatadas para humanos e aproximando-se à descrição de Gómez et al. ⁷ e Sarmiento et al. ⁵, os quais, após dissecação cirúrgica em suínos de raças variadas pesando entre 85-95 Kg, identificaram um comprimento médio de 12 cm. Essa discreta diferença em relação aos nossos resultados pode estar relacionada ao tamanho dos animais estudados e ao método utilizado para medição ⁴¹.

Tanto os suínos quanto os humanos possuem um polo renal cranial maior e mais medial em relação ao polo caudal. Nos animais estudados foi encontrada uma largura média do polo cranial de 5.82cm à direita e 6.05cm à esquerda, e 4.92cm e 4.85cm para o polo caudal. Essas medidas são similares às descritas por Gómez et al., que identificou a largura média do polo cranial, de 5.66cm à direita e 5.72cm à esquerda, e caudal, de 5.26cm à direita e 5.21cm à esquerda; as dimensões médias em humanos são 6.44cm e 5.49cm para os polos cranial e caudal, respectivamente ⁷. Certamente estas similaridades entre as espécies são relevantes ao selecionar o modelo suíno para procedimentos nos quais as dimensões renais sejam relevantes.

O volume renal médio no humano é de 94.16cm³ à direita e 98.07cm³ à esquerda e em pacientes do sexo masculino, mais jovens e mais pesados, há uma tendência a volumes renais maiores, especialmente no lado esquerdo⁴³. O volume renal é influenciado pelo peso, sexo, idade do suíno e patologias como a doença renal cística⁴⁴. Não foram detectadas referências com suínos com pesos semelhantes aos utilizados neste estudo, para que uma comparação fosse estabelecida. Entre os suínos pesquisados os volumes renais médios foram de 113.70cm³ à direita e 109.70cm³ à esquerda.

Também não foram encontradas referências que descrevessem o ângulo hilar renal no suíno. De acordo com as literaturas encontradas, em humanos, o ângulo médio à direita varia entre 42.47-61° e entre 38.78-55° à esquerda^{17,45,46}. No presente estudo o ângulo hilar renal teve média de 74.08° à direita e de 67.59° à esquerda.

As anomalias de rotação renal não foram relatadas em suínos. Em humanos podem estar associadas à ectopia renal, com papel importante na formação de obstruções ureteropélvicas. Entre estas alterações, as mais comuns são as não-rotações e rotações incompletas¹⁷. Além disso, há maior incidência de cálculos renais em pacientes com rotações insuficientes do hilo renal, ou seja, com ângulo menor e pelve disposta mais anteriormente⁴⁶, fato que pode estar associado a menor formação de cálculos renais em porcos, uma vez que apresentam rins rotacionados medialmente.

4.1.3 Ureteres e bexiga:

As informações acerca destas estruturas nos suínos são escassas na literatura.

Os ureteres humanos cruzam as artérias ilíacas comuns e este vaso serve de limite entre as porções cranial/abdominal e caudal/pélvica dos ureteres. Nos suínos, os ureteres seguem trajeto análogo⁴⁷, entretanto, a melhor nomenclatura para a artéria cruzada seria artéria ilíaca externa, já que em suínos a aorta não se bifurca, mas sim, trifurca nas duas ilíacas externas e em um tronco ilíaco interno, que por sua vez emite ambas as ilíacas internas.

As dimensões ureterais em humanos foram estudadas por diversos autores⁴⁷⁻⁵¹ que descrevem em humanos um comprimento ureteral variando entre 25-

30cm, uma medida maior ao comparar com a obtida no suíno nesta pesquisa, 19.78cm à direita e 22.08cm à esquerda.

Neste estudo, os porcos apresentaram medidas maiores de comprimento no lado esquerdo, possivelmente justificada pela disposição mais alta do rim esquerdo em relação ao direito. Nossa revisão da literatura não encontrou referências sobre a proporção entre os segmentos abdominal e pélvico dos ureteres em suínos. No ser humano são reportados comprimentos semelhantes entre os segmentos abdominal e pélvico do ureter⁴⁸, porém nosso trabalho demonstrou que, no suíno, a divisão do ureter é desigual, com a porção abdominal correspondendo a aproximadamente 2/3 do comprimento.

O ureter humano possui 3 pontos de estreitamento fisiológico: a junção ureteropélvica, o cruzamento dos vasos ilíacos comuns e a junção ureterovesical^{48,52}. A metodologia usada em nosso estudo permitiu registrar pontos de estreitamento do lúmen ureteral ao cruzar os vasos ilíacos em todos os animais e na junção ureterovesical em dois exemplares, ambos à esquerda. Não foram detectados estreitamentos nas junções ureteropélvicas. Em humanos a correlação existente entre os pontos de estreitamentos ureterais e a impactação de cálculos é bem descrita^{50,53-55}, desta maneira, o modelo suíno pode ser útil para experimentos e treinamentos relacionados à litíase, embora a descrição destes estreitamentos não tenha sido detectada na literatura previamente publicada.

Não foram localizadas descrições prévias sobre o volume vesical médio em suínos e, certamente, tal volume pode variar de acordo com o grau de repleção vesical e o método de aferição. Em humanos, de acordo com a literatura consultada, esse volume médio varia entre 400 e 600ml⁵⁶ e, portanto, apesar de possíveis vieses de aferição, é semelhante ao encontrado nos animais estudados, com média de 423.7 ml. A manipulação da bexiga durante procedimentos urológicos deve ser cuidadosa devido a fragilidade da parede vesical, mais delgada quando comparada ao humano ou outros mamíferos⁵⁷.

A anatomia uretral em suínos machos dificulta o uso desse modelo em procedimentos urológicos que envolvam o pênis e a uretra. A forma de “saca rolhas” da ponta do pênis impossibilita inserção de cateter urinário por via uretral⁵⁷. O acesso suprapúbico com colocação de cateter é uma alternativa utilizada para este modelo⁵⁸. Fêmeas *Large White*, *Landrace*, *Yorkshire* e *Durok*, com peso entre 30-

40 Kg, foram submetidas a cateterização ureteral com sucesso, apesar de ser reportado dificuldade durante o procedimento ^{59,60}.

Entre as limitações desta pesquisa encontram-se o fato de que apenas três animais foram estudados, todos do mesmo sexo e que a definição e heterogeneidade das imagens não permitiu a mensuração da espessura cortical, a avaliação da pelve renal e a descrição do sistema pielocalicial.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e fazendo-se comparação com a anatomia humana, verificou-se que o suíno se mostra particularmente útil para os seguintes modelos de procedimentos e patologias relacionados ao sistema urinário: nefrectomia total e parcial, procedimentos intra-renais (como biópsia e nefrolitotomia), transplante renal e nefrolitotripsia.

Ao fornecer estes dados, acredita-se que o planejamento de ensaios pré-clínicos, a pesquisa básica e o aperfeiçoamento do treinamento cirúrgico utilizando modelos suínos na área urológica poderá ser facilitado.

REFERÊNCIAS

1. Fagundes DJ, Taha MO. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. *Acta Cir Bras.* 2004; 19(1): 59-65.
2. Aydin A, Raison N, Khan MS, Dasgupta P, Ahmed K. Simulation-based training and assessment in urological surgery. *Nat Rev Urol.* 2016; 13(9): 503-519.
3. Golriz M, Fonouni H, Nickkholgh A, Hafezi M, Garoussi C, Mehrabi A. Pig kidney transplantation: an up-to-date guideline. *Eur Surg Res.* 2012; 49(3-4): 121-129.
4. Gómez FA, Ballesteros LE, Estupiñán HY. Morphological Characterization of the Renal Arteries in the Pig: Comparative Analysis with the Human. *Int. J. Morphol.* 2017 Mar; 35(1): 319-324.
5. Sarmiento F, Uribe J, Peña J, Gomez F, Machado L. Contribution to the Anatomical Study of Urinary System in Pigs. *Spei Domus.* 2015; 11 (22): 19-24.
6. Pereira-Sampaio MA, Henry RW, Favorito LA, Sampaio FJ. Cranial pole nephrectomy in the pig model: anatomic analysis of arterial injuries in tridimensional endocasts. *J Endourol.* 2012; 26(6): 716-721.
7. Gómez FA, Ballesteros LE, Estupiñán HY. Anatomical study of the renal excretory system in pigs. A review of its characteristics as compared to its human counterpart. *Folia Morphol (Warsz).* 2017; 76(2): 262-268.
8. Singh Bhullar J, Scott R, Patel M, Mittal VK. Kidney access device. *JSLs.* 2014; 18: 2014.00219.
9. Hammond L, Ketchum J, Schwartz BF. A new approach to urology training: a laboratory model for percutaneous nephrolithotomy. *J Urol.* 2004; 172(5): 1950-1952.
10. Noureldin YA, Andonian S. Simulation for Percutaneous Renal Access: Where Are We?. *J Endourol.* 2017; 31(1): S10-S19.
11. Caldas PFO, Rocha LCA, Oliveira MT, Ataíde MW, Spagnolo JD, Feranti JPS, Souza FW, Silva MAM, & Brun MV. Laparoscopic ureterocalicostomy in pigs - experimental study. *Ciência Rural.* 2015; 45(7): 1262-1267.

12. Cooper DKC, Iwase H, Wang L, Yamamoto T, Li Q, Li J, Zhou H, Hara H. Bringing Home The Bacon: Update on The State of Kidney Xenotransplantation. *Blood Purif.* 2018; 45(1-3): 254-259.
13. Pereira-Sampaio MA, Favorito LA, Sampaio FJ. Pig kidney: anatomical relationships between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. Applied study for urological research and surgical training. *J Urol.* 2004; 172: 2077-2081.
14. Wolf JS Jr, Humphrey PA, Rayala HJ, Gardner SM, Mackey RB, Clayman RV. Comparative ureteral microanatomy. *J Endourol.* 1996; 10(6): 527-531.
15. Ragionieri L, Ravanetti F, Gazza F, Botti M, Ivanovska A, Cacchioli A. Morphological analysis of the urethral muscle of the male pig with relevance to urinary continence and micturition. *J Anat.* 2016; 228(3): 511-519.
16. Evan AP, Connors BA, Lingeman JE, Blomgren P, Willis LR. Branching patterns of the renal artery of the pig. *Anat Rec.* 1996; 246: 217-223.
17. Sakate M, Sakate ATY, Yamashita S, Teixeira AS, Barbosa L, Correia LA. Tomografia computadorizada de abdome normal: estudo retrospectivo das angulações dos hilos renais. *Radiol Bras.* 2009; 42(1): 27-29.
18. Kim SH. Doppler US and CT Diagnosis of Nutcracker Syndrome. *Korean J Radiol.* 2019; 20(12): 1627-1637.
19. de Miranda CM, Maranhão CP, Dos Santos CJ, Padilha IG, de Farias Lde P, da Rocha MS. Bosniak classification of renal cystic lesions according to multidetector computed tomography findings. *Radiol Bras.* 2014; 47(2): 115-121.
20. Xing Y, Chen TT, Simmons WN, Sankin G, Cocks FH, Lipkin ME, Preminger GM, Zhong P.. Comparison of Broad vs Narrow Focal Width Lithotripter Fields. *J Endourol.* 2017; 31(5): 502-509.
21. Hoffman MS, Spiess PE. Simulated management of urinary tract injury during robotic pelvic surgery utilizing the porcine model. *J Robot Surg.* 2019; 13(2): 289-292.
22. Sood A, Hemal AK, Assimios DG, Peabody JO, Menon M, Ghani KR. Robotic Anatomic Nephrolithotomy Utilizing Near-infrared Fluorescence Image-guidance: Idea, Development, Exploration, Assessment, and Long-term Monitoring (IDEAL) Stage 0 Animal Model Study. *Urology.* 2016; 94: 117-122.

23. Okhunov Z, Yoon R, Lanzac AP, Sgroi M, Lau WL, Del Junco M, Ordon M, Drysch A, Hwang C, Vernez SL, Fujitani R, Kabutey N, Kalantar-Zadeh K, Landman J. Development and evaluation of a retroperitoneal dialysis porcine model. *Clin Nephrol.* 2016; 86(2): 70-77.
24. Baptista Sincos APW, Mazzeo A, Sincos IR, Neto FC, Wolosker N, Aun R, Leite K, Paula VP, Kaufmann OG. Duplex scan and histologic assessment of acute renal injury in a kidney-kidney crosstalk swine experimental model. *J Vasc Surg.* 2018; 68(2): 588-595.
25. Sakaoka A, Koshimizu M, Nakamura S, Matsumura K. Quantitative angiographic anatomy of the renal arteries and adjacent aorta in the swine for preclinical studies of intravascular catheterization devices. *Exp Anim.* 2018; 67(2): 291-299.
26. Golriz M, Fonouni H, Kuttymuratov G, Esmailzadeh M, Rad MT, Jarahian P, Longerich T, Faridar A, Abbasi S, Mehrabi A, Gebhard MM. Influence of a modified preservation solution in kidney transplantation: A comparative experimental study in a porcine model. *Asian J Surg.* 2017; 40(2): 106-115.
27. Sedigh A, Nordling S, Carlsson F, Larsson E, Norlin B, Lübenow N, Lennmyr F, Tufveson G, Magnusson PU, Lorant T. Perfusion of Porcine Kidneys With Macromolecular Heparin Reduces Early Ischemia Reperfusion Injury. *Transplantation.* 2019; 103(2): 420-427.
28. Nonboe LL, Nielsen TK, Høyer S, Graumann O, Frøkiær J, Borre M. Arterial Clamping Increases Central Renal Cryoablation Efficacy: An Animal Study. *Technol Cancer Res Treat.* 2017; 16(4): 414-420.
29. Vernuccio F, Gondalia R, Churchill S, Bashir MR, Marin D. CT evaluation of the renal donor and recipient. *Abdom Radiol (NY).* 2018; 43(10): 2574-2588.
30. Çınar C, Türkvatan A. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagn Interv Imaging.* 2016; 97(9): 891-897.
31. Shoja MM, Tubbs RS, Shakeri A, Loukas M, Ardalan MR, Khosroshahi HT, Oakes WJ. Peri-hilar branching patterns and morphologies of the renal artery: a review and anatomical study. *Surg Radiol Anat.* 2008; 30(5): 375-382.
32. Dăescu E, Zăhoi DE, Motoc A, Alexa A, Baderca F, Enache A. Morphological variability of the renal artery branching pattern: a brief review and an anatomical study. *Rom J Morphol Embryol.* 2012; 53(2): 287-291.

33. Cases C, García-Zoghby L, Manzorro P, Valderrama-Canales FJ, Muñoz M, Vidal M, Simón C, Sanudo JR, McHanwell S, Arrazola J. Anatomical variations of the renal arteries: Cadaveric and radiologic study, review of the literature, and proposal of a new classification of clinical interest. *Ann Anat.* 2017; 211: 61-68.
34. Ferhatoglu MF, Atli E, Gurkan A, Kebudi A. Vascular variations of the kidney, retrospective analysis of computed tomography images of ninety-one laparoscopic donor nephrectomies, and comparison of computed tomography images with perioperative findings. *Folia Morphol (Warsz)* 2019; [Epub ahead of print].
35. Rohrer GA, Nonneman DJ, Wiedmann RT, Schneider JF. A study of vertebra number in pigs confirms the association of vertnin and reveals additional QTL. *BMC Genet.* 2015; 16(129):2-9.
36. Gulas E, Wysiadecki G, Szymański J, Majos A, Stefańczyk L, Topol M, Polguy M. Morphological and clinical aspects of the occurrence of accessory (multiple) renal arteries. *Arch Med Sci.* 2018; 14(2): 442-453.
37. Szymanski J, Polguy M, Topol M, Oszukowski P. Anatomy of renal veins in swine. *Medycyna weterynaryjna.* 2015; 71(12): 773-777.
38. Zhu J, Zhang L, Yang Z, Zhou H, Tang G. Classification of the renal vein variations: a study with multidetector computed tomography. *Surg Radiol Anat.* 2015; 37(6): 667-675.
39. Vianello FA, Mazzoni MB, Peeters GG, Fossali EF, Camozzi P, Bianchetti MG, Milani GP. Micro- and macroscopic hematuria caused by renal vein entrapment: systematic review of the literature. *Pediatr Nephrol.* 2016; 31(12):175-184.
40. Góes Junior Adenauer Marinho de Oliveira, Araújo Rafaela de Souza, Furlaneto Ismari Perini, Vieira Waldonio de Brito. Compressões das veias renal e íliaca comum esquerdas em tomografias computadorizadas: com que frequência são detectadas? *J Vasc Bras.* 2020; 19: e20190121.
41. Karami M, Rahimi F, Tajadini M. The evaluation and comparison of kidney length obtained from axial cuts in spiral CT scan with its true length. *Adv Biomed Res.* 2015; 4 (19): 1-4.
42. Glodny B, Unterholzner V, Taferner B, Hofmann KJ, Rehder P, Strasak A, Petersen J. Normal kidney size and its influencing factors - a 64-slice MDCT study of 1.040 asymptomatic patients. *BMC Urol.* 2009; 9 (19): 1-13.

43. Talhar SS, Waghmare JE, Paul L, Kale S, Shende MR. Computed Tomographic Estimation of Relationship between Renal Volume and Body Weight of an Individual. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11(6): AC04-AC08.
44. Grantham JJ, Torres VE. The importance of total kidney volume in evaluating progression of polycystic kidney disease. *Nat Rev Nephrol.* 2016; 12(11): 667-677.
45. Dalla Palma L, Rossi M. Advances in radiological anatomy of the kidney. *Br J Radiol.* 1982; 55(654): 404-412.
46. Sanal B, Korkmaz M, Can F, Aras B, Buyukkaya A. Do the variations in renal pelvic angles play a role in the formation of renal stone? A computed tomography study. *Ren Fail.* 2015; 37(9): 1448-1451.
47. Petsepe DC, Kourkoulis SK, Papadodima SA, Sokolis DP. Regional and age-dependent residual strains, curvature, and dimensions of the human ureter. *Proc Inst Mech Eng H.* 2018; 232(2): 149-162.
48. Kulkarni, Ravi. *Anatomy of the Human Ureter. Ureteric stenting,* 2017; 1-9.
49. Fröber R. *Surgical atlas - Surgical anatomy of the ureter.* *BJU international.* 2007; 100(4): 949-65.
50. Potenta SE, D'Agostino R, Sternberg KM, Tatsumi K, Perusse K. CT Urography for Evaluation of the Ureter. *Radiographics.* 2015; 35: 709-726.
51. Wong SL, Abdul Hamid H. Observation of ureteric diameter in negative intravenous urogram in hospital universiti kebangsaan malaysia. *Malays J Med Sci.* 2010; 17(2): 4-9.
52. Selçuk İ, Ersak B, Tatar İ, Güngör T, Huri E. Basic clinical retroperitoneal anatomy for pelvic surgeons. *Turk J Obstet Gynecol.* 2018;15(4):259-269.
53. Ordon M, Schuler TD, Ghiculete D, Pace KT, Honey RJ. Stones lodge at three sites of anatomic narrowing in the ureter: clinical fact or fiction?. *J Endourol.* 2013; 27(3): 270-276.
54. El-Barky E, Ali Y, Sahsah M, Terra AA, Kehinde EO. Site of impaction of ureteric calculi requiring surgical intervention. *Urolithiasis.* 2014; 42(1): 67-73.

55. Moon YJ, Kim HW, Kim JB, Kim HJ, Chang YS. Distribution of ureteral stones and factors affecting their location and expulsion in patients with renal colic. *Korean J Urol.* 2015; 56(10): 717-721.
56. Ozturk NK, Kavakli AS. Use of bladder volume measurement assessed with ultrasound to predict postoperative urinary retention. *North Clin Istanb.* 2017; 3(3): 209-216.
57. Swindle MM, Makin A, Herron AJ, Clubb FJ Jr, Frazier KS. Swine as models in biomedical research and toxicology testing. *Vet Pathol.* 2012; 49(2): 344-356.
58. Holliman CJ, Kenfield K, Nutter E, Saffle JR, Warden GD. Technique for acute suprapubic catheterization of urinary bladder in the pig. *Am J Vet Res.* 1982; 43(6): 1056-1057.
59. Nielsen TK, Petersen NA, Stærk K, Grønnemose RB, Palarasah Y, Nielsen LF, Kolmos HJ, Andersen TE, Lund L. A Porcine Model for Urinary Tract Infection. *Front Microbiol.* 2019; 10: 1-12.
60. Musk G, Zwierzchoniewska M, He B. Catheterization of the urethra in female pigs. *Laboratory Animals.* 2015; 49(4): 345–348.

ANEXO A

Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em de uso de animais (CEUA)



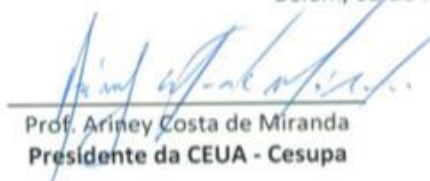
COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “**Descrição da Anatomia vascular dos suínos (Sus scrofa): aplicabilidade desse modelo animal em treinamento médico de procedimentos vasculares intervencionistas**”, protocolo n° **01/2017** sob a responsabilidade de **Adenauer Marinho de Oliveira Goes Junior** – que envolve a produção manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei n° 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto n° 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pelo COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO CESUPA, em 02/03/2017.

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Vigência do Projeto | 01/03/2017 à 01/03/2018. |
| Espécie/linhagem | Porcos (Sus scrofa) |
| N° de animais | 5 |
| Peso/idade | 40 Kg/ 3 meses |
| Sexo | M |
| Origem | Granja de reprodução de suínos |

Belém, 02 de março de 2017.


 Prof. Ariney Costa de Miranda
 Presidente da CEUA - Cesupa

Av. Almirante Barroso, 3775 -
 Sousa - Belém - PA
 Tel.: 3205-9000 - Fax: 3205-9015