



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro Biomédico

Faculdade de Ciências Médicas

Bruno Leonardo Marroig de Freitas Ribeiro

**Estudo experimental da anatomia do polo inferior do rim aplicada à ureteroscopia flexível em moldes tridimensionais do rim humano e em pielografias retrógradas**

Rio de Janeiro

2015

Bruno Leonardo Marroig de Freitas Ribeiro

**Estudo experimental da anatomia do polo inferior do rim aplicada à ureteroscopia flexível em moldes tridimensionais do rim humano e em pielografias retrógradas**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Sistema Urogenital.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Alves Favorito

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

Ribeiro, Bruno Leonardo Marroig de Freitas  
Estudo experimental da anatomia do polo inferior do rim aplicada á ureterosopia flexível em moldes tridimensionais do rim humano e em pielografias retrógradas / Bruno Leonardo Marroig de Freitas Ribeiro. - 2015.  
55 f. : il.

Orientador: Luciano Alves Favorito.  
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-graduação Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas..

1. Rim. 2. Sistema coletor. 3. Molde. 4. Pielografia retrógrada. 5. Anatomia. 6. Modelo experimental. 7. Treinamento. 8. Ureterosopia flexível. I. Favorito, Luciano Alves. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

---

Assinatura

---

Data

Bruno Leonardo Marroig de Freitas Ribeiro

**Estudo experimental da anatomia do polo inferior do rim aplicada à ureteroscopia flexível em moldes tridimensionais do rim humano e em pielografias retrógradas**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor ao Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Sistema Urogenital.

Para ser aprovada.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Alves Favorito

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

Rio de Janeiro

2015

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Francisco José Barcellos Sampaio pela oportunidade de realizar minha Tese de Doutorado na Unidade de Pesquisa Urogenital.

Ao Prof. Dr. Luciano Alves Favorito pela sua dedicação ao me orientar na realização desta tese. Deixo registrada minha gratidão e admiração pelo médico e professor que ele é e pelo amigo que se tornou.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Pereira Sampaio, por toda ajuda e amizade.

Ao Prof. Dr. Waldemar Silva Costa por estar sempre presente e pronto para ajudar e ensinar.

A todos os colegas de pós-graduação que em algum momento colaboraram para a realização deste trabalho.

Se vi mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes.

*Isaac Newton*

## RESUMO

RIBEIRO, Bruno Leonardo Marroig de Freitas. *Estudo experimental da anatomia do polo inferior do rim aplicada à ureterosopia flexível em moldes tridimensionais do rim humano e em pielografias retrógradas*, 2015. 55f. Tese (Doutorado em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

A anatomia espacial dos cálices renais do polo inferior é descrita como fator que influencia a taxa de sucesso da ureterosopia flexível (URF). O objetivo deste estudo é analisar a anatomia do sistema coletor do polo inferior em moldes de rim humanos e em pielografias retrógradas e avaliar quais os fatores anatômicos têm influência no acesso aos cálices durante a ureterosopia flexível. Uma vez que a prática se faz necessária para o desenvolvimento de habilidade do cirurgião, nós construímos contramoldes cavitários de silicone, à partir de moldes de resina do sistema coletor, para que estes pudessem ser utilizados em programas de treinamento cirúrgico.

Foram analisados 170 moldes tridimensionais de resina de poliéster do sistema coletor do rim, obtidos de 85 cadáveres adultos. Os ureteres foram dissecados e uma resina de poliéster amarela foi injetada no ureter para o preenchimento do sistema coletor do rim. Nós dividimos os moldes em quatro grupos: A1 – Região mesorrenal drenada por cálices menores dependentes do polo superior ou inferior; A2 – Região mesorrenal drenada por cálices menores cruzados, um drenando para o polo superior e outro para o polo inferior; B1 – Região mesorrenal drenada por um grupo de cálices maiores independentes dos polos superior e inferior; e B2 – Região mesorrenal drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal. Foram estudadas a frequência de cada tipo de sistema coletor, o número e a orientação espacial dos cálices menores, o ângulo entre o infundíbulo inferior e pelve renal (AIP), o ângulo entre o infundíbulo inferior e os cálices menores inferiores (AIC), a largura e o comprimento do infundíbulo inferior e a frequência de cálices perpendiculares. Foram estudados também 51 pielografias retrógradas intra-operatórias de pacientes submetidos a cirurgia para tratamento de cálculo no polo inferior do rim. Analisou-se a frequência de cada tipo de sistema coletor, AIP, AIC e o acesso do ureteroscópio flexível aos cálices renais inferiores. As médias foram comparadas através de ANOVA e o teste  $t$  ( $p < 0,05$ ). Também estudamos 32 moldes tridimensionais do sistema coletor para a confecção dos modelos para treinamento de ureterosopia flexível.

Nós encontramos 57 moldes (33,53%) do grupo A1; 23 (13,53%) do grupo A2; 59 (34,71%) do grupo B1; e 31 (18,23%) do grupo B2. O polo inferior era drenado por 4 ou mais cálices em 84 casos (49,41%), distribuídos entre os grupos, como se segue: A1=35 casos (41,67%); A2=18 (21,43%); B1=22 (26,19%); e B2=9 (10,71%). Cálices perpendiculares foram observados em 15 casos (8,82%). Não observamos diferença estatística entre os AIC nos grupos estudados. Na análise das pielografias, nós encontramos 14 rins do grupo A1 (27,45%); 4 do grupo A2 (7,84%); 17 do grupo B1 (33,33%) and 16 pertencentes ao grupo B2 (31,37%). Quanto à medida dos AIP nós observamos que estes eram  $>90^\circ$  em 31 rins (60,78%) e entre  $61^\circ$  e  $90^\circ$  em 20 rins (39,22%). Nós não encontramos ângulos menores do que  $60^\circ$ . O grupo A1 apresentou um total de 48 cálices menores (Cam) e conseguiu-se o acesso do ureteroscópio flexível (UF) em 42 cálices (87,5%); o grupo A2 tinha 11 Cam e o UF conseguiu acessar 7 (63,64%); o grupo B1 tinha 48 Cam e obteve-se o acesso do UF em 41 (85,42%); e no grupo B2 nós observamos 41 Cam e o UF pôde acessar 35 cálices (85,36%). Não houve diferença estatística na acessibilidade do UF entre os grupos estudados ( $p=0,2610$ ).

Os sistemas coletores com a região mesorrenal drenada por cálices cruzados (tipo A2) apresentaram um menor índice de acessibilidade durante a ureterosopia flexível. Os

parâmetros anatômicos analisados nos moldes tridimensionais e comparados às pielografias retrógradas mostram que o número e a orientação espacial dos cálices menores, o ângulo infundíbulo-caliceal e o comprimento infundibular podem ser considerados fatores anatômicos restritivos ao acesso do ureteroscópio aos cálices do polo renal inferior. A confecção de modelos experimentais para treinamento à partir de contramoldes de silicone se mostrou factível e permitiu com facilidade a introdução do aparelho de ureteroscopia flexível.

Palavras-chave: Molde. Sistema coletor. Rim. Pielografia retrógrada. Anatomia. Modelo experimental. Treinamento. Ureteroscópio flexível.



## ABSTRACT

RIBEIRO, Bruno Leonardo Marroig de Freitas. *Anatomical experimental study of renal lower pole applied to flexible ureteroscopy in three-dimensional human endocasts and retrograde pyelography*. 2015. 55f. Tese (Doutorado em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The spatial anatomy of the lower pole group of calyx is described as a factor that affects the success rate of flexible ureteroscopy (FUR). The aim of this study is to analyze the anatomy of the inferior pole collecting system in human endocasts and pyelographies and observe which parameters have influence in successful approach to the calyx during flexible ureteroscopy. Since training is important for skill development of surgeons, we standardized the building of a three-dimensional silicone mold (cavity) of the collecting system, on the basis of polyester resin endocasts, which can be used in surgical training programs.

We analyzed 170 three-dimensional polyester resin endocasts of the kidney collecting system, obtained from 85 fresh adult cadavers. The ureters were dissected and a yellow polyester resin was injected into the ureter to fill the kidney collecting system. We divided the endocasts into four groups: A1 – kidney midzone (KM), drained by minor calyx that are dependent on the superior or the inferior caliceal groups; A2 – KM drained by crossed calyx, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; B1 – KM drained by a major caliceal group independent of both the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by minor calyx entering directly into the renal pelvis. We studied the frequency of each collecting system type, the number and spatial orientation of calyx, the angle between the lower infundibulum and renal pelvis (LIP), the angle between the lower infundibulum and the inferior minor calyx (LIICA), the inferior infundibular width and length and perpendicular calyx frequency. We also analyzed in retrograde pyelographies made during FUR for the treatment of inferior pole stones of 51 patients the frequency of each collecting system type, LIP, LIICA and flexible ureteroscopic access. Means were statistically compared using ANOVA and the unpaired *t*-test ( $p < 0.05$ ).

We found 57 (33.53%) endocasts of group A1; 23 (13.53%) of group A2; 59 (34.71%) of group B1; and 31 (18.23%) of group B2. The inferior pole was drained by 4 or more calyx in 84 cases (49.41%), distributed into groups as follows: A1=35 cases (41.67%); A2=18 (21.43%); B1=22 (26.19%); and B2=9 (10.71%). Perpendicular mc were observed in 15 cases (8.82%). We did not observe statistical differences between the LIICA in the groups studied. In pyelographies, we found 14 kidneys of A1 (27.45%); 4 of A2 (7.84%); 17 of B1 (33.33%) and 16 of B2 (31.37%). In the patients we observed that the LIP was  $>90^\circ$  in 31 kidneys (60.78%) and between  $61^\circ$  e  $90^\circ$  in 20 kidneys (39.22%). We did not find angles smaller than  $60^\circ$ . The group A1 presented 48 Mc and the UF was able to access 42 (87.5%); the group A2 had 11 Mc and the UF accessed 7 (63.64%); the group B1 had 48 Mc and the UF was able to access 41 (85.42%) and in group B2 we observed 41 Mc and the UF accessed 35 (85.36%). There was no statistical difference in the accessibility between the groups ( $p=0.2610$ ).

The test results showed that the kidneys of group A2 have the lowest flexible ureteroscope access rate, but further studies are necessary for confirmation. The anatomic parameters that seems to influence the flexible ureteroscope accessibility to renal inferior pole calyx are the number and spatial orientation of minor calyx, the LIICA and infundibular length. The two-part silicone mold is feasible, cheap and allows its use for flexible ureteroscopy surgical training.

Keywords: Endocast. Collecting system. Kidney. Retrograde pyelography. Anatomy. Experimental model. Training. Flexible ureteroscopy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Ureteroscópio flexível e materiais descartáveis utilizados durante o procedimento cirúrgico de ureterolitotripsia transureteroscópica.....	17
Figura 2 –	Ângulo infundíbulo-pélvico aplicado à litotripsia extra-corpórea por ondas de choque (LECO) .....	19
Figura 3 –	Número e diâmetro dos cálices no polo renal inferior com aplicação para litotripsia externa por ondas de choque (LECO) .....	19
Figura 4 –	Bloco retroperitoneal composto pelos rins, suprarrenais, ureteres, grandes vasos abdominais e gordura retirados dos cadáveres estudados....	22
Figura 5 –	Preparo dos moldes do sistema coletor após o processo de injeção da resina de poliéster .....	23
Figura 6 –	Moldes dos tipos de sistema coletor renal .....	24
Figura 7 –	Fotografias das faces anterior, lateral e posterior dos moldes do sistema coletor.....	25
Figura 8 –	Medida do ângulo formado entre o infundíbulo inferior e a pelve renal.....	26
Figura 9 –	Enumeração dos cálices menores que drenam para o infundíbulo inferior.....	27
Figura 10 –	Medida dos ângulos formados entre o infundíbulo inferior e os cálices inferiores.....	27
Figura 11 –	Presença de cálice perpendicular em molde do sistema coletor renal.....	29
Figura 12 –	Pielografias retrógradas classificadas de acordo com o tipo de sistema coletor.....	30
Figura 13 –	Medida do ângulo infundíbulo-pélvico.....	31
Figura 14 –	Medida do ângulo entre o infundíbulo inferior e o cálice inferior.....	32
Figura 15 –	Acesso do ureteroscópio em diferentes cálices do polo inferior.....	32
Figura 16 –	Confecção dos contramoldes do sistema coletor renal.....	33
Gráfico 1	Frequência do número de cálices menores do polo inferior em moldes de rim de acordo com os tipos de sistema coletor .....	34
Gráfico 2 –	Orientação espacial dos cálices menores do polo inferior em moldes de rim de acordo com os tipos de sistema coletor.....	36

Gráfico 3 – Frequência do número de cálices menores do polo inferior em pielografias de acordo com os tipos de sistema coletor.....	40
Figura 17 - Acesso do ureteroscópio flexível ao sistema coletor em um contramolde.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de cálices menores do polo inferior em cada grupo de sistema coletor.....	35
Tabela 2 – Distribuição de casos de acordo com os grupos e os ângulos infundíbulo-pélvicos medidos pelos métodos de Sampaio e Elbahnasy.....	37
Tabela 3 – Médias dos ângulos infundíbulo-pélvicos medidos pelos métodos de Sampaio e Elbahnasy.....	37
Tabela 4 – Médias dos ângulos infundíbulo-caliceais (AIC).....	38
Tabela 5 – Descrição dos parâmetros anatômicos: largura dos cálices menores, comprimento infundibular e número de cálices perpendiculares distribuídos entre os grupos.....	39
Tabela 6 – Parâmetros anatômicos analisados nas pielografias retrógradas de pacientes submetidos à ureterolitotripsia flexível de acordo com os tipos de sistema coletor.....	41
Tabela 7 – Frequência dos grupos do sistema coletor de acordo com os ângulos infundíbulo-pélvicos.....	42
Tabela 8 – Acessibilidade do ureteroscópio de acordo com os cálices do polo inferior.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

URF	Ureteroscopia flexível
NLPC	Nefrolitotripsia percutânea
LECO	Litotripsia extracorpórea por ondas de choque
AIP	Ângulo infundíbulo-pélvico
AIC	Ângulo infundíbulo-caliceal
Cam	Cálice menor

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
>	Maior que
<	Menor que
°	grau
cm	centímetro
±	Mais ou menos

## SUMÁRIO

	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	16
1	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	18
2	<b>OBJETIVOS.....</b>	21
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	22
3.1	<b>Análise dos moldes tridimensionais .....</b>	22
3.1.1	<u>Frequência dos tipos de sistema coletor.....</u>	24
3.1.2	<u>Número e orientação espacial dos cálices renais.....</u>	25
3.1.3	<u>Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP).....</u>	25
3.1.4	<u>Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC).....</u>	26
3.1.5	<u>Largura e comprimento do infundíbulo inferior.....</u>	28
3.1.6	<u>Número de cálices perpendiculares.....</u>	29
3.2	<b>Análise das pielografias retrógradas de pacientes submetidos à ureteroscopia flexível.....</b>	29
3.2.1	<u>Frequência dos tipos de sistema coletor.....</u>	31
3.2.2	<u>Número de cálices menores.....</u>	31
3.2.3	<u>Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP) e ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices menores (AIC).....</u>	31
3.2.4	<u>Acessibilidade do ureteroscópio flexível aos cálices renais do polo inferior.....</u>	32
3.3	<b>Confecção de modelos de treinamento para a ureteroscopia flexível.....</b>	33
4	<b>RESULTADOS.....</b>	34
4.1	<b>Moldes tridimensionais.....</b>	34
4.1.1	<u>Frequência dos tipos de sistema coletor.....</u>	34
4.1.2	<u>Número e orientação espacial dos cálices renais.....</u>	34
4.1.3	<u>Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP).....</u>	36
4.1.4	<u>Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC).....</u>	38
4.1.5	<u>Largura do infundíbulo inferior.....</u>	39
4.1.6	<u>Comprimento do infundíbulo inferior.....</u>	39
4.1.7	<u>Número de cálices perpendiculares.....</u>	40
4.2	<b>Pielografias retrógradas intraoperatórias.....</b>	40
4.2.1	<u>Frequência dos tipos de sistema coletor.....</u>	40

4.2.2	<u>Número de cálices renais</u> .....	40
4.2.3	<u>Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP)</u> .....	41
4.2.4	<u>Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC)</u> .....	42
4.2.5	<u>Acessibilidade do ureteroscópio flexível aos cálices renais do polo inferior</u> .....	43
4.3	<b>Confecção de modelos de treinamento para a ureterosopia flexível</b> .....	43
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	45
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	51
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52
	<b>APÊNDICE</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	55
	<b>ANEXO A</b> – E-mail de aceitação de artigo de científico “Two-part silicone mold. A new tool for flexible ureteroscopy surgical training”.....	56
	<b>ANEXO B</b> – <i>Abstract</i> relativo ao vídeo “Two-part silicone mold. A new tool for flexible ureteroscopy surgical training”.....	57
	<b>ANEXO C</b> - E-mail aceitação do artigo científico “Lower pole anatomy applied to flexible ureteroscopy: experimental study using human three-dimensional endocasts”.....	58
	<b>ANEXO D</b> – Artigo científico “Lower pole anatomy applied to flexible ureteroscopy: experimental study using human three-dimensional endocasts”.....	59
	<b>ANEXO E</b> – Declaração de submissão do artigo científico “Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureterosopia flexível”.....	72
	<b>ANEXO F</b> – Artigo científico “Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureterosopia flexível”.....	73



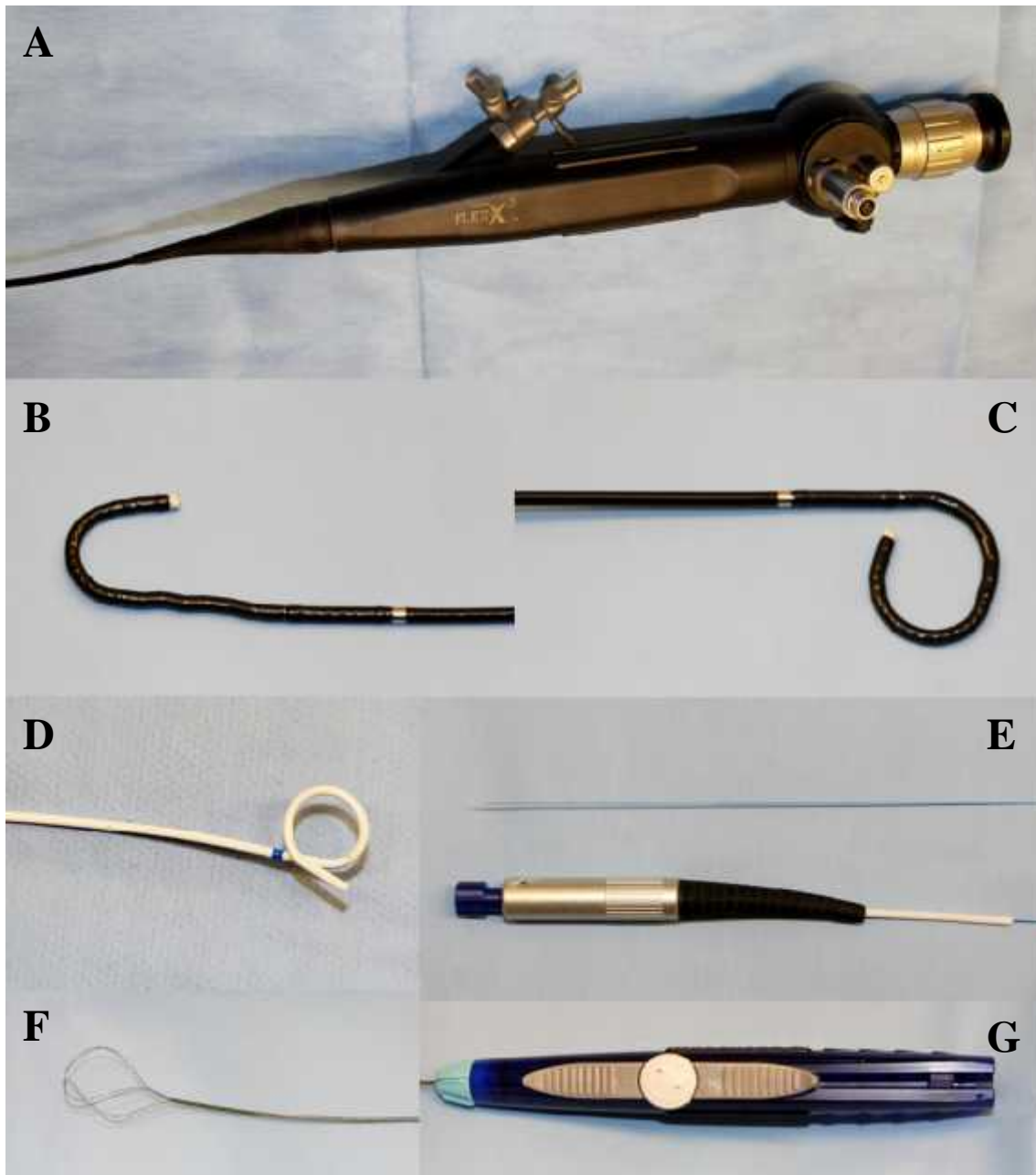
## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A incidência de nefrolitíase tem aumentado nos países industrializados e em desenvolvimento, chegando a atingir 10% a 15% da população (1). Nos Estados Unidos da América a prevalência de cálculos urinários aumentou 37% no período de 1976 a 1994 (2). A recorrência é de 15% em 1 ano, 50% em 5 anos e chega a 80% em 25 anos, após o primeiro episódio de cólica nefrética (1). No Brasil, o índice de hospitalização por litíase renal era de 2:3000 pacientes por mês em 1996. Em 2006 este número aumentou para 6:7000 por mês (3). Acredita-se que 50% dos pacientes com litíase renal que apresentarem sintomas decorrentes de obstrução das vias urinárias necessitarão ser submetidos à intervenção cirúrgica (4).

O primeiro acesso ureteral endoscópico foi realizado por Young em 1929, tendo sido utilizado um cistoscópio pediátrico para acessar um ureter dilatado de uma criança com válvulas de uretra posterior (5). Com a evolução dos endoscópios semirrígidos e flexíveis, os cálculos localizados em ureter superior ou aqueles intrarrenais deixaram de ser tratados primariamente através de cirurgia aberta (6).

Com o surgimento de ureteroscópios mais finos e com maior deflexão, com o desenvolvimento de dispositivos que permitem maior facilidade de acesso ao rim (como a bainha para acesso ureteral), de dispositivos que possibilitam a apreensão de fragmentos de cálculo (baskets) e com o surgimento de novas fontes de energia utilizadas na fragmentação dos cálculos (laser), a ureteroscopia flexível ganhou ampla aceitação em todo o mundo e está entre as cirurgias mais realizadas pelos urologistas em todo o mundo (7-9) (Figura 1).

Figura 1 – Ureteroscópio flexível e materiais descartáveis utilizados durante o procedimento cirúrgico de ureterolitotripsia transureteroscópica



Legenda: (A) ureteroscópio flexível Flex X2; (B) deflexão para cima da extremidade do ureteroscópio; (C) deflexão para baixo da extremidade do ureteroscópio; (D) cateter duplo J; (E) fibra laser; (F) extremidade do basket (malha); (G) basket.

## 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

Os cálculos do polo inferior do rim podem ser tratados com litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LECO), ureterorrenolitotripsia flexível (URF) ou nefrolitotripsia percutânea (NLPC) (10).

O tamanho do cálculo é um dos fatores mais importantes para se decidir o melhor método de intervenção cirúrgica nos cálculos renais (11, 12). Cálculos maiores do que 2 cm de diâmetro têm melhores índices de resolução com a NLPC, enquanto os cálculos com menos de 10 mm têm bons índices de resolução tanto com a URF como com a LECO. Os cálculos com diâmetro entre 10 e 20 mm têm bons índices de resolução com a URF (11, 12).

O índice de sucesso de tratamento dos cálculos localizados no polo inferior do rim, independentemente do método utilizado, está diretamente relacionado aos parâmetros anatômicos desta região (13-17).

Um estudo recente envolvendo 145 pacientes com cálculos renais complexos tratados por URF evidenciou que os piores índices de sucesso (83%) ocorreram quando os cálculos estavam localizados no polo inferior (18) e isto se deve a fatores anatômicos que dificultam o acesso do ureteroscópio e levam à uma menor taxa livre de cálculos (19).

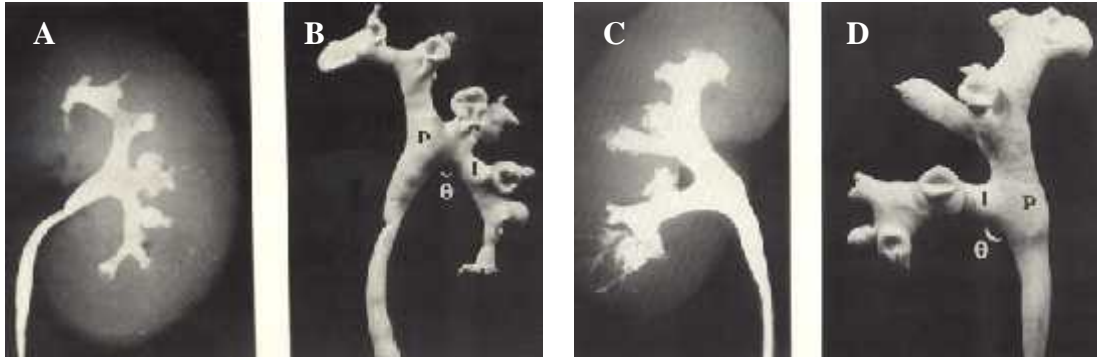
A anatomia espacial dos cálices no polo inferior do rim, o ângulo entre o infundíbulo inferior e os cálices menores, o comprimento e a largura infundibulares e a presença de cálices perpendiculares são fatores anatômicos que, quando desfavoráveis para o procedimento, interferem no resultado da URF (20-24).

A anatomia tridimensional do sistema coletor do rim é bem conhecida (25, 26). Em estudos prévios foi analisada a anatomia do polo inferior do rim aplicada à LECO e demonstrou-se que cálices múltiplos no polo inferior, diâmetro do infundíbulo inferior menor do que 4 mm e a presença de ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP) menor do que 90° seriam fatores restritivos para a eliminação de fragmentos após a realização de LECO (13, 24) (Figura 2 e Figura 3).

Apesar da anatomia renal tridimensional do sistema coletor ser bem estudada não existem estudos que analisem os parâmetros anatômicos do polo inferior do rim nos diversos tipos de sistema coletor e também não existem estudos que correlacionem o tipo de sistema coletor com a taxa de sucesso do acesso aos cálices do polo inferior durante a URF.

A URF exige uma curva de aprendizado da qual, até o momento, não se sabe ao certo o tempo ou o número de casos que são necessários para se atingir a proficiência necessária para a realização do procedimento endoscópico (27). Estudos mostram que o treinamento da

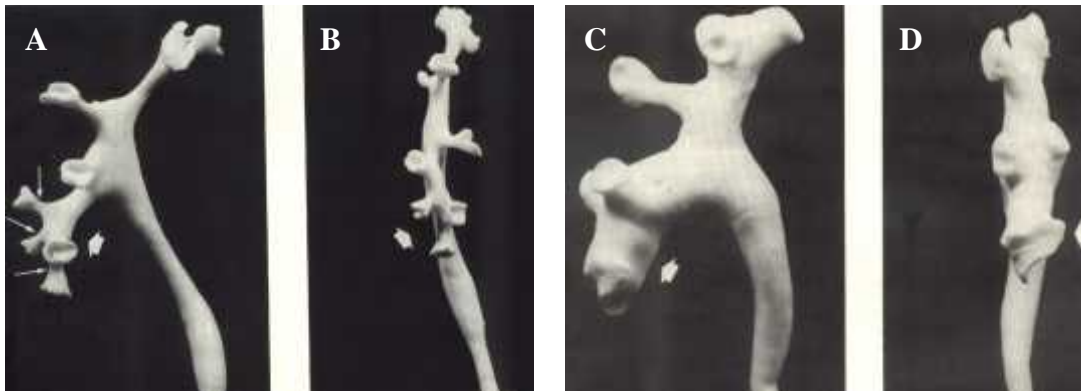
Figura 2 - Ângulo infundíbulo-pélvico aplicado à litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LECO)



Legenda: (A) Pielografia e (B) molde tridimensional correspondente de um ângulo infundíbulo-pélvico menor do que 90 graus e desfavorável para a eliminação de fragmentos após a LECO. (C) Pielografia e (D) molde tridimensional correspondente de um ângulo infundíbulo-pélvico em torno de 90 graus e favorável para a eliminação de fragmentos após a LECO.

Fonte: Retirado do trabalho de Sampaio (24).

Figura 3 - Número e diâmetro dos cálices no polo renal inferior com aplicação para a litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LECO)



Legenda: Moldes tridimensionais do sistema coletor em vista anterior (A) e lateral (B): podemos observar a presença de múltiplos cálices no polo inferior (setas finas), todos com diâmetro menor do que 4 mm (seta grossa), fatores que são desfavoráveis para a eliminação de fragmentos após a LECO. Moldes tridimensionais do sistema coletor em vista anterior (C) e lateral (D): podemos observar a presença de cálices menores fusionados no polo inferior (setas), com diâmetro maior do que 4mm, fatores que são favoráveis para a eliminação de fragmentos após a LECO.

Fonte: Retirado do trabalho de Sampaio (24).

ureteroscopia é importante neste processo de aprendizagem (28), porém o custo dos modelos de treinamento disponíveis é muito alto (27, 29). A confecção de um modelo anatómico preciso, de baixo custo, que permita o treinamento dos jovens urologistas para a realização da URF é de grande auxílio nas instituições com médicos em treinamento.

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

- 1) Analisar os aspectos anatômicos do polo inferior renal em moldes tridimensionais do sistema coletor, avaliando se algum dos tipos de sistema coletor apresenta fatores anatômicos que podem ser restritivos para a ureteroscopia flexível do polo inferior .
- 2) Analisar se o tipo de anatomia do sistema coletor pode limitar a acessibilidade do ureteroscópio flexível ao polo inferior do rim em pacientes com cálculos renais através do estudo de pielografias intraoperatórias.
- 3) Confeccionar um modelo de treinamento para a ureterorenoscopia flexível com detalhes precisos da anatomia intrarrenal humana.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos autorizaram a cirurgia mediante consentimento informado padronizado de nosso serviço (Apêndice).

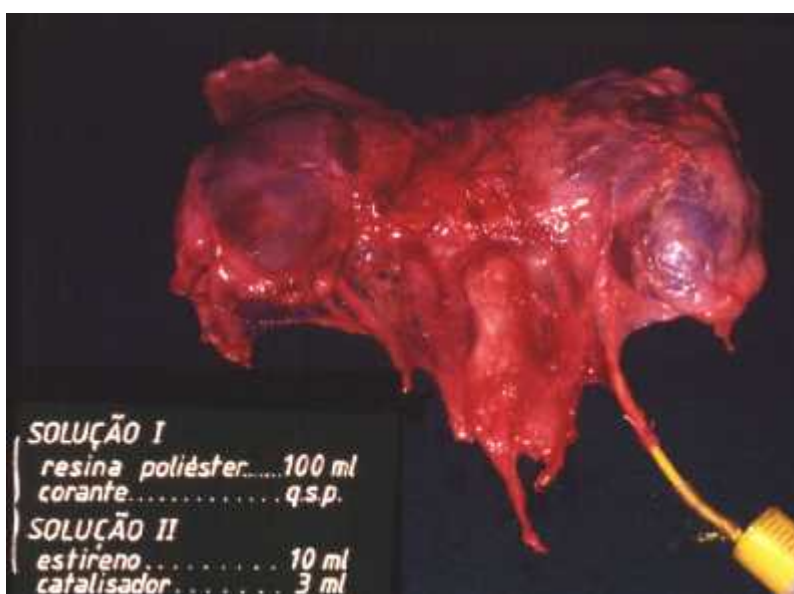
A metodologia foi dividida em três partes:

- (a) Análise dos moldes tridimensionais
- (b) Análise das pielografias de pacientes submetidos à ureteroscopia flexível
- (c) Confeção de modelos de treinamento para a ureteroscopia flexível

#### 3.1 Análise dos moldes tridimensionais

Foram analisados 170 moldes tridimensionais de resina de poliéster do sistema coletor obtidos de 85 cadáveres adultos de ambos os sexos, sem patologias macroscópicas aparentes do sistema genito-urinário, confeccionados previamente por Sampaio (25). Os rins com anomalias foram excluídos da amostra. Os moldes foram confeccionados de acordo com a técnica previamente descrita (Figura 4 e Figura 5) (30).

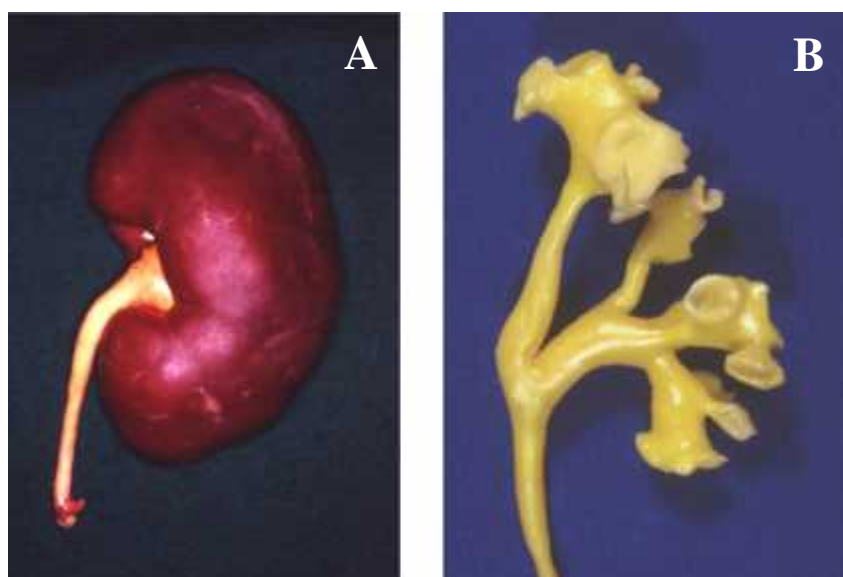
Figura 4 – Bloco retroperitoneal composto pelos rins, suprarenais, ureteres, grandes vasos abdominais e gordura retirados dos cadáveres estudados



Legenda: Após a à dissecção cuidadosa era realizada a injeção de uma resina de poliéster (Resapol T-208) de cor amarela no ureter para o preenchimento do sistema coletor do rim. As proporções da mistura utilizada na injeção podem ser vistas na figura.

Nota: Técnica de confecção de moldes descrita por Tompsett (30)

Figura 5 - Preparo dos moldes do sistema coletor apos o processo de injeção da resina de poliéster



Legenda: A) Após a polimerização (endurecimento) da resina, os rins foram colocados em ácido clorídrico para a corrosão da matriz orgânica. B) Aspecto final de um molde tridimensional do sistema coletor após a retirada da matéria orgânica.

Nota: Técnica de confecção de moldes descrita por Tompsett (30)

Os moldes foram divididos em 4 grupos, baseados em classificação prévia (25) (Figura 6):

Grupo A1 – Onde a região mesorrenal é drenada por cálices menores dependentes do polo superior ou inferior;

Grupo A2 – Onde a região mesorrenal é drenada por cálices cruzados, um drenando para o polo superior e outro para o polo inferior;

Grupo B1 – Onde a região mesorrenal é drenada por um grupo de cálices maiores independentes dos polos superior e inferior; e

Grupo B2 – Onde a região mesorrenal é drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal.

Todos os 170 moldes foram fotografados com uma máquina digital para posterior análise .

No polo inferior de todos os moldes foram estudados:

- (a) a frequência dos tipos de sistema coletor,
- (b) o número de cálices menores,
- (c) a orientação espacial dos cálices,
- (d) o ângulo formado entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP),

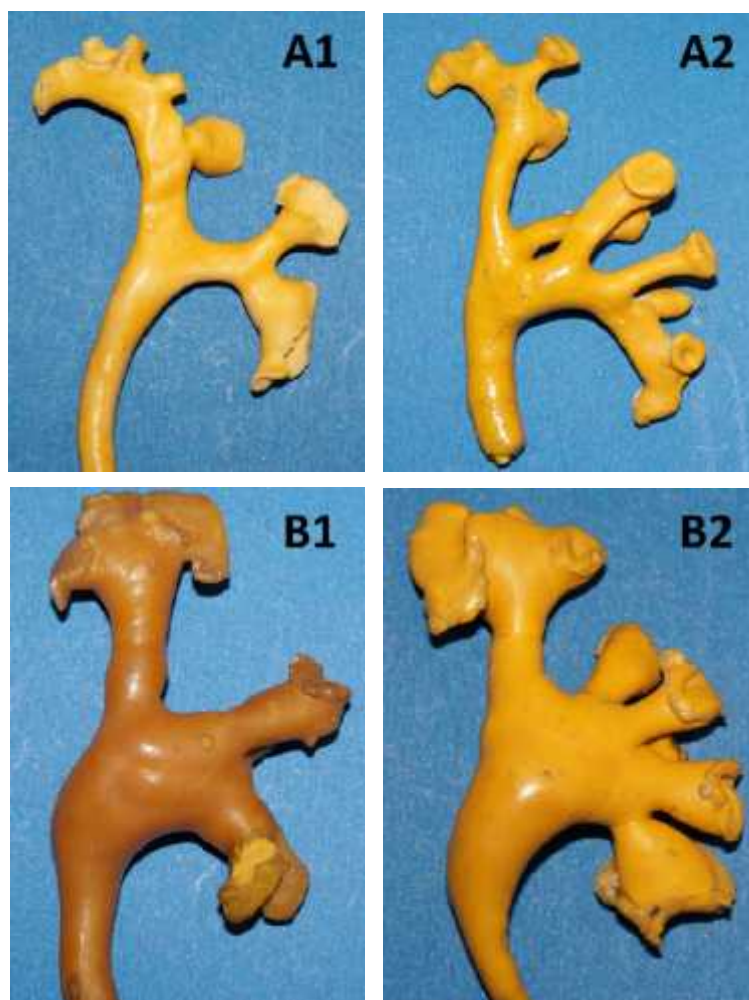


- (e) os ângulos formados entre o infundíbulo inferior e os cálices menores (AIC),
- (f) a largura do infundíbulo inferior,
- (g) o comprimento do infundíbulo inferior e
- (h) a frequência de cálices perpendiculares.

### 3.1.1 Frequência dos tipos de sistema coletor

A frequência dos tipos de sistemas coletores foi observada e as médias foram expressos em unidades.

Figura 6 – Moldes dos tipos de sistema coletor renal

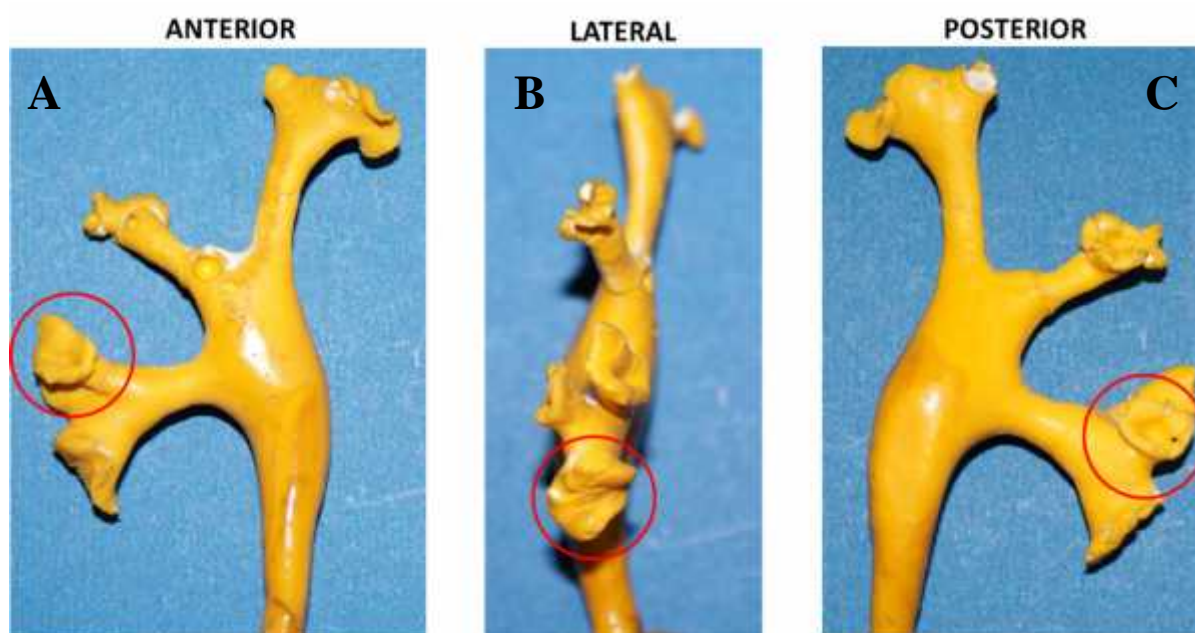


Legenda: A1 – Região mesorenal drenada por cálices menores dependentes do polo superior ou inferior; A2 – Região mesorenal drenada por cálices menores cruzados, um drenando para o polo superior e outro para o polo inferior; B1 – Região mesorenal drenada por um grupo de cálices maiores independentes dos polos superior e inferior; e B2 – Região mesorenal drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal.

### 3.1.2 Número e orientação espacial dos cálices renais

Cada molde foi fotografado em 3 diferentes posições: vista anterior, vista lateral e vista posterior. Com isso foi possível fazer a análise do número de cálices anteriores, laterais ou posteriores (Figura 7). O número de cálices foram expressos em unidades e a orientação espacial dos cálices foram classificadas como anterior, lateral ou posterior e também expressa em unidades.

Figura 7 – Fotografias das faces anterior, lateral e posterior dos moldes do sistema coletor



Legenda: Os exemplos de cálices com direcionamento espacial anterior, lateral e posterior encontram-se destacados por círculos vermelhos.

### 3.1.3 Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP)

O ângulo infundíbulo pélvico foi medido de acordo com dois diferentes métodos citados em diversos artigos disponíveis na literatura médica (14, 23): método de Sampaio e método de Elbahnasy. Todas as aferições de ângulo foram realizadas utilizando-se o software Microsoft Power Point, de acordo com metodologia previamente descrita (31). Através do cabeçalho, selecionar *Inserir Formas* e desenhar um segmento de reta. traçado no sobre o eixo do ureter. Duplica-se esta reta com o comando *Copia/Cola*. Com a reta selecionada, clica-se no botão direito do mouse e faz-se a seleção do comando *Tamanho e Posição*. Em

seguida, altera-se o ângulo da reta no quadro *Definir Forma* que aparece. Com isso o programa fornece a angulação da inclinação da reta, fornecendo assim o ângulo infundíbulo-pélvico (Figura 8).

Os ângulos foram expressos em graus. Os resultados expressam as médias dos ângulos  $\pm$  o desvio padrão.

Figura 8 – Medida do ângulo formado entre o infundíbulo inferior e a pelve renal

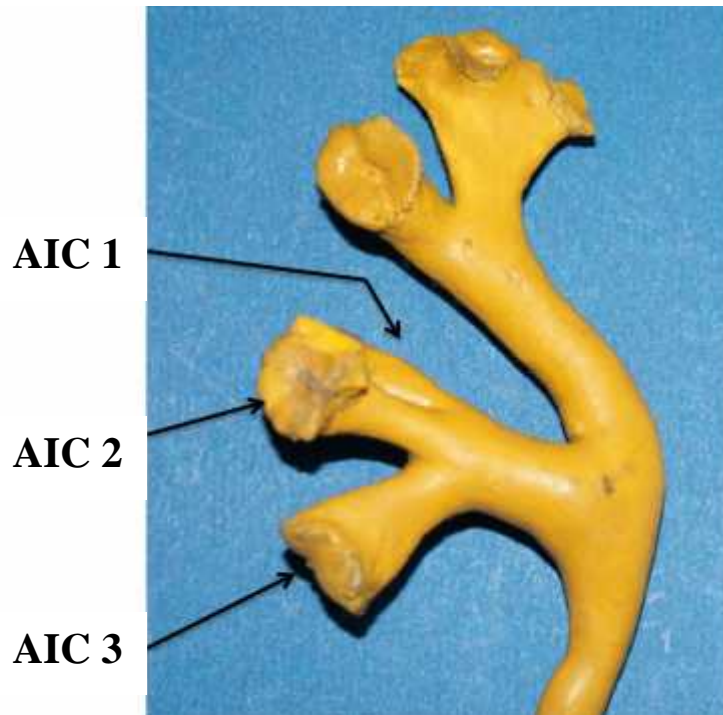


Legenda: A figura evidencia uma molde do grupo A1. O ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (LIP) esta sendo medido por um programa de computador (14).

### 3.1.4 Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC)

Os ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC) foram medidos utilizando-se a mesma metodologia empregada para a aferição dos AIP. O cálice mais inferior foi denominado AIC 1. O cálice imediatamente superior ao AIC 1 foi denominado AIC 2. Os demais cálices foram numerados seguindo o mesmo princípio, como mostrado na Figura 9 e na Figura 10. Os ângulos foram expressos em graus. Os resultados expressam as médias dos ângulos  $\pm$  o desvio padrão.

Figura 9 – Enumeração dos cálices menores que drenam para o infundíbulo inferior



Legenda: A figura evidencia o exemplo da numeração dos cálices menores do mais inferior (AIC 1) para o mais superior (AIC 3) para a realização das medidas dos ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC1, AIC2 e AIC3).

Figura 10 – Medida dos ângulos formados entre o infundíbulo inferior e os cálices inferiores (continua)

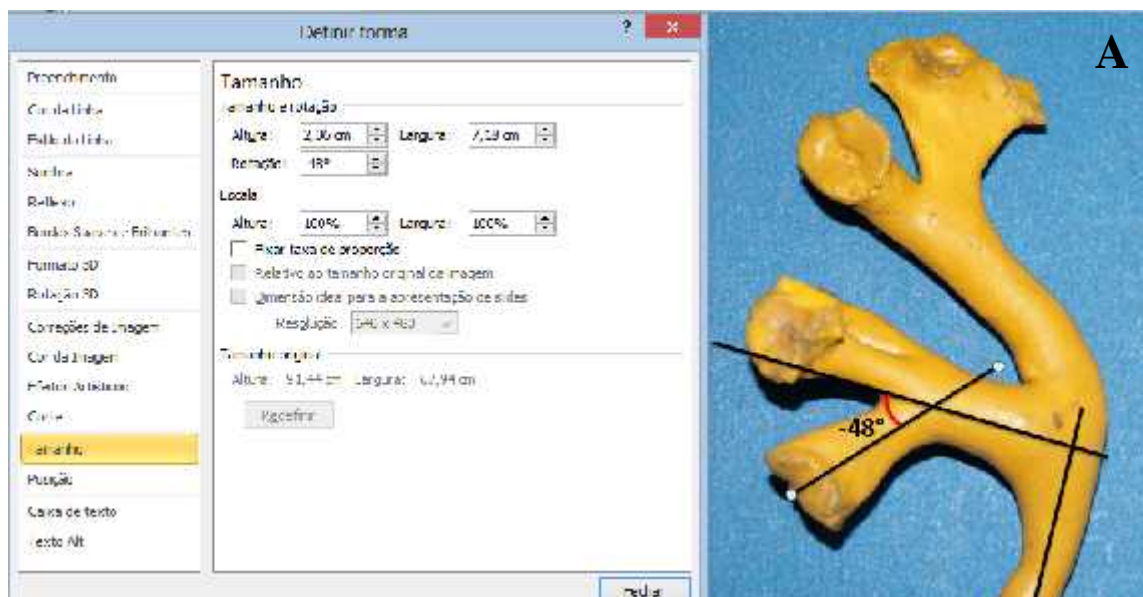
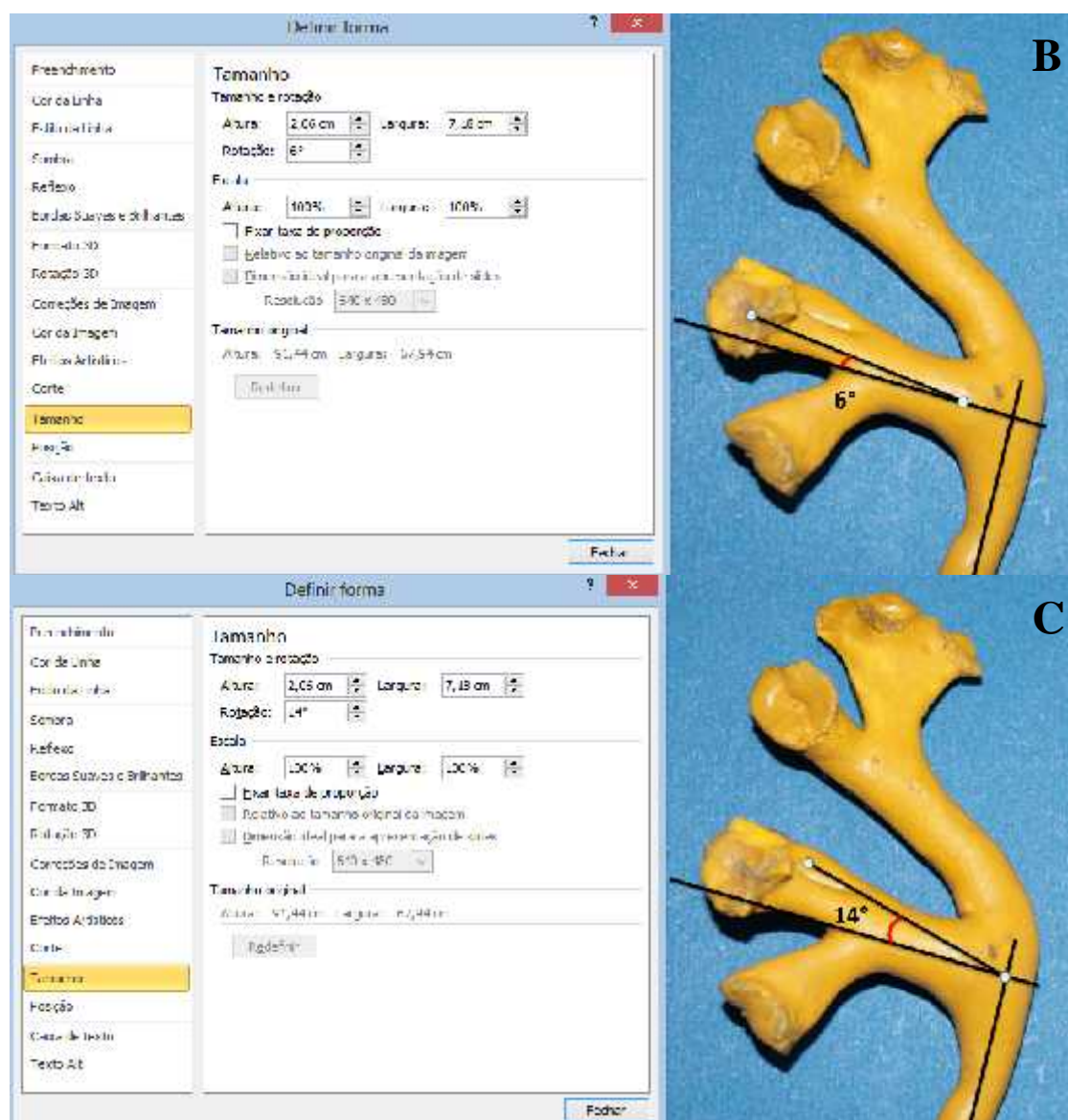


Figura 10 – Medida dos ângulos formados entre o infundíbulo inferior e os cálice inferiores (conclusão)



Legenda: Exemplo da medida dos ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais nos moldes feitos neste estudo: (A) AIC 1; (B) AIC 2; e (3) AIC 3. O ângulo está sendo medido por um programa de computador (14).

### 3.1.5 Largura e comprimento do infundíbulo inferior

A largura do infundíbulo inferior foi medida com régua, no ponto mais estreito do infundíbulo, pois seria o ponto que poderia dificultar o acesso do ureteroscópio ou a passagem do cálculo (32). Os valores expressos representam a média das medidas aferidas em cm.

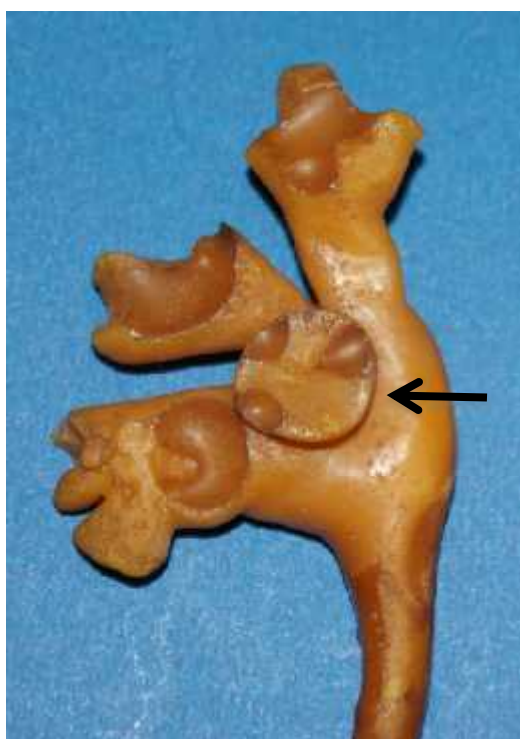
Para a aferição do comprimento do infundíbulo foi medida a distância entre o ponto

mais distante do cálice e o ponto médio da borda inferior da pelve renal (32). Os valores expressos representam a média das medidas aferidas em cm  $\pm$  o desvio padrão.

### 3.1.6 Número de cálices perpendiculares

Em cada foto foi avaliada a presença de cálices perpendiculares com origem na pelve renal. Os valores foram expressos em unidades.

Figura 11 – Presença de cálice perpendicular em molde do sistema coletor renal



Legenda: A seta evidencia o cálice perpendicular abrindo-se na pelve renal da face posterior de um molde de sistema coletor.

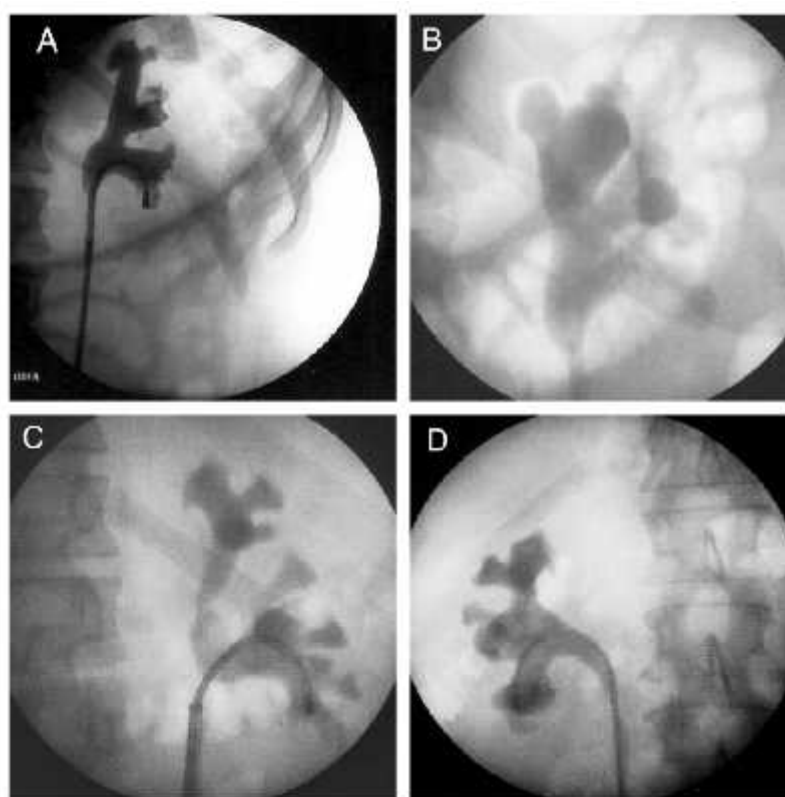
As médias foram comparadas através de estatística usando-se o teste ANOVA e teste-*t* ( $p < 0,05$ ).

## 3.2 **Análise das pielografias retrógradas de pacientes submetidos à ureteroscopia flexível**

Além do estudo dos moldes tridimensionais de rins de humanos, foi realizado o estudo da anatomia do sistema coletor renal à partir de pielografias retrógradas intraoperatórias em 51 pacientes (23 homens e 28 mulheres) com idade entre 25 e 73 anos (média de 45,7 anos),

portadores de cálculo renal que tiveram indicação para a realização de ureterolitotripsia flexível. Todos os pacientes foram submetidos a procedimento unilateral. Era introduzida uma bainha para acesso ureteral e realizada a injeção de meio de contraste iodado hidrossolúvel (Omnipaque®) no interior do sistema coletor, na concentração de 150mg/ml, obtendo-se assim a pielografia retrógrada. As imagens foram documentadas em fotos e posteriormente escaneadas para análise em computador (Figura 12). Em todos os procedimentos foi utilizado o ureteroscópio Flex-X2, da marca Storz, que possui deflexão de 270° para cima e para baixo.

Figura 12 – Pielografias retrógradas classificadas de acordo com o tipo de sistema coletor



Legenda: Exemplos de pielografias classificadas de acordo com os 4 grupos anatômicos avaliados neste estudo. A1 – Região mesorenal drenada por cálices menores dependentes do polo superior ou inferior; A2 – Região mesorenal drenada por cálices menores cruzados, um drenando para o polo superior e outro para o polo inferior; B1 – Região mesorenal drenada por um grupo de cálices maiores independentes dos polos superior e inferior; e B2 – Região mesorenal drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal.

Com a imagem da pielografia nós estudamos os seguintes parâmetros do polo inferior:

- (a) frequência dos tipos de sistema coletor,
- (b) número de cálices menores;
- (c) ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal,

- (d) ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices menores; e
- (e) a acessibilidade dos cálices inferiores utilizando-se um ureteroscópio flexível.

### 3.2.1 Frequência dos tipos de sistema coletor

A frequência dos tipos de sistema coletor foi expressa em unidades distribuídos nos 4 grupos que compõem a amostra.

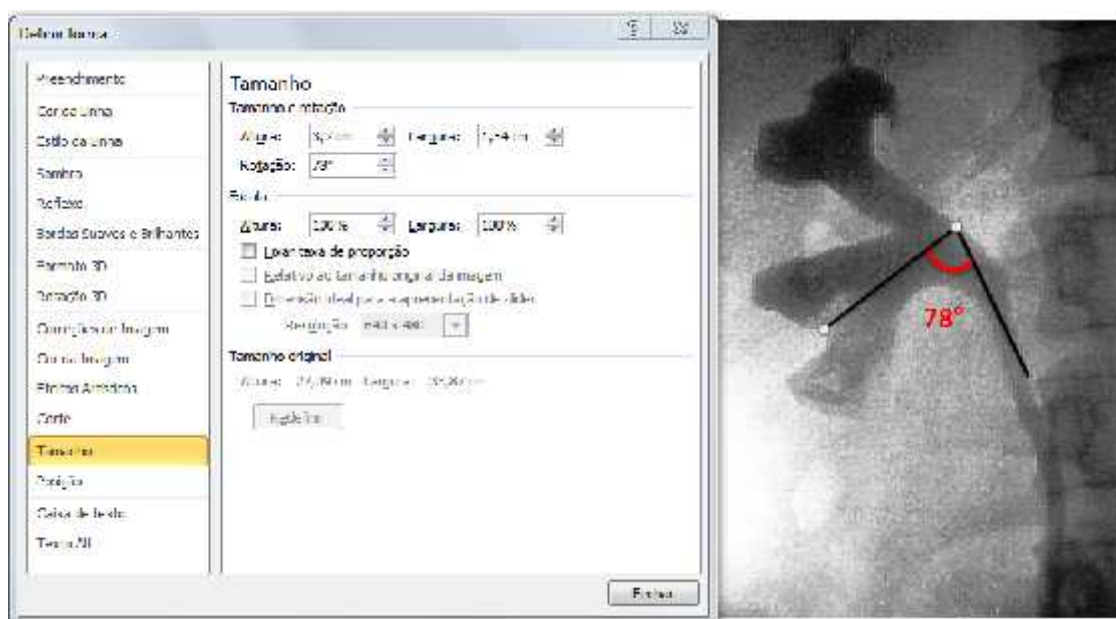
### 3.2.2 Número de cálices menores

O número de cálices menores foi expresso em média  $\pm$  desvio padrão.

### 3.2.3 Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP) e ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices menores (AIC)

AIP e AIC foram medidos em ângulos, seguindo a mesma metodologia usada para a medida dos moldes. As Figuras 13 e 14 mostram como foram realizadas as aferições dos ângulos nas imagem de pielografia que foram digitalizadas, utilizando-se o software Microsoft Power Point (31).

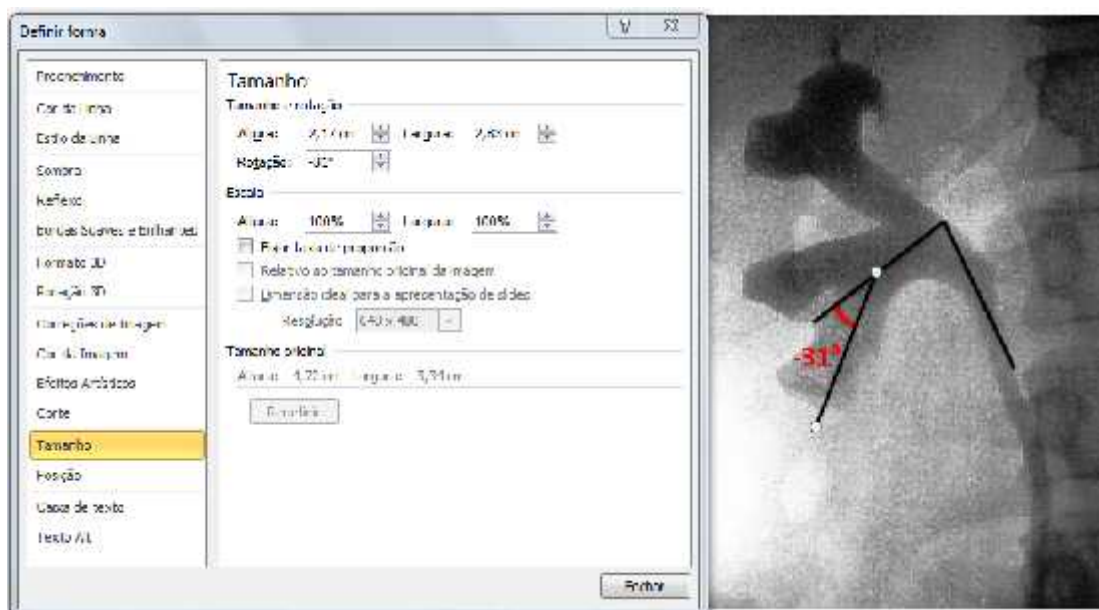
Figura 13 – Medida do ângulo infundíbulo-pélvico



Legenda: A figura evidencia uma pielografia do grupo A1. O ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP) está sendo medido por um programa de computador (31).



Figura 14 – Medida do ângulo entre o infundíbulo inferior e o cálice inferior

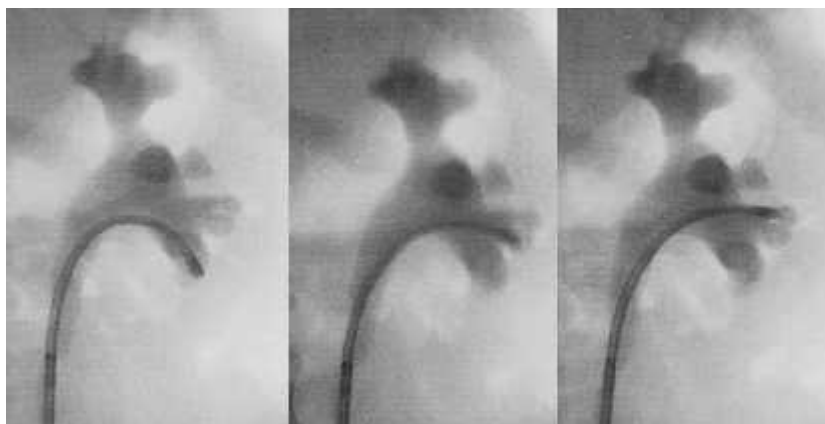


Legenda: A figura evidencia uma pielografia do grupo A1. O ângulo entre o infundíbulo inferior e o cálice renal mais inferior (AIC1) está sendo medido por um programa de computador (31).

### 3.2.4 Acessibilidade do ureteroscópio flexível aos cálices renais do polo inferior

Com o uso de um ureterorenoscópio flexível Storz Flex 2, sob radioscopia, foi feita a tentativa de acesso a todos os cálices do polo inferior identificados na pielografia nos diferentes grupos anatômicos. Na Figura 15 podemos evidenciar o acesso do ureterorenoscópio aos cálices menores do polo inferior de um sistema coletor do grupo B1. As médias foram comparadas usando-se o teste ANOVA com o teste  $t$  não paramétrico ( $p < 0,05$ ).

Figura 15 – Acesso do ureteroscópio em diferentes cálices do polo inferior

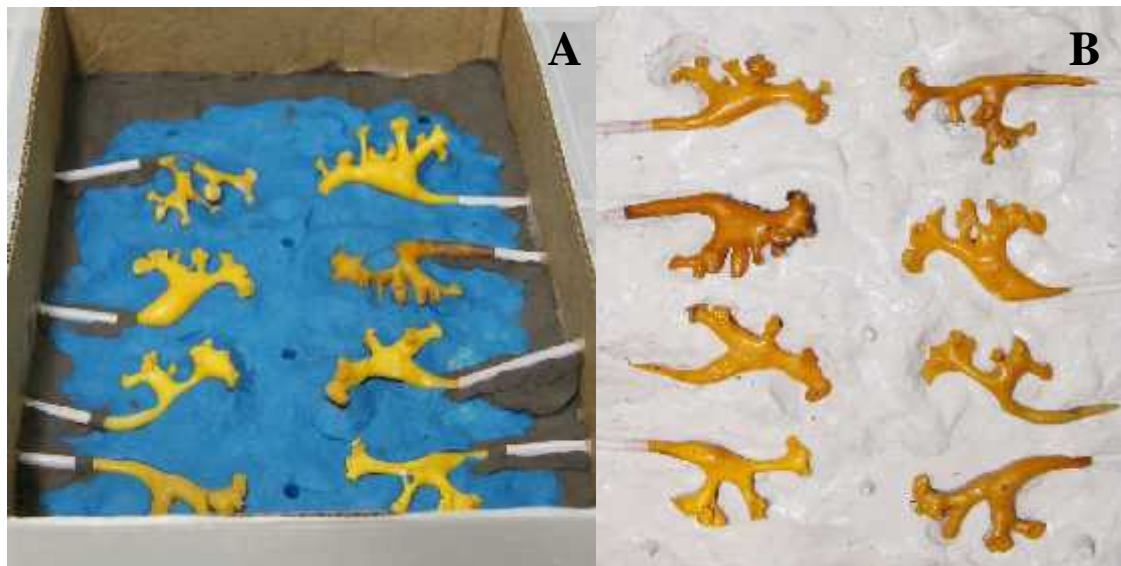


Legenda: A figura evidencia a pielografia de um paciente do grupo B1. Podemos observar o ureterorenoscópio flexível acessando os cálices do polo inferior.

### 3.3 Confeção de modelos de treinamento para a ureteroscopia flexível

Foram utilizados 32 moldes tridimensionais da coleção de Sampaio (25) para a confecção dos modelos para treinamento de ureteroscopia flexível. Os moldes eram colocados em uma caixa de papelão com o fundo forrado com massa de modelar (Figura 16A). Era exercida uma pressão sobre o molde para que este ficasse parcialmente envolvido pela massa de modelar. Um canudo era acoplado à extremidade ureteral do molde para compor um maior segmento de ureter. O silicone em estado líquido era derramado por sobre os moldes e aguardava-se 24 horas para a confecção do outro lado do contramolde (Figura 16B). Ao se virar a caixa, a massa de modelar era removida e era derramada uma nova camada de silicone por sobre a outra face do molde. Após o endurecimento do silicone, as duas camadas que formavam o contramolde eram separadas e o molde retirado, restando assim o contramolde do sistema coletor renal, pronto para o treinamento .

Figura 16 – Confeção dos contramoldes do sistema coletor renal



Legenda: A figura evidencia as etapas da confecção do modelo para treinamento de ureteroscopia flexível. A) Os moldes tridimensionais do sistema coletor eram colocados em um recipiente apropriado. B) O recipiente era preenchido com silicone de cor branca.

## 4 RESULTADOS:

### 4.1 Moldes tridimensionais

#### 4.1.1 Frequência dos tipos de sistema coletor

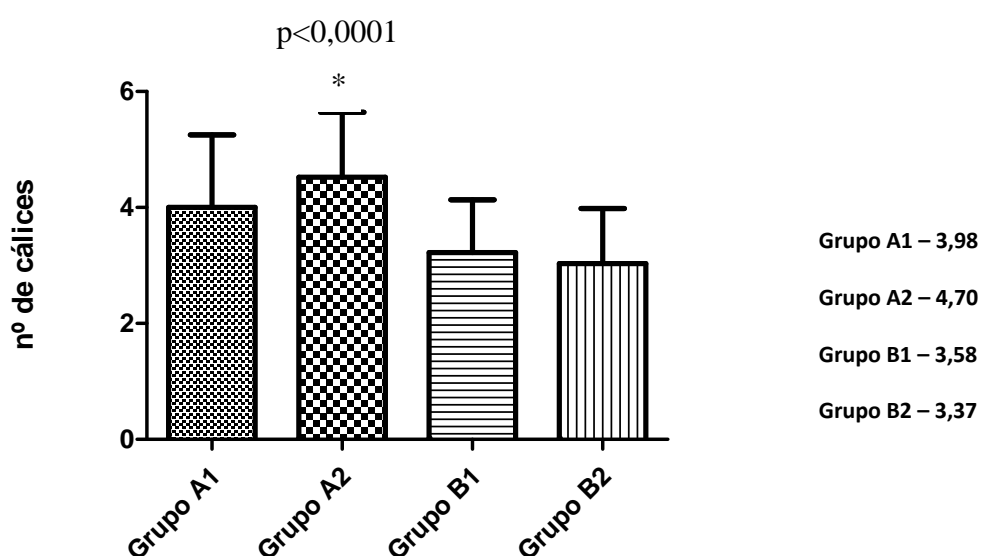
Na amostra analisada, encontrou-se 57 moldes do grupo A1 (33,53%), 23 (13,53%) do grupo A2, 59 (34,71%) do grupo B1 e 31 (18,23) do grupo B2.

#### 4.1.2 Número e orientação espacial dos cálices renais

Nos 170 casos estudados, o polo renal inferior era drenado em média por 3,69 cálices menores.

O número de cálices foi maior nos sistemas coletores do grupo A quando os comparamos com os do grupo B. Entre os grupos A1 e A2 e entre os grupos B1 e B2 não observamos diferença estatística ( $p>0,05$ ). O grupo A2 foi o que apresentou o maior número de cálices e quando o comparamos com os sistemas coletores do grupo B, seja B1 ou B2, houve diferença estatística ( $p<0,0001$ ). A frequência dos cálices em cada grupo pode ser vista no Gráfico 1 e na Tabela 1.

Gráfico 1 – Frequência do número de cálices menores do polo inferior em moldes de rim de acordo com os tipos de sistema coletor



O polo inferior era drenado por 4 ou mais cálices em 84 casos (49,41%) do total de 170 moldes. Destes 84 casos, 35 (41,67%) eram do grupo A1, 18 (21,43%) do grupo A2, 22

(26,19%) do grupo B1 e 9 (10,71%) do grupo B2. Nos casos restantes (50,59%), o polo inferior era drenado por um infundíbulo único recebendo de 1 a 3 papilas fusionadas.

A Tabela 1 mostra a distribuição do número de cálices que drenam o polo inferior de acordo com o tipo de sistema coletor. Dentre os sistemas coletores do grupo A1, 61,4% apresentou-se com 4 ou mais cálices menores. Nos moldes do grupo A2 ocorreu o maior número de cálices (78,26%). No grupo B1 foram observados múltiplos cálices em 37,29% e no grupo B2 em 29,03% dos casos.

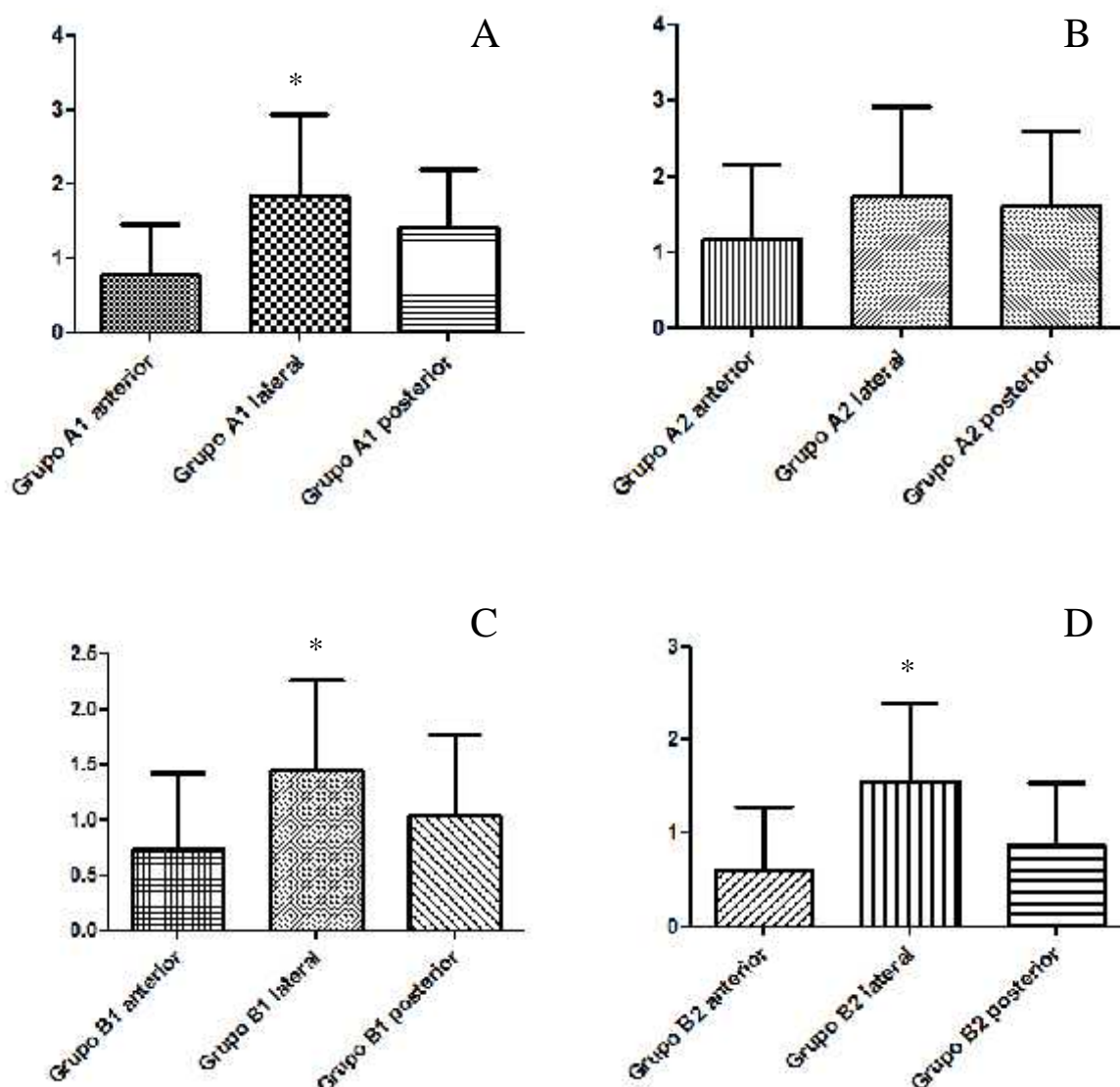
Tabela 1 – Número de cálices menores do polo inferior em cada grupo de sistema coletor

<b>Grupo</b>	<b>1 Cam</b>	<b>2 Cam</b>	<b>3 Cam</b>	<b>4 Cam</b>	<b>5 Cam</b>	<b>6 Cam</b>	<b>7 Cam</b>	<b>4 a 7 Cam</b>
A1	1	4	17	15	13	6	1	<b>35 (61,40%)</b>
A2	0	0	5	6	8	3	1	<b>18 (78,26%)</b>
B1	2	9	26	18	4	0	0	<b>22 (37,29%)</b>
B2	0	10	12	8	0	1	0	<b>9 (29,03%)</b>

Legenda: Cam = Cálices menores. Na última coluna é mostrado o percentual de sistemas coletores que apresentam 4 ou mais cálices menores no grupamento caliceano inferior.

O estudo da orientação espacial dos cálices mostrou que o único grupo em que não houve diferença do número de cálices anteriores, posteriores ou laterais, foi o grupo A2 ( $p=0,1707$ ). Nos grupos A1, B1 e B2 observou-se que os cálices laterais foram predominantes ( $p<0,0001$ ). Nos do grupo A1, a maior frequência foi de cálices laterais, seguido dos cálices posteriores e, em menor número, os cálices anteriores. Nos grupos B1 e B2 a maior incidência foi de cálices laterais; apesar dos cálices posteriores serem mais frequentes que os anteriores, não ocorreu diferença significativa entre o número de cálices anteriores e posteriores ( $p<0,05$ ) (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Orientação espacial dos cálices menores do polo inferior em moldes de rim de acordo com os tipos de sistema coletor



Legenda: (A) Orientação espacial dos cálices do grupo A1; (B) Orientação espacial dos cálices do grupo A2; (C) Orientação espacial dos cálices do grupo B1; e (D) Orientação espacial dos cálices do grupo B2.  
Nota: (\*) o asterisco destaca o grupo no qual houve diferença estatística.

#### 4.1.3 Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP)

O AIP foi maior do que  $90^\circ$  em 50 moldes (29,42%), menor ou igual a  $60^\circ$  em 21 (12,35%) e entre  $61$  e  $90^\circ$  em 99 casos (58,23%) segundo o método de Elbahnasy (14). Entre os 21 moldes com ângulo  $< 60^\circ$ , 4 (2,35%) eram do grupo A1, 2 (1,18%) do grupo A2, 8

(4,7%) do grupo B1 e 7 (4,12%) do grupo B2, não tendo ocorrido diferença entre os 4 grupos ( $p=0,8667$ ).

Os valores dos ângulos medidos pelo método de Sampaio (13, 24) foram maiores do que  $90^\circ$  em 123 moldes (72,35%), entre  $60^\circ$  e  $90^\circ$  em 45 casos (26,47%) e menores do que  $60^\circ$  em apenas 2 moldes (1,18%). A Tabela 2 mostra a distribuição de casos de acordo com os ângulos e os grupos.

Tabela 2 – Distribuição de casos de acordo com os grupos e os ângulos infundíbulo-pélvicos medidos pelos métodos de Sampaio e Elbahnasy

Grupo	AIP			AIP		
	<60°	61-90°	>90°	<60°	61-90°	>90°
	Método de Sampaio			Método de Elbahnasy		
A1	0 (0%)	11 (6,47%)	46 (27,06%)	4 (2,35%)	31 (18,23%)	22 (12,94%)
A2	0 (0%)	2 (1,18%)	21 (12,35%)	2 (1,18%)	7 (4,12%)	14 (8,24%)
B1	2 (1,18%)	13 (7,65%)	44 (25,88%)	8 (4,70%)	39 (22,94%)	12 (7,06%)
B2	0 (0%)	19 (11,17%)	12 (7,06%)	7 (4,12%)	22 (12,94%)	2 (1,18%)
Total	2 (1,18%)	45 (26,47%)	123 (72,35%)	21 (12,35%)	99 (58,23%)	50 (29,42%)

Legenda: AIP = ângulo infundíbulo-pélvico. Os valores da tabela correspondem ao número de casos com o respectivo percentual ao lado. As medidas foram realizadas de acordo com os métodos descritos por Sampaio e Elbahnasy (13, 14, 24).

O AIP medido pelo método de Elbahnasy (14) mostrou ângulos menores do que quando a aferição era realizada pelo método de Sampaio (13,24), em média  $20^\circ$ , considerada estatisticamente significativa, sendo  $p<0.0001$  nos grupos A1, B1 e B2 e  $p=0.0003$  no grupo A2.

Pelo método de Elbahnasy (14), as médias mostraram ângulos agudos em sua maioria (de  $70,45^\circ$  a  $88,60^\circ$ ), exceção feita ao grupo A2 cujo AIP foi pouco maior do que  $90^\circ$  ( $91,74^\circ \pm 18,15^\circ$ ). Quando usamos o método de Sampaio (13,24), todos os AIP foram obtusos, variando de  $93,19^\circ \pm 17,59^\circ$  a  $112,20^\circ \pm 17,05^\circ$ , sendo que por ambos os métodos, os maiores ângulos são encontrados no grupo A2. Os valores das médias puderam ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias dos ângulos infundíbulo-pélvicos medidos pelos métodos de Sampaio e Elbahnasy

Ângulo Infundíbulo-pélvico	Grupo A1	Grupo A2	Grupo B1	Grupo B2
Método de Elbahnasy	88,6 ± 19,46	91,74 ± 18,15	79,47 ± 15,46	70,45 ± 15,28
Método de Sampaio	108,4 ± 17,76	112,2 ± 17,05	97,34 ± 15,55	93,19 ± 17,59

Legenda: Os resultados foram expressos em graus (média±DP). As medidas foram realizadas de acordo com os métodos descritos por Sampaio e Elbahnasy (13, 14, 24).

Quando analisamos os AIP entre os grupos, não observamos diferença entre o grupo A (A1 e A2) ou entre o grupo B (B1 e B2), porém houve diferença entre os grupos A e B ( $p < 0,0001$ ), mostrando que o grupo A tinha maior angulação, isto é, um ângulo mais aberto.

#### 4.1.4 Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC)

O AIC mais inferior (AIC1) é sempre direcionado para baixo em relação à linha do eixo do infundíbulo inferior, em todos os grupos estudados, sendo que no grupo A2 observou-se que os cálices apresentavam a maior angulação em relação ao eixo do infundíbulo inferior ( $78,17^\circ \pm 26,93^\circ$  para baixo), seguido pelo grupo A1, B2 e B1, nesta ordem, conforme mostrado na Tabela 4. Quando comparamos a angulação entre os grupos A e B observa-se uma diferença entre estes grupos ( $p = 0,0002$ ), sendo os do grupo B significativamente menores do que os do grupo A.

Tabela 4 – Médias dos ângulos infundíbulo-caliceais (AIC)

Ângulo infundíbulo-pélvico	Grupo A1	Grupo A2	Grupo B1	Grupo B2
AIC 1	(-) 64,49 ± 25,84	(-) 78,17 ± 26,93	(-) 50,42 ± 27,46	(-) 54,22 ± 29,39
AIC 2	(-) 16,14 ± 29,88	(-) 21,39 ± 27,64	1,05 ± 29,16	0,65 ± 21,53
AIC 3	10,11 ± 31,05	7,04 ± 28,61	15,10 ± 20,44	19,71 ± 27,82
AIC 4	21,94 ± 35,70	14,78 ± 24,48	32,68 ± 17,87	22,22 ± 17,94
AIC 5	37,75 ± 33,93	35,75 ± 29,26	36,00 ± 14,72	(-) 49
AIC 6	48,13 ± 39,82	36,25 ± 35,33	0	58
AIC 7	0	63	0	0

Legenda: AIC: ângulo infundíbulo caliceal. O ângulo mais inferior foi denominado AIC1. Os ângulos subsequentes foram contados de cima para baixo, recebendo as denominações de AIC 2 a AIC7. Os resultados foram expressos em graus (média±DP).

Em relação ao AIC2 o mesmo padrão de angulação foi observado, com a maior angulação ( $21,39^\circ \pm 27,64^\circ$  para baixo) presente no grupo A2. A maior angulação para cima do eixo do infundíbulo inferior foi observada no grupo B1 ( $1,05^\circ \pm 29,16^\circ$  para cima). A diferença entre os grupos A e B também está presente no AIC 2 ( $p=0,0004$ )

Quando analisamos os demais cálices menores (AIC 3 a AIC 7), observou-se um padrão de direcionamento dos cálices para cima em relação ao eixo infundibular, Não houve diferença estatística entre os grupos, sejam do grupo A ou B (AIC 3,  $p=0,3543$ ; AIC 4,  $p=0,2461$ ; AIC 5,  $p=0,9828$ ), isto é, não se observou maior ou menor angulação dos cálices quando comparamos os grupos. Não foram realizados testes estatísticos para comparação dos ângulos AIC 6 e 7 devido ao baixo número de cálices nos grupos.

#### 4.1.5 Largura do infundíbulo inferior

O maior diâmetro infundibular foi observado no grupo A2 ( $1,01\text{cm} \pm 0,22\text{cm}$ ), seguido pelo grupo B1, A1 e B2, nesta ordem, conforme mostra a Tabela 5 porém não houve diferença significativa entre os grupos estudados ( $p=0,1778$ ).

#### 4.1.6 Comprimento do infundíbulo inferior

Os grupos A1 e A2, B1 e B2, e A1 e B2 não apresentaram diferença estatística quando analisado o comprimento infundibular. Porém quando comparamos os grupos A1 e B1, A2 e B1, e A2 e B2, a diferença tornou-se evidente ( $p=0,0004$ ), sendo o Grupo A2 o que mostrou ter o maior comprimento infundibular ( $3,09\text{ cm} \pm 0,45\text{ cm}$ ) e o grupo B2 o menor ( $2,63\text{cm} \pm 0,49\text{ cm}$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 – Descrição dos parâmetros anatômicos: largura dos cálices menores, comprimento infundibular e número de cálices perpendiculares distribuídos entre os grupos

Parâmetros	Grupo A1	Grupo A2	Grupo B1	Grupo B2
Largura infundibular (cm)	$0,89 \pm 0,26$	$1,01 \pm 0,22$	$0,92 \pm 0,28$	$0,85 \pm 0,3$
Comprimento infundibular (cm)	$2,92 \pm 0,49$	$3,09 \pm 0,45$	$2,67 \pm 0,5$	$2,63 \pm 0,49$

Legenda: As medidas de diâmetro e comprimento foram expressas em cm (média±DP) e os cálices perpendiculares em unidades.



#### 4.1.7 Número de cálices perpendiculares

A presença de cálices perpendiculares tem baixa incidência, ocorrendo em 8,82% dos casos, tendo sido observados em 6 casos de sistemas coletores do grupo A1 e B1, em apenas 1 do grupo A2, e em dois casos do grupo B2.

## 4.2 Pielografias retrógradas intraoperatórias

### 4.2.1 Frequência dos tipos de sistema coletor

Das 51 pielografias, 14 mostravam o sistema coletor do grupo A1 (27,45%), 4 do grupo A2 (7,84%), 17 do grupo B1 (33,34%) e 16 do grupo B2 (31,37%).

### 4.2.2 Número de cálices menores

O número de cálices foi maior nos sistemas coletores do grupo A1, porém não se observou diferença estatística quando comparamos a frequência do número de cálices nos 4 grupos ( $p=0,1841$ ). As médias podem ser observadas no Gráfico 3 e na Tabela 6.

Gráfico 3 – Frequência do número de cálices menores do polo inferior em pielografias de acordo com os tipos de sistema coletor

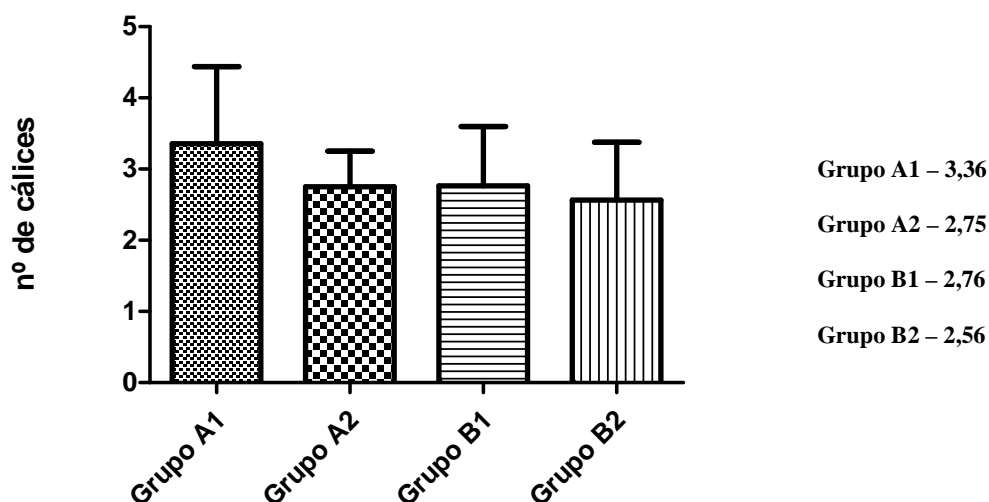


Tabela 6 – Parâmetros anatômicos analisados nas pielografias retrógradas de pacientes submetidos à ureterolitotripsia flexível de acordo com os tipos de sistema coletor

Parâmetros	Grupo A1	Grupo A2	Grupo B1	Grupo B2
AIP	113,8 ± 21,09	116,8 ± 20,87	92,71 ± 15,23	80,94 ± 17,50
Cam	3,36 ± 1,08	2,75 ± 0,50	2,765 ± 0,83	2,563 ± 0,81
AIC 1	- 64,50 ± 24,82	- 57,75 ± 36,55	- 44,35 ± 30,63	- 41,19 ± 26,02
AIC 2	- 15 ± 24,81	- 4,75 ± 47,11	0,53 ± 38,35	5,2 ± 22,3
AIC 3	0,2 ± 23,31	15,33 ± 14,05	32,27 ± 36,00	12,63 ± 13,28
AIC 4	23 ± 21,35		22,00 ± 28,28	31,00 ± 16,97
AIC 5	36,5 ± 28,99			

Legenda: AIP (ângulo infundíbulo-pélvico) e AIC (ângulo infundíbulo-caliceano) são expressos em ângulos (média±DP). Cam (número de cálices menores) é expresso em unidades (média±DP).

#### 4.2.3 Ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP)

O grupo B2 foi o que apresentou o ângulo mais agudo ( $80,94^\circ \pm 17,50^\circ$ ) e no A2 evidenciamos o maior ângulo infundíbulo pélvico ( $116,8^\circ \pm 20,87^\circ$ ).

Na Tabela 7 observamos a frequência dos grupos do sistema coletor de acordo com os ângulos infundíbulo-pélvicos. O ângulo foi  $>90^\circ$  em 31 rins (60,78%) e entre 61 e  $90^\circ$  em 20 rins (39,22%). Não encontramos ângulos menores que  $60^\circ$  em nossa amostra. Do total de 31 casos com o ângulo  $>90^\circ$ , 13 (41,94%) eram do grupo A1, 4 (12,9%) do grupo A2, 9 (29,03%) pertenciam ao grupo B1 e 5 (16,13%) eram do grupo B2. Dos 20 casos com o ângulo entre 61 e  $90^\circ$ , 1 (5%) era do grupo A1, nenhum do grupo A2, 8 (40%) eram do grupo B1 e 11 (55%) pertenciam ao grupo B2. A medida do ângulo foi em média  $113,8^\circ \pm 21,09^\circ$  no Grupo A1;  $116,8^\circ \pm 20,87^\circ$  no grupo A2;  $92,71^\circ \pm 15,23^\circ$  no grupo B1 e  $80,94^\circ \pm 17,5^\circ$  no grupo B2.

Ao analisarmos os 4 grupos, não houve diferença estatística entre os grupos B1 e B2, porém o grupo B2 apresentou diferença significativa em relação aos grupos A1 e A2 ( $p=0,0002$ ), pois foi o grupo que apresentou o ângulo mais fechado ( $80,94^\circ \pm 17,50^\circ$ ).

A relação entre o tipo anatômico de sistema coletor e o AIP pode ser evidenciada nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 7 – Frequência dos grupos do sistema coletor de acordo com os ângulos infundíbulo-pélvicos

Grupo	AIP		
	<60°	61-90°	>90°
A1	0	1 (1,96%)	13 (25,49%)
A2	0	0	4 (7,84%)
B1	0	8 (15,69%)	9 (17,65%)
B2	0	11 (21,57%)	5 (9,80%)
Total	0	20 (39,22%)	31 (60,78%)

Legenda: AIP – ângulo infundíbulo-pélvico. Valores expressos em unidades e percentual relativo entre parênteses.

#### 4.2.4 Ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices renais (AIC)

Foram encontrados o máximo de 5 cálices menores drenando para o infundíbulo inferior.

Todos os AIC 1 mostraram que os cálices mais inferiores eram direcionados para baixo em relação ao eixo do infundíbulo inferior e a maior angulação ( $64,50^\circ \pm 24,82^\circ$  para baixo) foi observada no grupo A1, seguido pelos grupos A2, B1 e B2, nesta ordem, mostrando assim que nos AIC 1 do grupo A houve maior angulação quando comparados com os do grupo B porém a diferença não foi estatisticamente significativa ( $p=0,0651$ ).

Ao analisarmos os AIC 2 observamos o mesmo padrão anatômico encontrado nos moldes, isto é, com a presença de cálices menores direcionados para baixo nos grupos A1 e A2. Nos grupos B1 e B2 os cálices mostraram um direcionamento cranial, conforme os dados mostrados na Tabela 5. Ao contrário da análise estatística realizada nos moldes, não se observou diferença entre os grupos ( $p=0,1442$ ).

Nos AIC 3 de todos os grupos, os cálices mostraram um padrão de direcionamento cranial, assim como ocorreu na análise dos moldes, não tendo sido observada diferença estatística entre os 4 grupos ( $p=0,0670$ ), exceção feita na comparação entre os grupos A 1 e B1 ( $p<0,05$ ) após a aplicação do pós-teste de Dunn. Não foram realizados testes estatísticos para comparação dos ângulos AIC 4 e 5 devido ao baixo número de cálices nos grupos, inclusive com ausência de AIC 4 no grupo A2 e presença de AIC 5 somente no grupo A1 (Tabela 5).

#### 4.2.5 Acessibilidade do ureteroscópio flexível aos cálices renais do pólo inferior

Conseguiu-se o acesso do ureteroscópio em 84,46% dos cálices inferiores ao se considerar todos os sistemas coletores estudados, sendo que a maior dificuldade de acesso do endoscópio ocorreu no grupo A2 onde apenas 7 (63,64%) do total de 11 cálices menores do sistema caliceano inferior foram acessados. Entre os demais grupos conseguiu-se o acesso ureteroscópico em 86,13% dos casos, sendo em 42 cálices do total de 48 (87,5%) no grupo A1, em 41 cálices (85,42%) dos 48 presentes na amostra do grupo B1 e em 35 (85,36%) cálices do total de 41 observados no grupo B2.

A Tabela 8 mostra o acesso do ureteroscópio em cada cálice (AIC 1 a 5) nos diferentes grupos.

Apesar da menor acessibilidade dos cálices menores inferiores do grupo A2, não se observou diferença estatística entre os 4 grupos ( $p=0,2610$ ).

Tabela 8 – Acessibilidade do ureteroscópio flexível de acordo com os cálices do polo inferior

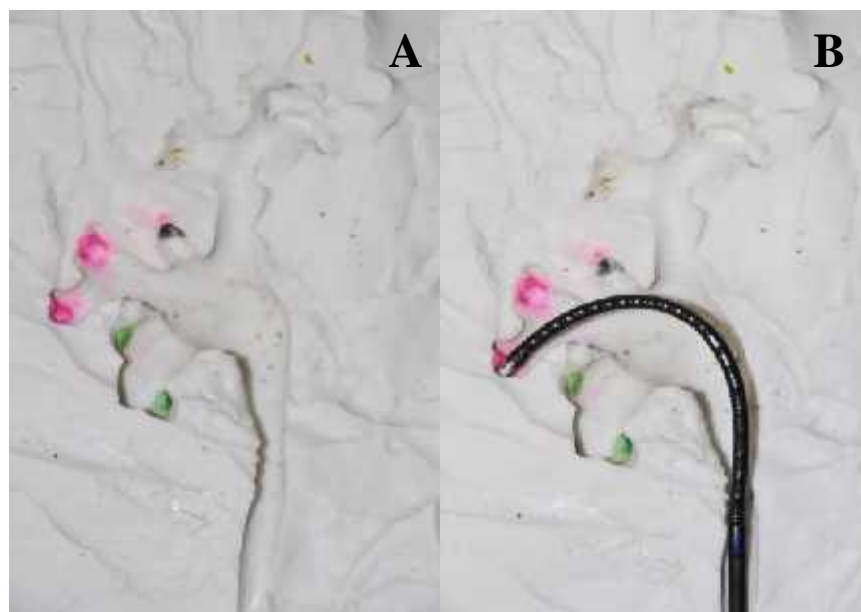
Grupo		Acessibilidade AIC 1	Acessibilidade AIC 2	Acessibilidade AIC 3	Acessibilidade AIC 4	Acessibilidade AIC 5	Acessibilidade Geral
A1	(%)	78,57	92,85	100	87,5	50	87,5
	(n / total n)	(11/14)	(13/14)	(10/10)	(7/8)	(1/2)	(42/48)
A2	(%)	50	75	66,66			63,64
	(n / total n)	(2/4)	(3/4)	(2/3)			(7/11)
B1	(%)	82,35	88,23	81,81	100	100	85,42
	(n / total n)	(14/17)	(15/17)	(9/11)	(2/2)	(1/1)	(41/48)
B2	(%)	68,75	93,33	100	100		85,36
	(n / total n)	(11/16)	(14/15)	(8/8)	(2/2)		(35/41)

Legenda: AIC 1: cálice menor mais inferior. Seguindo em direção cranial, o AIC 2 é o cálice menor que se segue, e assim sucessivamente até o AIC 5.

### 4.3 **Confecção de modelos de treinamento para a ureteroscopia flexível**

Trinta e dois contramoldes foram confeccionados (8 de cada grupo). Os contramoldes se mostraram resistentes e possibilitaram o acesso do ureteroscópio nos cálices renais. O aspecto final do modelo experimental e sua acessibilidade podem ser vistos na Figura 19. A marcação dos cálices foi realizada com canetas de cores diferentes para facilitar a observação do cálice acessado durante o treinamento.

Figura 19 – Acesso do ureteroscópio flexível ao sistema coletor em um contramolde



Legenda: (A) Contramolde mostrando os cálices pintados com cores; (B) Acesso do ureteroscópio flexível a um cálice do terço médio.

## 5 DISCUSSAO

O conhecimento da anatomia do sistema coletor renal tem grande importância para o manejo do ureteroscópio e o acesso aos cálices durante a URF e conseqüentemente no sucesso do tratamento de cálculos intrarrenais (16, 21, 22, 33, 34,35), a correlação entre o tipo de sistema coletor e as dificuldades técnicas que podem ser encontradas em determinado grupo pode estimar o resultado que será alcançado ao final da cirurgia.

Tomografias computadorizadas são realizadas de maneira rotineira em inúmeras unidades de saúde. A reconstrução tomográfica tridimensional do sistema coletor permite o conhecimento anatômico prévio à cirurgia (36). As aferições dos ângulos e medidas de comprimento e largura dos cálices no exame pré-operatório, por exemplo, pode levar o cirurgião a optar por uma fibra laser de menor calibre para acessar um cálice com maior angulação, apesar de saber que fibras mais finas possuem um poder de fragmentação menor; ou escolher uma fibra de maior calibre para o uso em cálices com parâmetros anatômicos favoráveis ao acesso ureteroscópio, uma vez que estas fibras suportam uma maior intensidade do feixe de laser e conseqüentemente, permitem uma fragmentação mais rápida e efetiva do cálculo (37). No entanto não existem na literatura artigos que correlacionem a anatomia dos 4 grupos do sistema coletor com os limites técnicos impostos pela anatomia e o índice de sucesso da FUR em cada grupo.

Neste estudo avaliamos os parâmetros anatômicos do sistema coletor renal em moldes e os comparamos com aqueles obtidos em pielografias intraoperatórias. Não foi possível termos acesso às reconstruções tomográficas tridimensionais pré-operatórias, então optamos pela realização das medidas do sistema coletor em pielografias retrógradas intraoperatórias, avaliando-se ainda acessibilidade do ureteroscópio aos cálices renais inferiores.

Podemos observar o alto índice de acessibilidade do ureteroscópio nos cálices identificados durante as pielografias em nossa amostra. Nos pacientes com anatomia do tipo A1 a acessibilidade foi de 87,50% e nos pacientes com anatomia do tipo B houve acesso em mais de 85% dos casos. Nos casos do tipo A2 foi onde encontramos a maior dificuldade em acessar os cálices do polo inferior, apenas 63,64%, porém sem significância estatística quando comparamos com os outros grupos ( $p=2610$ ). Apesar do número pequeno de casos do grupo A2 em nosso estudo com pielografias (apenas 4 casos) esse dado parece ser relevante mas deverá ser confirmado em estudos futuros pois os parâmetros anatômicos de cada grupo caliceano podem interferir na acessibilidade do ureteroscópio.

A presença de cálices múltiplos pode dificultar o tratamento da litíase do polo inferior (38). Em nossa amostra de moldes do polo inferior do rim era drenado por 4 ou mais cálices em 84 casos (49,41% do total de 170 casos). Observamos diferença significativa do número de cálices no polo inferior nos moldes entre o grupo A e o grupo B ( $p < 0.0001$ ), com prevalência maior no grupo A. Na análise das pielografias não observamos diferença estatística do número de cálices entre os 4 grupos estudados, apesar de os sistemas coletores do grupo B2 apresentarem um maior número de cálices múltiplos (3 no mínimo).

A diferença da frequência de cálices nos diferentes tipos de sistema coletor nas amostras de moldes e pielografias pode ser devido ao maior número de casos e à maior acurácia da observação nos moldes.

O maior número de cálices nas pielografias do grupo B2 não foi um fator restritivo ao acesso do ureterorenoscópio, que conseguiu chegar a quase 85% dos cálices neste grupo. Quando observamos os moldes, a maior frequência de cálices múltiplos se dá no grupo A2 (78,26% dos casos deste grupo), o que pode justificar a menor taxa de acessibilidade do ureteroscópio flexível neste grupo (63,64%).

A orientação espacial dos cálices foi avaliada apenas nos moldes, uma vez que a obtenção de imagens de pielografias que permitissem a correta avaliação do direcionamento dos cálices exigiria um maior tempo de exposição aos raios-X, maior volume de contraste administrado e ainda assim não seria tão precisa quanto a análise nos moldes.

A análise destes dados mostrou que o único grupo no qual não há diferença entre o número de cálices anteriores, posteriores ou laterais é o grupo A2 ( $p = 0,1707$ ), mostrando que há um maior número de cálices anteriores e posteriores em relação aos demais grupos estudados. A predominância de cálices laterais nos grupos A1, B1 e B2 ( $p < 0,0001$ ) pode ser um dos fatores que levou à acessibilidade do ureteroscópio ser semelhantes nestes 3 grupos.

Miller et al. classificaram a orientação dos cálices em anterior, posterior e neutra (que seria compatível com a orientação lateral do cálice) (39). Setenta e cinco por cento dos cálices mais inferiores, correspondentes ao AIC 1, tem orientação anterior e 92% dos cálices inferiores nº 2, que correspondem ao AIC 2, tem orientação posterior ou neutra. A aplicação dos dados discutida neste artigo é em relação à NLPC, objetivando o planejamento da punção percutânea, porém se aplicarmos este conhecimento à URF, temos que os cálices mais inferiores (AIC1) apresentam uma característica que leva à dificuldade adicional ao acesso ureteroscópico, pois a introdução do ureteroscópio em cálices anteriores requer uma maior rotação do aparelho, o que é obtido com maior rotação do punho do cirurgião que manobra o ureteroscópio.

Diversos trabalhos na literatura correlacionam parâmetros anatômicos como o ângulo infundíbulo-pélvico, o comprimento e largura do infundíbulo inferior como fatores prognósticos para o sucesso do procedimento (16, 21, 22, 34).

Em um estudo recente foi demonstrado que pacientes com infundíbulo longo e com o ângulo infundíbulo pélvico agudo têm uma chance maior de serem submetidos a um segundo procedimento cirúrgico sem, contudo, haver uma maior incidência de complicações (22). Isto ocorreria devido à presença de características anatômicas que dificultariam o acesso ureteroscópico e a eliminação de cálculos. Ponderou-se que as limitações descritas previamente em pacientes com ângulos desfavoráveis poderiam estar associadas à utilização de ureterorenoscópios mais antigos (16, 21,34,35), o que foi minimizado neste artigo onde foi utilizado um aparelho que permitia a deflexão de até 270 graus. Os novos aparelhos mostraram ter manuseio e visibilidade superiores em relação aos endoscópios mais antigos, o que melhora o desempenho do cirurgião e o resultado da cirurgia (40).

Para o estudo dos parâmetros anatômicos e em especial do ângulo em diversos trabalhos descritos (16, 21, 22, 34, 35), incluindo este estudo, as medidas foram realizadas através de pielografias retrógradas de acordo com o método descrito por Elbahnasy (14). Elbahnasy considerou os seguintes fatores favoráveis para a eliminação de cálculos do polo inferior renal: ângulo infundíbulo-pélvico  $> 70^\circ$ , comprimento do infundíbulo  $> 3$  mm e largura do infundíbulo  $> 5$  mm. Em contraste, o ângulo  $< 70^\circ$ , comprimento do infundíbulo  $> 3$  cm e largura do infundíbulo  $> 5$  mm eram considerados fatores desfavoráveis. Sampaio (24) padronizou valores diferentes como parâmetros restritivos para a eliminação de cálculos no polo inferior: ângulo  $< 90^\circ$  e largura do infundíbulo  $< 4$  mm.

Quando observamos os ângulos medidos em nossa amostra de moldes pelos dois métodos vemos que, pelo método de Sampaio, a média dos ângulos é  $20,21^\circ$  ( $17,87^\circ$  a  $22,74^\circ$ ) maior do que quando medida pelo método de Elbahnasy, exatamente como nos valores dos parâmetros determinados por eles (14,24).

Estudos prévios mostraram que ângulos menores que  $45^\circ$  (34) e menores que  $30^\circ$  (21) são fatores desfavoráveis para o sucesso da URF. Em nossa amostra não observamos nas pielografias a presença de ângulos menores que  $60^\circ$  e em 39% dos casos os ângulos mediam entre  $61$  e  $90^\circ$ , sendo que 95% desses casos os sistemas coletores pertenciam ao grupo B. Os sistemas coletores do grupo B apresentaram o AIP mais fechado (média de  $92,71^\circ$  no grupo B1 e  $80,94^\circ$  no grupo B2 ) do que os sistemas coletores do grupo A (médias de  $113,8^\circ$  no grupo A1 e  $116,8^\circ$  no grupo A2), diferença que foi estatisticamente significativa ( $p=0,0002$ )

A maioria dos ângulos desfavoráveis nos moldes foram observados no grupo B,



independentemente do método de medida utilizado.

Os sistemas coletores do grupo B apresentam cálices entrando diretamente na região mesorrenal ou através de um infundíbulo. Com isso, os cálices inferiores ficam direcionados mais inferiormente, o que fecha mais o AIP, o que é descrito como um fator que dificulta a eliminação de fragmentos de cálices e o acesso ureteral (22). No entanto, apesar do ângulo desfavorável, os sistemas coletores do grupo B tiveram mais de 85% dos cálices inferiores acessados pelo ureterorenoscópio, de maneira semelhante aos sistemas coletores do grupo A1 (87,50%). A menor taxa de acesso foi observada no grupo A2 (63,64%), cujos AIP são na maioria maiores do que 90°.

Essa predominância de ângulos maiores do que 90° no grupo A2, poderia ser explicada pela presença do cálice menor que se estende superiormente, tendo origem no sistema coletor inferior, puxar todo o sistema coletor em sentido cranial, fazendo com o que o AIP medido seja o maior observado entre todos os grupos (116,8°). Em nossa amostra de pielografias o grupo com maior número de casos com ângulos entre 61 e 90 graus foi o grupo B2.

Essas observações nos fazem pensar que o AIP pode ser um fator importante para o tratamento do cálculo renal através de LECO e para a eliminação dos fragmentos de cálculo (10, 13, 14,15) porém não é, obrigatoriamente, um fator dificultador para o acesso ureteroscópico, se considerarmos  $AIP > 60^\circ$ .

Em relação aos AIC, a deflexão do ureteroscópio necessária para acessar o AIC 1 foi menor no grupo B (tanto B1 quanto B2) quando comparamos com os sistemas coletores do grupo A. A deflexão maior no grupo A gera uma dificuldade adicional para o acesso ureteroscópico. Tais observações puderam ser constatadas tanto nos moldes, quanto nas pielografias. Mas somente o AIP ou o AIC, isoladamente, não parecem ser determinantes para se conseguir ou não o acesso do ureteroscópio ao cálice. O acesso a um infundíbulo inferior do grupo A1, por exemplo, cujo AIP é maior (mais aberto), e em seguida ao cálice mais inferior (AIC 1) no qual se faz necessária uma deflexão maior do ureteroscópio, pode ser de extrema dificuldade. De maneira contrária, o acesso a um infundíbulo inferior do grupo B2, com o AIP mais fechado entre os grupos, e em seguida ao AIC 1, onde a angulação do ureteroscópio é ser menor em relação aos AIC 1 do grupo A, pode ser mais fácil.

O ureteroscópio pode alcançar o infundíbulo inferior com certa facilidade, porém temos que observar a angulação do aparelho para acessar os cálices menores. O grupo A2 é o que possui o maior número de cálices em termos percentuais (Tabela 1). Além de apresentarem os AIC mais fechados em direção caudal, também apresentam os maiores

ângulos direcionados superiormente, o que faz com o que o ureteroscópio tenha seguir um trajeto sinuoso para alcançar os cálices mais superiores do polo inferior. Esta observação, por si só, já seria suficiente para justificar a menor acessibilidade do ureteroscópio no grupo A2.

Em relação à largura do infundíbulo inferior, o grupo A2 foi o que apresentou o maior valor quando comparado aos outros grupos. Jessen et al (22) mostrou que um infundíbulo estreito não afeta o sucesso do tratamento ureteroscópico, o que é compatível com os resultados deste trabalho, pois o acesso ureteroscópio foi o menor neste grupo e, caso a largura fosse um fator dificultador da acessibilidade, esperar-se-ia que a largura fosse a menor entre os grupos. Logo, neste estudo, a largura do infundíbulo não foi considerada um fator que poderia prever o sucesso do tratamento ureteroscópico.

Ao analisarmos o comprimento infundibular, as medidas do grupo A2 voltam a corroborar a possibilidade da existência de menor acessibilidade do ureteroscópio neste grupo, ainda que não tenha havido significância estatística nesta amostra, pois o maior comprimento infundibular obtido nos moldes foi no grupo A2 (3,09 cm  $\pm$  0,45 cm). Geavlete et al (21) já haviam mostrado que o limite de 3 cm de comprimento do infundíbulo é um fator determinante no sucesso do tratamento ureteroscópico. Fabregas Arzoz (41) estipulam o limite de 2,2 cm como o comprimento para se prever a taxa livre de cálculos após a realização de LECO, valor semelhante (2,32 cm) ao mostrado por Jessen et al (22) ao relatar a taxa livre de cálculos após a realização de URF.

Em nossa amostra, o comprimento infundibular variou de 2,63 cm a 3,09 cm sendo que os infundíbulos presentes no grupo A, com medida próxima a 3 cm (2,92cm a 3,09 cm) mostrou diferença estatística entre os grupos ( $p=0,0004$ ).

A presença de cálices perpendiculares, presentes em 8,82% dos moldes não foi observada na amostra de pielografias. A observação de cálculos pequenos na pelve renal, que não ocasionam dor ou obstrução do fluxo urinário deve levar o cirurgião a pensar na existência de cálices perpendiculares e a pesquisar a sua existência em reconstruções tomográficas, uma vez que o acesso a esses cálices pode ser muito difícil (23).

Mediante os resultados de diversos parâmetros analisados anteriormente, o treinamento em modelos experimentais, que pode aumentar a destreza do cirurgião e com isso levar à uma maior taxa livre de cálculos com a menor taxa de complicações possíveis, deve ser estimulado. Trabalhos mostram a importância do treinamento dos cirurgiões antes de se iniciar o tratamento em pacientes. (27, 28).

Os modelos de treinamento existentes nos dias de hoje são eficientes, porém de alto custo. Um modelo de silicone com os mesmos princípios relacionados neste trabalho, isto é,

um sistema coletor fiel ao rim humano do qual se produz um contramolde que serve para introdução do ureteroscópio, foi descrito por White e cols (29), porém envolve o uso de prototipagem, o que eleva o custo do modelo e diminui a facilidade de obtenção do mesmo, uma vez que poucas pessoas tem acesso a este tipo de tecnologia.

Os moldes foram testados em relação ao acesso do ureteroscópio, o que foi possível em todos os casos. Faz-se necessária a avaliação do treinamento no modelo experimental com grupos de cirurgiões em fase de aprendizagem de ureterosopia flexível para se estabelecer a sua curva de aprendizado.

## CONCLUSÕES

Os sistemas coletores com a região mesorrenal drenada por cálices cruzados (tipo A2) apresentaram um menor índice de acessibilidade durante a ureteroscopia flexível. No entanto serão necessários estudos futuros com um maior numero de casos para confirmar esta dificuldade de acessibilidade.

Os parâmetros anatômicos analisados nos moldes tridimensionais e comparados às pielografias retrógradas mostram que o número e a orientação espacial dos cálices menores, o angulo infundíbulo-caliceal e o comprimento infundibular podem ser considerados fatores anatômicos restritivos ao acesso do ureteroscópio aos cálices do polo renal inferior.

A confecção de modelos experimentais para treinamento a partir de contra moldes de silicone se mostrou factível e permitiu com facilidade a introdução do aparelho de ureteroscopia flexível.

## REFERÊNCIAS

- 1 - Almeida WS, Schor N. *Epidemiological and metabolic evaluation in renal stone patients living in a specific region of Brazil*. Int Braz J Urol. 2001; 27(5): 432-9.
- 2 - Agarwal MM, Singh SK, Mavuduru R, Mandal AK. *Preventive fluid and dietary therapy for urolithiasis: an appraisal of strength, controversies and lacunae of current literature*. Indian J Urol. 2011; 27(3): 310-9.
- 3 - Goldfarb D, Trinchieri A, Curhan G. *Epidemiology of stone disease*. In Stone Disease. Editors John Denstedt, Saad Khoury. 2nd International Consultation on Stone Disease in September 5, 2007. Edition 2008. p.12-3.
- 4 - Skolarikos A et al. *The role for active monitoring in urinary stones: a systematic review*. J Endourol. 2010; 24(6): 923-30.
- 5 - Eisner BH, Kurtz MP, Dretler SP. *Ureteroscopy for the management of stone disease*. Nat Rev Urol. 2010; 7(1): 40-5.
- 6 - Marguet CG et al. *Advances in the surgical management of nephrolithiasis*. Minerva Urol Nefrol, 2004; 56(1): 33-48.
- 7 - M. Monga (ed). *Ureteroscopy: Indications, Instrumentation and Technique, Current Clinical Urology*. Series Editor Eric A. Klein. Cleveland: Humana Press; 2013. p. 99-107.
- 8 – Papatsoris A et al. *Update on intracorporeal laser lithotripsy*. Minerva Med. 2013; 104(1): 55-60.
- 9 – Sanguedolce F et al. *Use of flexible ureteroscopy in the clinical practice for the treatment of renal stones: results from a large European survey conducted by the EAU Young Academic Urologists – Working Party on Endourology and Urolithiasis*. Urolithiasis. 2014; 42(4): 329-34.
- 10 - Preminger GM. *Management of lower pole renal calculi: shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopy*. Urol Res. 2006; 34: 108-11.
- 11 - Hussain M et al. *Redefining the limits of flexible ureteroscopy*. J Endourol. 2011; 25: 45-9.
- 12 – American Urological Association. *Management of ureteral calculi: EAU/AUA nephrolithiasis panel*. Disponível em: <http://www.auanet.org/education/guidelines/ureteral-calculi.cfm>. Acesso em: 23 Abr. 2015.
- 13 - Sampaio FJB, D’Anuniação AL, Silva ECG. *Comparative follow-up of patients with acute and obtuse infundibulum-pelvic angle submitted to extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: preliminary report and proposed study design*. J Endourol. 1997; 11: 157-61.
- 14 - Elbahnasy AM et al. *Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy*. J Endourol. 1998; 159: 676-82.

- 15 - Gupta NP et al. *Infundibulopelvic anatomy and clearance of inferior caliceal calculi with shock wave lithotripsy*. J Urol. 2000; 163: 24-7.
- 16 - Kumar PVS et al. *An acute infundibulopelvic angle predicts failure of flexible ureteroscopy for lower calyceal stones*. J Urol. 2000; 163: 339A.
- 17 - Albala DM et al. *Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results*. J Urol. 2001; 166: 2072-80.
- 18 - Cohen J, Cohen S, Grasso M. *Ureteropyeloscopic treatment of large, complex intrarenal and proximal ureteral calculi*. BJU Int. 2013; 111: 127-31.
- 19 - Ito H et al. *Evaluation of preoperative measurement of stone surface area as a predictor of stone-free status after combined ureteroscopy with holmium laser lithotripsy: A single center experience*. J Endourol. 2013; 27: 715-21.
- 20 - Ghani KR et al. *Flexible ureterorenoscopy (URS) for lower pole calculi*. BJU Int. 2012; 110: 294-8.
- 21 - Geavlete P, Multescu R, Geaviete B. *Influence of pyelocaliceal anatomy on the success of flexible ureteroscopic approach*. J Endourol. 2008; 22: 2235-9.
- 22 - Jessen JP et al. *Flexible ureterorenoscopy for lower pole stones: Influence of the collecting system's anatomy*. J Endourol. 2014; 28: 146-51.
- 23 - Sampaio FJB. *Renal collecting system anatomy: its possible role in the effectiveness of renal stone treatment*. Curr Opin Urol. 2001; 11: 359-66.
- 24 - Sampaio FJ, Aragao AH. *Inferior pole collecting system anatomy: its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy*. J Urol. 1992; 147: 322-4.
- 25 - Sampaio FJ, Mandarim de Lacerda CA. *Anatomic classification of the kidney collecting system for endourologic procedures*. J Endourol. 1988; 2: 247-51.
- 26 - Sampaio FJB. *Sampaio's, Anatomia Renal para Urologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Gráfica e Editora Prensa; 2007. p. 25-40.
- 27 - Skolarikos A et al. *Training in ureteroscopy: a critical appraisal of the literature*. BJU Int. 2011; 108(6): 798-805.
- 28 - Seitz C, Fajkovic H. *Training in ureteroscopy for urolithiasis*. Arab J Urol. 2014; 12: 42-8.
- 29 - White MA et al. *Validation of a high fidelity adult ureterorenoscopy and renoscopy simulator*. J Urol. 2010; 183: 673-7 .
- 30 - Tompsett DH. *Anatomical Techniques*. 2<sup>nd</sup> ed. Edimburgh: E.&S. Livingstone, 1970, p.96 apud Sampaio FJ, Mandarim de Lacerda CA. *Anatomic classification of the kidney*

*collecting system for endourologic procedures.* J Endourol. 1988; 2: 247-51.

31 - Jones JK et al. *Measuring angles on digitalized radiographic images using Microsoft PowerPoint.* West Indian Med J. 2008; 57(1): 14-9.

32 – Sener NC et al. *Asymptomatic lower pole small renal stones: shockwave lithotripsy, flexible ureteroscopy or observation? A prospective randomized trial.* Urology. 2015; 85(1): 33-7.

33 – Inoue T et al. *Influence of Pelvicaliceal anatomy on stone clearance after flexible ureteroscopy and Holmium laser lithotripsy of large renal stones.* J Endourol. 2015 [Epub ahead of print].

32 - Resorlu B et al. *The impact of pelvicaliceal anatomy on the success of retrograde intrarenal surgery in patients with lower pole renal stones.* Urology. 2012; 79(1): 61-6.

33 - Knoll T et al. *Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters.* J Endourol. 2003; 17(7): 447-51.

34 – Rachid Filho D et al. *Kidney lower pole pelvicaliceal anatomy: comparative analysis between intravenous urogram and three-dimensional helical computed tomography.* J Endourol. 2009; 23(12): 2035-41.

35 - Patel AP, Knudsen BE. *Optimizing use of the holmium:YAG laser for surgical management of urinary lithiasis.* Curr Urol Rep. 2014; 15(4): 397.

36 - Sampaio FJB, Aragão AHM. *Limitations of extracorporeal Shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: anatomic insight.* J Endourol. 1994; 8(4): 241-7.

37 – Miller J et al. *Renal calyceal anatomy characterization with 3-dimensional in vivo computerized tomography imaging.* J Urol. 2013; 189: 562-7.

38 - Multescu R et al. *Conventional fiberoptic flexible ureteroscope versus fourth generation digital flexible ureteroscope: a critical comparison.* J Endourol. 2010; 24(1): 17-21.

39 – Arzoz-Fabregas FM et al. *Can infundibular height predict the clearance of lower pole calyceal stone after extracorporeal shockwave lithotripsy?* Int Braz J Urol. 2009; 35(2): 140-9.

## APÊNDICE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### PESQUISADOR RESPONSÁVEL:

Dr: Bruno Leonardo Marroig de Freitas Ribeiro

CRM: 52.62.025-4

Telefone de contato: (21) 3049-5000

O senhor está sendo convidado, como voluntário, a participar da pesquisa intitulada "Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureteroscopia flexível", que será desenvolvida na Unidade de Pesquisa Urogenital da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e que não causará prejuízo algum para o diagnóstico definitivo da sua condição de saúde.

Durante a realização da cirurgia para o tratamento do cálculo que se encontra dentro do rim, é necessário a introdução do aparelho (ureteroscópio flexível) no interior da região (cálce renal) onde se encontra a pedra. Normalmente, para melhor visualização, faz-se a administração de contraste dentro do rim. Esta etapa é parte da cirurgia. Nem sempre é fácil conseguir que o aparelho alcance todos os cálices no interior do rim. Isso acontece porque o interior do rim é diferente em cada pessoa. Para conhecermos melhor esta parte da anatomia do rim, isto é, o seu interior, realizaremos fotografias das imagens de raios-X que serão realizadas durante a sua cirurgia para documentarmos quais os locais que o ureteroscópio conseguiu alcançar e, se não tiver conseguido, o por quê não conseguimos o nosso objetivo.

Para participar deste estudo o senhor não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. O senhor será esclarecido sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Nem o seu nome ou o seu rosto entrará em qualquer apresentação de casos ou de resultados da pesquisa. Somente as imagens do RX farão parte do trabalho. O senhor não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Eu, \_\_\_\_\_  
fui informado dos objetivos do estudo "Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureteroscopia flexível", de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_\_

Assinatura do participante

Assinatura da testemunha

Assinatura do Pesquisador



**ANEXO A - E-mail de aceitação de artigo de científico/vídeo “Two-part silicone mold. A new tool for flexible ureteroscopy surgical training”**

19-Mar-2015

Dear Dr. Marroig:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "TWO-PART SILICONE MOLD. A NEW TOOL FOR FLEXIBLE URETEROSCOPY SURGICAL TRAINING" in its current form for publication in the International Braz J Urol. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the International Braz J Urol, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,  
Dr. Sidney Glina  
Editor-in-Chief, International Braz J Urol  
[editor@brazjurol.com.br](mailto:editor@brazjurol.com.br)

Associate Editor  
Comments to the Author:  
Dear Dr Marroig and esteemed colleagues,

It is with great pleasure that I inform you that your video submission to the International Brazilian Journal of Urology has been accepted for publication. In this regard, please note that this video and abstract should not be (in whole or portions thereof) be published in any other journal. Lastly, we have a number of other accepted video submissions awaiting publication so appreciate your patience in this accepted video and abstract appearing in press over the next 6 to 12 months.

We once again appreciate you selecting our journal in the publication of your high quality work.

Warm regards,

Philippe E. Spiess, M.D., MS, FRCS(C)  
Video Section Editor,  
International Brazilian Journal of Urology

**ANEXO B** – *Abstract* relativo ao video “Two-part silicone mold. A new tool for flexible ureteroscopy surgical training”

TWO-PART SILICONE MOLD. A NEW TOOL FOR FLEXIBLE URETEROSCOPY  
SURGICAL TRAINING

Urogenital Research Unit, State University of Rio de Janeiro, UERJ, Brazil

Bruno Marroig; Luciano A. Favorito; Marco Antônio Fortes; Marco A. Pereira-Sampaio; Francisco J. B. Sampaio

**Introduction and objectives:** Flexible ureteroscopy is a common procedure nowadays. Most of the training programs use virtual reality simulators. The aim of this study was to standardize the building of a three-dimensional silicone mold (cavity) of the collecting system, on the basis of polyester resin endocasts, which can be used in surgical training programs.

**Methods:** A yellow polyester resin was injected into the ureter to fill the collecting system of 24 cadaveric fresh human kidneys. After setting off the resin, the kidneys were immersed in hydrochloric acid until total corrosion of the organic matter was achieved and the collecting system endocasts obtained. The endocasts were used to prepare white color two-part silicone molds, which after endocasts withdrawn, enabled a ureteroscope insertion into the collecting system molds (cavities). Also, the minor calices were painted with different colors in order to map the access to the different caliceal groups. The cost of the materials used in the molds is \$30.00 and two days are needed to build them.

**Results:** Flexible ureteroscope could be inserted into all molds and the entire collecting system could be examined. Since some anatomical features, as infundular length, acute angle, and perpendicular minor calices may difficult the access to some minor calices, especially in the lower caliceal group, surgical training in models leads to better surgical results.

**Conclusion:** The two-part silicone mold is feasible, cheap and allows its use for flexible ureteroscopy surgical training.

**ANEXO C - E-mail de aceitação do artigo científico “Lower pole anatomy applied to flexible ureteroscopy: experimental study using human three-dimensional endocasts”**

**De:** "Fabrice Duparc" <[em@editorialmanager.com](mailto:em@editorialmanager.com)>

**Data:** 29 de maio de 2015 06:07:45 BRT

**Para:** "Luciano alves favorito" <[lufavorito@yahoo.com.br](mailto:lufavorito@yahoo.com.br)>

**Assunto:** **SARA-D-15-00106R1 - Decision**

**Responder A:** "Fabrice Duparc" <[fabrice.duparc@univ-rouen.fr](mailto:fabrice.duparc@univ-rouen.fr)>

Dear DR favorito,

We have the pleasure of informing you that your manuscript in its revised version SARA-D-15-00106R1 entitled "LOWER POLE ANATOMY AND MID-RENAL-ZONE CLASSIFICATION APPLIED TO FLEXIBLE URETEROSCOPY: EXPERIMENTAL STUDY USING HUMAN THREE-DIMENSIONAL ENDOCASTS" has now been accepted for publication.

You will receive the proofs for correction by e-mail.

As soon as you will have controlled the proofs, your article will be published online (e-pub). The printed version is scheduled for publication in one of the next Surgical and Radiologic Anatomy issues.

Thank you for having submitted this paper for considering our journal, and congratulations on your work.

With best regards,

Fabrice Duparc

Editor-in-Chief

Surgical and Radiologic Anatomy

**ANEXO D** - Artigo científico “Lower pole anatomy applied to flexible ureteroscopy: experimental study using human three-dimensional endocasts”

**LOWER POLE ANATOMY AND MID-RENAL-ZONE CLASSIFICATION  
APPLIED TO FLEXIBLE URETEROSCOPY: EXPERIMENTAL STUDY  
USING HUMAN THREE-DIMENSIONAL ENDOCASTS**

Bruno Marroig, Luciano Alves Favorito, Marco A. Fortes and Francisco J.B Sampaio

**Urogenital Research Unit - State University of Rio de Janeiro – Brazil**

**Running head: LOWER POLE ANATOMY APPLIED TO FLEXIBLE  
URETEROSCOPY**

**Key words: Flexible ureteroscopy; Kidney Anatomy, Lower pole anatomy, endocasts**

**Corresponding Address:**

Luciano Alves Favorito

Rua Professor Gabizo, 104/201 - Tijuca - Rio de Janeiro -RJ - Brazil

CEP: 20271-320

Telephone number: 55(21) 22644679

Fax number: 55(21) 38728802

E-mail: lufavorito@Yahoo.com.br

## ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study is to analyze the anatomy of the inferior pole collecting system and the mid-renal-zone classification in human endocasts applied to flexible ureteroscopy.

**Methods:** 170 three-dimensional polyester resin endocasts of the kidney collecting system, obtained from 85 adult cadavers. We divided the endocasts into 4 groups: A1 – kidney midzone (KM), drained by minor calices (mc) that are dependent on the superior or the inferior caliceal groups; A2 – KM drained by crossed calices; B1 – KM drained by a major caliceal group independent of both the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by mc entering directly into the renal pelvis. We studied the number of calices, the angle between the lower infundibulum and renal pelvis (LIP) and the angle between the lower infundibulum and the inferior mc (LIICA). Means were statistically compared using ANOVA and the unpaired T-test ( $p < 0.05$ ).

**Results:** We found 57 (33.53%) endocasts of group A1; 23 (13.53%) of group A2; 59 (34.71%) of group B1; and 31 (18.23%) of group B2. The inferior pole was drained by 4 or more calices in 84 cases (49.41%), distributed into groups as follows: A1=35 cases (41.67%); A2=18 (21.43%); B1=22 (26.19%); and B2=9 (10.71%). Perpendicular mc were observed in 15 cases (8.82%). We did not observe statistical differences between the LIICA in the groups studied.

**Conclusions:** Collector systems with kidney midzone drained by minor calices that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups presented at least two restrictive anatomical features. The mid-renal-zone classification was predictive of anatomical risk factors for lower pole ureteroscopy difficulties.

## INTRODUCTION

The use of flexible ureteroscopy (FUR) in treatment of intra-renal stones has increased, especially for those located in the inferior renal pole [8,10]. The stone free rate, regardless the chosen treatment method, is directly related to anatomic parameters [4,9,22]. The size of calculi is one of most important factors for decision on the best treatment method [5]. Stones wider than 20 mm are better treated with percutaneous surgery, while stones smaller than 10 mm show good results when treated by flexible ureteroscopy (FUR) or extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL), and stones between 10 and 20 mm are treated with FUR with good results [5].

The spatial anatomy of the lower pole group of calices influences the success rate of FUR [7,12]. Patients with unfavorable parameters show lower stone free rates when FUR was the method of choice [7,12]. The three-dimensional anatomy of the collector system is well known [23]. Previous studies have analyzed the inferior pole anatomy applied to SWL and showed that multiple inferior pole calices, with width smaller than 4 mm, along with the angle between the renal pelvis and inferior infundibulum, are the most influential factors for elimination of stone fragments after ESWL [21,22].

The aim of this study was to analyze the three-dimensional anatomy of the inferior pole collecting system and the mid-renal-zone classification in human endocasts for better application of flexible ureteroscopy for intrarenal stone treatment.

## MATERIAL AND METHODS

The present work received institutional review committee approval. This study was carried out in accordance with the ethical standards of the hospital's institutional committee on human experimentation.

We analyzed 170 three-dimensional polyester resin endocasts of the kidney collecting system belonging to our research unit. The endocasts were obtained from 85 fresh adult cadavers whose genitourinary system presented no macroscopically detectable pathologies. Kidneys with any anomalies were excluded from the sample. The ureters were dissected and injected with a yellow resin to obtain three-dimensional endocasts, according to the technique previously described [20,23]. After polymerization of the resin, kidney samples were placed in acid for corrosion of organic matter, which yielded three-dimensional endocasts of the collecting systems.

We divided the endocasts into four groups: A1 – kidney midzone (KM) drained by minor calices that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups; A2 – KM

drained by crossed calices, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; B1 – KM drained by a major caliceal group independent both of the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by minor calices entering directly into the renal pelvis [23].

In the inferior pole, we studied: (a) number of minor calices; (b) width and length of the infundibulum and the minor calices; (c) presence of perpendicular calices; (d) angle between the lower infundibulum and renal pelvis (LIP), measured by Sampaio's [22] and Elbahnasy's method [4]; and (e) angle between the lower infundibulum and the inferior minor calices (LIICA). The measurements were made with the aid of the Microsoft Powerpoint software [13], as shown in Figure 1. The data were analyzed using ANOVA and the unpaired T-test ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

We found 57 endocasts of group A1 (33.53%); 23 (13.53%) of group A2; 59 (34.71%) of group B1; and 31 (18.23%) of group B2. Figure 2 shows the anatomical structures of the four groups studied. The anatomical characteristics of the inferior pole, including measurements of angles, calices and infundibulum, are shown in Table 1.

The LIP measured by Elbahnasy's method was  $>90^\circ$  in 70 endocasts (29.42%);  $60^\circ$  in 21 (12.35%) and between  $61$  and  $90^\circ$  in 120 (70.6%). Among the 21 endocasts with LIP  $<60^\circ$ , 4 (2.35%) were of group A1, 2 (1.18%) of group A2, 8 (4.7%) of group B1 and 7 (4.12%) from group B2, and no difference was noticed in the distribution comparing the four groups ( $p=0.8667$ ). There was only one endocasts with LIP  $<30^\circ$  from group B1. The LIP angle values were larger when measured by Sampaio's method: 123 endocasts (72.35%)  $>90^\circ$ ; 45 (26.47%) between  $61$  and  $90^\circ$ ; and only 2 endocasts (1.18%)  $<60^\circ$ . The frequencies of LIP distributed in each group are shown in Table 2. Comparison of measurement results of LIP angles by Sampaio's and Elbahnasy's methods showed significant statistical difference ( $p < 0.0001$  in groups A1, B1 and B2 and  $p=0.0003$  in group A2).

The inferior pole was drained by four or more calices in 84 cases (49.41%), distributed in groups as follows: A1=35 cases (41.67%); A2=18 (21.43%); B1=22 (26.19%); and B2=9 (10.71%). In the remaining cases (50.59%), the inferior pole was drained by a single midline caliceal infundibulum, receiving 1 to 3 fused papillae.

In the 170 cases studied, the inferior renal pole was drained by an average of 3.62 minor calices. The frequency of calices in each group can be seen in Table 1 and Table 3.

Perpendicular minor calices were observed in 15 cases (8.82%). The frequency by groups is shown in Table 1.

The spatial caliceal orientation study showed significant difference of groups A1, B1 and B2, where lateral calices were more frequent ( $p < 0.0001$ ) when compared to the anterior and posterior caliceal orientation. In the group A2, no spatial caliceal orientation was predominant ( $p = 0.6295$ ). For the anterior, lateral and posterior caliceal orientation between groups, differences could be observed between groups A2 and B2 ( $p = 0.0378$ ), with predominantly anterior calices in the group A2. No difference was seen when lateral calices were studied ( $p = 0.1487$ ), but posterior calices analyses showed differences between groups A1 and B2, groups A2 and B1, and groups A2 and B2, with posterior calices more frequent in group A.

The average infundibular length and width in the four collecting renal system groups are shown in Table 1. No infundibular width difference was observed between groups ( $p = 0.1778$ ). Infundibular length differences between groups A1 and B1, groups A2 and B1, and groups A2 and B2 ( $p = 0.0004$ ) showed that, in general, type A caliceal groups are longer than type B caliceal groups.

The most inferior infundibular caliceal angle measurement (LIICA 1) was significantly smaller in the group B than in group A ( $p = 0.0002$ ). There were no statistical differences between other LIICA measurements (from LIICA 2 to LIICA 7). The average of all LIICA can be seen in Table 1.

## **DISCUSSION**

Previous knowledge of the anatomy of the renal collector system is important to plan FUR. Previous studies have shown that three-dimensional helical computerized tomography and excretory urography are very accurate to analyze the anatomical parameters of the inferior renal pole, as is measurement of the LIP angle and the width, amount and spatial orientation of the inferior pole calices [6,17].

Inferior pole stones can be treated with SWL, FUR and percutaneous nephrolithotripsy [18]. Anatomical aspects of the inferior renal pole, especially caliceal distribution, LIP, infundibular length and calice width, are determinant for the success of each treatment modality [1,16]. A recent study with 145 patients with complex stones treated with FUR showed that the lowest success rate (83%) occurred in calculi located in the inferior renal pole [2].

Size and volume of calices are also limiting factors for FUR success, regardless of



location [11]. FUR success rates for renal stones smaller than 20 mm are higher than in SWL and have similar complication rates [5,10,14]. Geavlete [7] showed that  $LIP < 30^\circ$  and straight infundibulum are the major limiting factors for FUR success in inferior renal pole stones. Jessen [12] performed 111 FUR procedures in patients with inferior renal pole stones and noticed that the only parameter that altered stone free rates after FUR was infundibular length. In this study, the author measured retrograde pielographies, according to Elbahnasy's method [4].

Resorlu [19] conducted a study involving 67 patients with inferior renal pole stones submitted to FUR. Measurements of collecting renal system in pre-operative excretory urography were performed also using Elbahnasy's method [4]. The author observed that  $LIP$  equal to  $45^\circ$ , infundibular length equal to 30 mm and width of 5 mm are cut-offs to discriminate between favorable and unfavorable parameters.

According to Elbahnasy [4], the following factors are considered favorable to elimination of calculi from the inferior pole:  $LIP > 70^\circ$ , infundibular length  $\leq 3$  mm and infundibular width  $> 5$  mm. In contrast,  $LIP < 70^\circ$ , infundibular length  $> 3$  cm and infundibular width  $\leq 5$  mm are considered unfavorable factors. Different cut-offs were recommended by Sampaio [21], who considered  $LIP$  angle  $< 90^\circ$  and infundibular width  $< 4$  mm to be inhibiting factors for evacuation of stone fragments.

Knoll [15] conducted a study with 40 patients comparing different methods to study the anatomy of the inferior renal pole and observed a significant difference in the results depending on individual experience of the physician responsible for measurements, corroborating the need for well-defined anatomical parameters to help surgeons during FUR.

All 170 endocasts of this study were made with polyester resin (Resapol T-208). This resin hardens without contraction, allowing precise parameter measurements.

$LIP$  is one of the most important factors for successful FUR results, although there is controversy about the limit considered unfavorable, varying from  $<30^\circ$  to  $<90^\circ$ , depending on the study [4,5,7,8,10,22,23]. Of the three-dimensional endocasts in this sample, according to Elbahnasy's method,  $LIP$  was  $<60^\circ$  in only 21 (12%), of which 71.42% were group B endocasts.  $LIP$  values  $< 45^\circ$  were observed in 6 cases (3.52%), predominantly from group B collecting system, including 3 from group B1 and 2 from group B2. The remaining endocast was in group A1.  $LIP < 30^\circ$  occurred in only 1 case. Considering measurements according to Sampaio's method, there were only 2 cases (1.18%) with  $LIP < 60^\circ$ , both from group B1, and there were no endocasts with  $LIP < 45^\circ$ .

The presence of multiple calices can cause additional inferior renal pole treatment difficulties [21,22]. In our sample, the inferior renal pole was drained by 4 or more calices in 84 cases (49.41%), in which 41% were from group A1 and 26% from group B1. There was a statistical difference in the number of inferior pole calices between group A and group B endocasts ( $p < 0.0001$ ), with prevalence of group A.

Perpendicular minor calices (PC) can be superimposed on other structures, making radiographic visualization difficult [23]. Additional treatment difficulty can also be posed by the presence of PC stones for ESWL or FUR. Perpendicular minor calices were observed in less than 10% of our sample, including 6 cases (40%) belonging to group A1 and 6 cases (40%) to group B1.

Long infundibular length ( $> 3\text{cm}$ ) and narrow width ( $< 5\text{mm}$ ) lead to lower FUR success rates [4]. In our sample, no statistical differences were found in inferior caliceal width among the four groups, but the infundibular length was longer in endocasts belonging to group A. Group A2 endocasts showed length greater than 3 cm.

The majority of unfavorable LIP angle endocasts were observed in the group B, regardless of using Elbahnasy's or Sampaio's method. Group A endocasts showed more numerous and longer inferior calices.

For the first time, tridimensional inferior renal pole anatomic parameters in each of the four collecting renal system groups were analyzed, to help surgeons perform FUR. The major limitation of the study was the impossibility of having previously performed FUR in endocasts in order to confirm the caliceal accessibility with a flexible ureteroscope.

## **CONCLUSION**

Accurate knowledge of the spatial anatomy of the lower pole is of utmost importance during FUR. Collector systems with kidney midzone drained by minor calices that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups presented at least two restrictive anatomical features. The mid-renal-zone classification was predictive of anatomical risk factors for lower pole ureteroscopy difficulties.

## **ACNOWLEDGMENTS**

This study was supported by grants from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq – Brazil) and the Rio de Janeiro State Research Foundation (FAPERJ).

## **AUTHOR DISCLOSURE STATEMENT**

No competing financial interests exist

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that they have no conflict of interest as statement in the manuscript

## **REFERENCES**

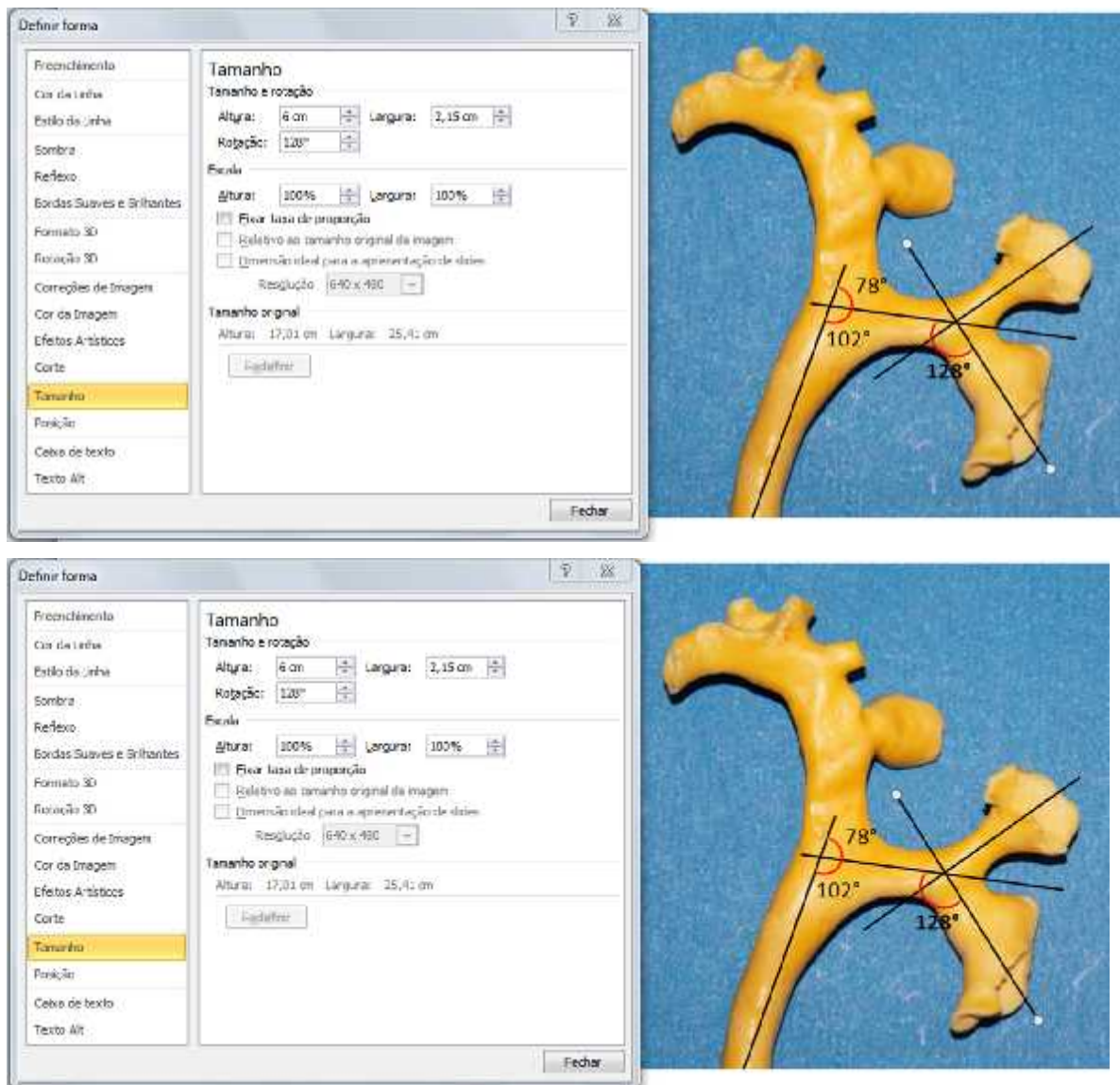
- 1) Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, et al (2001) Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. *J Urol* 166: 2072-2080.
- 2) Cohen J, Cohen S, Grasso M (2013) Ureteropyeloscopic treatment of large, complex intrarenal and proximal ureteral calculi. *BJU Int* 111: 127-131. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11352.x.
- 3) El-Assmy A, Abo-Elghar ME, El-Nahas AR, Youssef RF, El-Diasty T, Sheir KZ (2008) Anatomic predictors of formation of lower caliceal calculi: is it the time for three-dimensional computed tomography urography? *J Endourol* 22: 2175-2179. doi: 10.1089/end.2008.0148.
- 4) Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL, et al (1998) Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J Endourol* 159: 676-682.
- 5) El Nahas AR, Ibrahim HM, Youssef RF, Sheir KZ (2012) Flexible ureterorenoscopy versus extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of lower pole stones of 10-20mm. *BJU Int* 110: 898-902. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.10961.x
- 6) Filho DR, Favorito LA, Costa WS, Sampaio FJ (2009) Kidney lower pole pelvicaliceal anatomy: Comparative analysis between intravenous urogram and three-dimensional helical computed tomography. *J Endourol* 12: 2035-2040. doi: 10.1016/j.urology.2009.04.071.
- 7) Geavlete P, Multescu R, Geaviete B (2008): Influence of pyelocaliceal anatomy on the success of flexible ureteroscopic approach. *J Endourol* 22, 2235-2239. doi: 10.1089/end.2008.9719.
- 8) Ghani KR, Bultitude M, Hegarty N, Thomas K, Glass J (2012) Flexible ureterorenoscopy (URS) for lower pole calculi. *BJU Int* 110:294-298. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.10616.x.
- 9) Gupta NP, Singh DV, Hemal AK, Suhnsis M (2000). Infundibulopelvic anatomy and clearance of inferior caliceal calculi with shock wave lithotripsy. *J Urol* 163: 24-27.
- 10) Hussain M, Acher P, Penev B, Cynk M (2011) Redefining the limits of flexible ureteroscopy. *J Endourol* 25: 45-49. doi: 10.1089/end.2010.0236.

- 11) Ito H, Kawahara T, Terao H, Ogawa T, Yao M, Kubota Y, Matsuzaki J (2013) Evaluation of preoperative measurement of stone surface area as a predictor of stone-free status after combined ureteroscopy with holmium laser lithotripsy: A single center experience. *J Endourol* 27: 715-721. doi: 10.1089/end.2012.0548.
- 12) Jessen JP, Honeck P, Knoll T, Wendt-Nordahl G (2014) Flexible ureterorenoscopy for lower pole stones: Influence of the collecting system's anatomy. *J Endourol* 28:146-151. doi: 10.1089/end.2013.0401.
- 13) Jones JK, Krow A, Hariharan S, Weeks L (2008) Measuring angles on digitalized radiographic images using Microsoft PowerPoint. *West Indian Med J* 57:14-19.
- 14) Knoll T, Jessen JP, Honeck P, Wendt-Nordahl G (2011) Flexible ureterorenoscopy versus miniaturized PNL for solitary renal calculi of 10-30mm size. *World J Urol* 29: 755-759. doi: 10.1007/s00345-011-0784-y.
- 15) Knoll T, Musial A, Trojan L, Ptahnyk T, Michel MS, Alken P, Kohrmann KU (2003) Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters. *J Endourol* 7: 447-451.
- 16) Kumar PVS, Joshi HB, Keeley FX, Timoney AG (2000) An acute infundibulopelvic angle predicts failure of flexible ureteroscopy for lower calyceal stones. *J Urol* 163:339A.
- 17) Miller J, Durack JC, Sorensen MD, Wang JH, Stoller ML (2013) Renal Calyceal Anatomy Characterization with 3-Dimensional In Vivo Computerized Tomography Imaging. *J Urol* 189:562-567. doi: 10.1016/j.juro.2012.09.040.
- 18) Preminger GM (2006) Management of lower pole renal calculi: shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopy. *Urol Res* 34:108-111.
- 19) Resorlu B, Oguz U, Resorlu EB, Oztuna D, Unsal A (2012): The impact of pelvicaliceal anatomy on the success of retrograde intrarenal surgery in patients with lower pole renal stones. *Urology* 79: 61-66. doi: 10.1016/j.urology.2011.06.031.
- 20) Sampaio FJB (2000) Renal anatomy: endourologic considerations. *Urol Clin North Am* 27: 585-607.
- 21) Sampaio FJ, Aragao AH (1992) Inferior pole collecting system anatomy: its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 147: 322-324.
- 22) Sampaio FJB, D'Anunciação AL, Silva EC (1997) Comparative follow-up of patients with acute and obtuse infundibulum-pelvic angle submitted to extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: preliminary report and proposed study design. *J Endourol* 11: 157-161.
- 23) Sampaio FJ, Mandarim de Lacerda CA (1988): Anatomic classification of the kidney

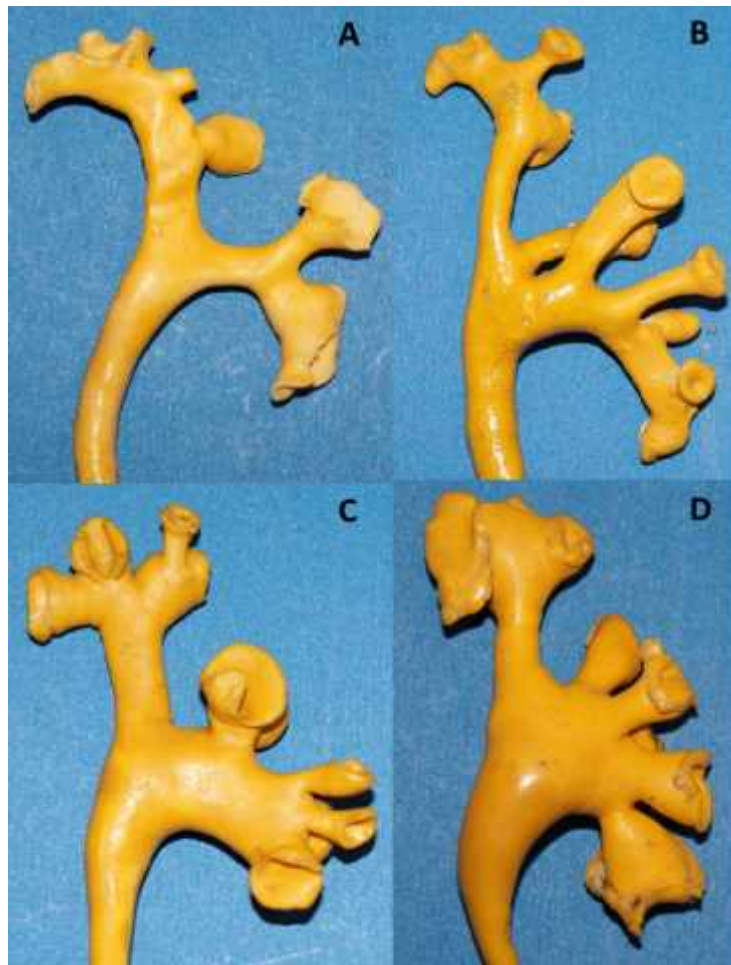
collecting system for endourologic procedures. J Endourol 2: 247-251.

## FIGURES

**Figure 1:** Example of measurement of angles performed in this study with a computer program (12). A) The figure shows an endocast of group A1. The angle between the lower infundibulum and renal pelvis (LIP) are measured. B) The figure also shows an endocast of group A1. The angle between the lower infundibulum and the inferior minor calices (LIICA) are measured.



**Figure 2:** Classification of renal collector system types. A) Endocast of group A1 – kidney midzone (KM) drained by minor calices that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups; B) Endocast of group A2 – KM drained by crossed calices, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; C) Endocast of group B1 – KM drained by a major caliceal group independent both of the superior and inferior groups; and D) Endocast of group B2 – KM drained by minor calices entering directly into the renal pelvis.



**Table 1:** Average of measurements performed in inferior renal pole from 170 endocasts A1 – kidney midzone (KM) drained by minor calices (Mc) that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups; A2 – KM drained by crossed calices, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; B1 – KM drained by a major caliceal group independent both of the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by Mc entering directly into the renal pelvis. LIP - angle between the lower infundibulum and renal pelvis; LIICA - angle between the lower infundibulum and the inferior minor calices; Pc – perpendicular calices. All measurements are shown in centimeters and angles in degrees, SD – Standard deviation.

Measurements	Group A1	Group A2	Group B1	Group B2
LIP (mean ± SD) (Elbahnasy's method)	88.6 ± 19.46	91.74 ± 18.15	79.47 ± 15.46	70.45 ± 15.28
LIP (mean ± SD) (Sampaio's method)	108.4 ± 17.76	112.2 ± 17.05	97.34 ± 15.55	93.19 ± 17.59
Infundibular lenght (mean ± SD)	2,92 ± 0,49	3,09 ± 0,45	2,67 ± 0,5	2,63 ± 0,49
Mc (mean ± SD)	4 ± 1.25	4.52 ± 1.12	3.22 ± 0.91	3.03 ± 0.95
Pc (n)	6	1	6	2
Mc diameter (mean ± SD)	0,89 ± 0,26	1,01 ± 0,22	0,92 ± 0,28	0,85 ± 0,3
LIICA 1	(-) 64.49 ± 25.84	(-) 78.17 ± 26.93	(-) 50.42 ± 27.46	(-) 54.22 ± 29.39
LIICA 2	(-) 16.14 ± 29.88	(-) 21.39 ± 27.64	1.05 ± 29.16	0.65 ± 21.53
LIICA 3	10.11 ± 31.05	7.04 ± 28.61	15.10 ± 20.44	19.71 ± 27.82
LIICA 4	21.94 ± 35.70	14.78 ± 24.48	32.68 ± 17.87	22.22 ± 17.94
LIICA 5	37.75 ± 33.93	35.75 ± 29.26	36.00 ± 14.72	(-) 49
LIICA 6	48.13 ± 39.82	36.25 ± 35.33	0	58
LIICA 7	0	63	0	0

**Table 2:** Angle measurements between the lower infundibulum and renal pelvis (LIP) in all four collecting renal system types, by Sampaio's and Elbahnasy's methods. A1 – endocast with kidney midzone (KM) drained by minor calices (Mc) that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups; A2 – KM drained by crossed calices, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; B1 – KM drained by a major caliceal group independent both of the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by Mc entering directly into the renal pelvis.

Group	LIP			LIP		
	<60°	61-90°	>90°	<60°	61-90°	>90°
	Sampaio's Method			Elbahnasy's Method		
A1	0 (0%)	11 (6,47%)	46 (27,06%)	4 (2,35%)	31 (18,23%)	22 (12,94%)
A2	0 (0%)	2 (1,18%)	21 (12,35%)	2 (1,18%)	7 (4,12%)	14 (8,24%)
B1	2 (1,18%)	13 (7,65%)	44 (25,88%)	8 (4,70%)	39 (22,94%)	12 (7,06%)
B2	0 (0%)	19 (11,17%)	12 (7,06%)	7 (4,12%)	22 (12,94%)	2 (1,18%)
Total	2 (1,18%)	45 (26,47%)	123 (72,35%)	21 (12,35%)	99 (58,23%)	50 (29,42%)

**Table 3:** Number of minor calices (Mc) and the frequency in each collecting renal system type. A1 – endocast where the kidney midzone (KM) is drained by minor calices (Mc) that are dependent on the superior or on the inferior caliceal groups; A2 – KM drained by crossed calices, one draining into the superior caliceal group and another draining into the inferior caliceal group; B1 – KM drained by a major caliceal group independent both of the superior and inferior groups; and B2 – KM drained by Mc entering directly into the renal pelvis.

Group	1 Mc	2 Mc	3 Mc	4 Mc	5 Mc	6 Mc	7 Mc	4 a 7 Mc
A1	1	4	17	15	13	6	1	<b>35 (61,40%)</b>
A2	0	0	5	6	8	3	1	<b>18 (78,26%)</b>
B1	2	9	26	18	4	0	0	<b>22 (37,29%)</b>
B2	0	10	12	8	0	1	0	<b>9 (29,03%)</b>



**ANEXO E – Declaração de submissão do artigo científico “Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureteroscopia flexível**



**COLÉGIO BRASILEIRO DE CIRURGIÕES**  
Filiado à Associação Médica Brasileira  
CNPJ Nº 33.858.304/0001-73 INSC. MUNICIPAL 00.999.561  
Rua Visconde de Silva, 57 - 3ª Andar - Botafogo - Rio de Janeiro - RJ-CEP 22271-090  
Tel. (21) 2537-9164 - FAX. (21) 2286-2598  
<http://www.cbc.org.br>



**DECLARAÇÃO**

Declaro, para os devidos fins, que o trabalho **"INFLUÊNCIA DA ANATOMIA DO POLO INFERIOR DO RIM NO ACESSO AOS CÁLICES DURANTE A URETEROSCOPIA FLEXÍVEL – ARTIGO ORIGINAL"**, de autoria do Drs. Bruno Marroig, Rodrigo Frota, Marco A. Fortes, Francisco J.B Sampaio e Luciano Alves Favorito, deu entrada na Diretoria de Publicações da Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões. Informamos que será avaliado pelo Conselho de Revisores para análise quanto à sua aceitação para publicação conforme as normas da Revista.

Rio de Janeiro, 08 de abril de 2015.

José Eduardo Ferreira Manso, TCBC  
Diretor de Publicações

**ANEXO F** – Artigo científico “Influência da anatomia do polo inferior do rim no acesso aos cálices durante a ureterosopia flexível

**INFLUÊNCIA DA ANATOMIA DO POLO INFERIOR DO RIM  
NO ACESSO AOS CÁLICES DURANTE A URETEROSCOPIA  
FLEXÍVEL**

Bruno Marroig , Rodrigo Frota , Marco A. Fortes , Francisco J.B Sampaio, Luciano Alves  
Favorito

**Unidade de Pesquisa Urogenital – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Brasil**

**Endereço para correspondência:**

Luciano Alves Favorito. Rua Professor Gabizo, 104/201 - Tijuca - Rio de Janeiro -RJ – Brasil

CEP: 20271-320. Telefone: (21) 22644679 / Fax : (21) 38728802. E-mail:

[lufavorito@yahoo.com.br](mailto:lufavorito@yahoo.com.br)

## RESUMO

**OBJETIVOS:** Analisar se o tipo de anatomia do sistema coletor (CS) limita a acessibilidade do ureteroscópio flexível no pólo inferior renal.

**PACIENTES E MÉTODOS:** Foram analisados 51 pacientes submetidos a ureteroscopia flexível (URF). Dividimos o CS em 4 grupos: A1 – região meso-renal (MR) drenadas por cálices menores (MC); A2 - MR drenada por cálices cruzados; B1 - MR drenada por um grande grupo caliceal independente; e B2 – MR drenada por MC entrando diretamente na pelve renal. Estudamos o número de cálices, o ângulo entre o infundíbulo inferior e pélvis renal (LIP) e o ângulo entre o infundíbulo inferior e o MC inferior. Com um ureteroscópio flexível, foi feita a tentativa de acesso a todos os cálices menores do polo inferior. As médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de análise de variância e o test T ( $p < 0,05$ ).

**RESULTADOS:** Encontramos 14 rins do grupo A1 (27,45%); 4 do A2 (7,84%); 17 do B1 (33,33%) e 16 do B2 (31,37%). O LIP foi  $> 90^\circ$  em 31 rins (60,78%) e entre  $61^\circ$  e  $90^\circ$  em 20 (39,22%). Não foram observados casos com LIP menor do que  $60^\circ$ . O grupo A1 apresentou 48 MC. Fomos capazes de acessar 42 (87,5%); o grupo A2 teve 11 MC e nós fomos capazes de acessar 7 (63,64%); grupo B1 tinha 48 MC e fomos capazes de acessar 41 (85,42%) e no grupo B2 observamos 41 MC e acessamos 35 (85,36%). Não houve diferença estatística na acessibilidade entre os grupos ( $p = 0,2610$ ).

**CONCLUSÕES:** Sistemas coletores com a região meso-renal drenada por cálices cruzados apresentaram a taxa mais baixa de acessibilidade durante a ureteroscopia flexível.

Palavras-chave: Ureteroscopia flexível; Anatomia Renal, Anatomia do polo inferior

## INTRODUÇÃO:

A ureteroscopia flexível (URF) é um método amplamente usado para o tratamento dos cálculos do polo inferior<sup>1,2</sup>. Os melhores resultados com a URF são obtidos quando os cálculos são menores do que 20 mm<sup>3</sup>. Entretanto, a taxa de sucesso do tratamento está diretamente relacionada a fatores anatômicos desta região<sup>4-6</sup>.

A anatomia espacial dos cálices no polo inferior do rim é descrita como fator determinante na taxa de sucesso da URF<sup>7,8</sup>. A medida dos ângulos entre o infundíbulo inferior e os cálices menores, o comprimento e a largura infundibular e a presença de cálices perpendiculares são fatores anatômicos que, quando desfavoráveis para o procedimento, interferem no resultado da URF, com uma menor taxa de resolução do cálculo<sup>7-8-10</sup>.

A anatomia tridimensional do sistema coletor do rim é bem conhecida, porém não há estudos que correlacionem o tipo de Sistema coletor com a taxa de sucesso no acesso aos cálices do polo inferior durante a URF. O objetivo deste estudo é analisar se o tipo de anatomia do Sistema coletor pode limitar a acessibilidade do ureteroscópio flexível ao polo renal inferior de pacientes com cálculos renais.

### **PACIENTE E MÉTODOS:**

Durante o período de junho de 2013 e outubro de 2014, nós analisamos a série de 51 pacientes submetidos a ureteroscopia flexível para tratamento de cálculo renal do polo inferior, por um único cirurgião (23 homens e 28 mulheres) com idade entre 25 e 73 anos (média de 45,7 anos). Todos os pacientes foram submetidos a URF unilateral. Após a introdução de bainha de acesso ureteral, foi realizada pielografia retrógrada para obtenção da imagem radiológica do sistema coletor. Com isso, foi possível observar os cálices do polo inferior e se realizar a tentativa de acesso a cada um dos cálices com o ureteroscópio flexível.

O Sistema coletor renal foi dividido em 4 grupos de acordo com classificação prévia<sup>11</sup>: A1 – Região mesorrenal (MR) drenada por cálices menores dependentes dos grupos calicianos superior e inferior; A2 – Região mesorrenal (MR) drenada por cálices cruzados: um drenando no grupo caliciano superior e outro no grupo caliciano inferior; B1 – Região mesorrenal (MR) drenada por um grupo caliciano maior, independente tanto do grupo caliciano superior quanto do inferior; e B2 – Região mesorrenal (MR) drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal.

Com a imagem da pielografia, nós estudamos os seguintes parâmetros do polo inferior: (a) o número de cálices menores; (b) o ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP); (c) o ângulo entre o infundíbulo inferior e os cálices menores (AIC); e (d) a acessibilidade do ureteroscópio flexível nos cálices menores. A Figura 1 demonstra como foi realizada a medida do ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (14).

Com o uso do ureteroscópio flexível Storz Flex-X2, com auxílio da fluoroscopia, foi realizada a tentativa de acesso a todos os cálices do polo inferior identificados na pielografia, nos diferentes grupos anatômicos.

As médias foram comparadas estatisticamente com o emprego do ANOVA com o teste *t* não pareado ( $p < 0,05$ ).

### **RESULTADOS:**

Foram observados 14 rins do grupo A1; 4 no grupo A2 (7.84%); 17 do grupo B1

(33.34%); e 16 do grupo B2 (31.37%). Na Figura 2 nós podemos observar exemplos dos grupos estudados. Na Tabela 1 são mostrados os parâmetros anatômicos de acordo com os grupos calicianos.

O AIP foi  $> 90^\circ$  em 31 rins (60.78%) e entre  $61^\circ$  e  $90^\circ$  em 20 rins (39.22%). Não se encontrou AIP  $< 60^\circ$  na amostra. Dos 31 casos com ângulo  $> 90^\circ$ , 13 (41.94%) eram do grupo A1, 4 (12.9%) eram do grupo A2, 9 (29.03%) pertenciam ao grupo B1, and 5 (16.13%) ao grupo B2. Dos 20 casos com o ângulo entre  $61^\circ$  and  $90^\circ$ , 1 (5%) era do grupo A1 e nenhum do grupo A2, 8 (40%) pertenciam ao grupo B1 and 11 (55%) ao grupo B2. A media dos valores dos AIP foram  $113.8^\circ$  (DP =  $21,09^\circ$ ) no grupo A1;  $116.8^\circ$  (DP =  $20,87^\circ$ ) no A2 group;  $92.71^\circ$  (DP =  $15,23^\circ$ ) no grupo B1 e  $80.94^\circ$  (DP =  $17,5^\circ$ ) no grupo B2. Quando comparamos o AIP entre os grupos, observamos diferença estatística ( $p = 0.0002$ ) entre os grupos A1 e B2 e também entre os grupos A2 e B2. A relação anatômica entre o tipo de Sistema coletor e o AIP é mostrada na Tabela 2.

Dos 14 casos do grupo A1 nós observamos que todos tinham no mínimo dois cálices menores. Foram observados 3 cálices em 10 casos, 4 cálices em 8 casos e 5 cálices em apenas 2 casos do total de 14 casos, totalizando 48 cálices menores presentes neste grupo. Destes 48 cálices do polo inferior observados na pielografia, conseguiu-se o acesso do ureteroscópio flexível em 42 cálices (87.5%).

Nos 4 casos do grupo A2, foi possível observar na pielografia a presença de apenas 2 cálices em 1 caso. Nos outros 3 casos estudados, havia presença de 3 cálices, totalizando 11 cálices menores estudados neste grupo. Com o ureteroscópio flexível foi possível acessar 7 dos 11 cálices (63.64%).

Nos 17 casos do grupo B1, nós encontramos que todos tinham no mínimo 2 cálices no polo inferior. Nós observamos 3 cálices em 11 casos, 4 cálices em 2 casos e 5 cálices em apenas um caso do total de 17 estudados neste grupo, com um total de 48 cálices menores. Conseguiu-se o acesso do ureteroscópio flexível em 41 cálices (85.42%).

No grupo B2, composto por 16 casos, nós observamos 1 cálice em todos os casos, 2 cálices em 15 casos, 3 cálices em 8 casos e 4 cálices em somente 2 casos, somando 41 cálices menores presentes nos 16 casos do grupo B2. O ureteroscópio flexível pode ser introduzido em 35 (85.36%) do total de 41 cálices. Não se observou diferença estatisticamente significativa no sucesso do acesso do ureteroscópio nos cálices do polo inferior quando comparamos os 4 grupos ( $p = 0.2610$ ).

## DISCUSSÃO:

Os cálculos do polo inferior podem ser tratados através de litotripsia externa por ondas de choque, ureteroscopia flexível ou nefrolitotripsia percutânea<sup>15</sup>. Os aspectos anatômicos do polo inferior, especialmente a distribuição de cálices, o ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal, com comprimento do infundíbulo e o diâmetro dos cálices são determinantes no sucesso de cada tipo de tratamento escolhido.<sup>7-10</sup>

O conhecimento da anatomia do Sistema coletor renal tem grande importância para a estratégia do cirurgião durante a URF. Muitos estudos observados na literatura correlacionam os parâmetros anatômicos como AIP, comprimento e largura do infundíbulo inferior como fatores prognósticos do sucesso do tratamento<sup>7-10</sup>. Em um estudo recente, mostrou-se que pacientes com comprimento infundibular ou um AIP agudo tem uma maior chance de vir a serem submetidos a um segundo procedimento cirúrgico, sem contudo aumentar a taxa de complicações<sup>8</sup>. As limitações descritas, como AIP desfavoráveis, poderiam ser devido ao uso de ureteroscópios antigos, mais calibrosos e com menor deflexão<sup>7,9,10,16</sup>. Em nosso artigo, o ureteroscópio usado pertence a uma geração de endoscópios mais moderna, com deflexão que alcança 270°. Os novos endoscópios mostram ter melhor maneabilidade e visibilidade, o que leva a uma melhor desempenho<sup>17</sup>.

Para o estudo dos parâmetros anatômicos e particularmente do AIP, as medidas foram realizadas através da pielografia retrógrada de acordo com o método de Elbahnasy<sup>5</sup>. De acordo com Elbahnasy os seguintes fatores são considerados favoráveis à eliminação de cálculos do polo inferior: AIP > 70°, comprimento infundibular < 3 mm e diâmetro infundibular > 5 mm. Ao contrário, AIP < 70°, comprimento infundibular > 3 cm e diâmetro infundibular < 5 mm são considerados fatores desfavoráveis<sup>5</sup>. Diferentes pontos de corte foram estabelecidos por Sampaio, que considerou AIP < 90° e diâmetro infundibular < 4 mm como fatores dificultadores da eliminação de fragmentos de cálculo<sup>12</sup>.

A classificação do Sistema renal coletor de acordo com a distribuição dos cálices na região mesorrenal é bem aceita na literatura<sup>11</sup>. Entretanto não há artigos na literatura que correlacionem a anatomia do Sistema coletor renal dos quatro grupos ao sucesso da URF. O estudo da anatomia do sistema coletor renal com a tomografia computadorizada helicoidal e a urografia excretora são métodos acurados para se analisar os parâmetros anatômicos do polo renal inferior, como a medida do AIP, o diâmetro, o número e a orientação espacial dos cálices, podendo ser realizadas de rotina antes do procedimento cirúrgico<sup>18,19</sup>. Desde que a urografia excretora tem se tornado um exame cada vez menos realizado, a reconstrução de imagens da tomografia em 3D, possibilitam a avaliação pré-operatória.

Estudos prévios mostraram que ângulos menores do que  $45^{\circ}$ <sup>10</sup> ou menores do que  $30^{\circ}$ <sup>7</sup> são fatores que diminuem o sucesso da URF. Em nossa amostra nós não observamos a presença de AIP  $< 60^{\circ}$  e em 39% dos casos os ângulos medidos encontravam-se entre  $61^{\circ}$  e  $90^{\circ}$ , sendo que 95% destes casos pertenciam ao grupo B (B1 e B2). Os Sistemas dos grupos coletores B foram predominantemente agudos (medias de  $92^{\circ}$  e  $80^{\circ}$  nos grupos B1 e B2, respectivamente) ao contrário dos sistemas coletores dos grupos A (médias de  $113^{\circ}$  e  $117^{\circ}$  nos grupos A1 e A2, respectivamente), sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $p=0,0002$ ). Entretanto, apesar dos ângulos desfavoráveis dos sistemas coletores do grupo B, mais de 85% dos cálices puderam ser acessados pelo ureteroscópio flexível. Os sistemas coletores do grupo A foram acessados em 83,05% dos casos, sendo 87,5% no grupo A1 e 63,64% no grupo A2.

A presença de múltiplos cálices pode dificultar o tratamento dos cálculos do polo inferiores<sup>4</sup>. Em nossa amostra nós não observamos diferença estatística entre o número de cálices entre os 4 grupos. Embora os sistemas do grupo coletor tipo B2 tenham apresentado um maior número de cálices, não se observou maior dificuldade de acesso do ureteroscópio em relação aos outros tipos de sistema coletor.

Nós observamos uma alta acessibilidade do ureteroscópio nos cálices identificados durante os procedimentos da nossa amostra. Nos pacientes com a anatomia do tipo A1 a taxa de acessibilidade foi de 87,5% e em paciente com a anatomia do tipo B (B1 e B2) o acesso foi conseguido em mais de 85% dos casos. Nos casos do tipo A2, onde a região mesorrenal é drenada por cálices cruzados, observou-se uma maior dificuldade no acesso aos cálices do polo inferior (acesso a 63,64% dos cálices), porém sem diferença estatística ( $p=0,2610$ ). Apesar do baixo número de casos do grupo A2 (somente 4 casos) e de não haver diferença estatisticamente significativa, este dado parece ser relevante, porém há a necessidade de estudos com numero maior casos.

A principal limitação do estudo foi o número pequeno da amostra, em especial no grupo A2, entretanto este é o primeiro estudo sobre a acessibilidade da URF usando-se a classificação do Sistema coletor descrita por Sampaio<sup>11</sup>. Outra limitação é a não se ter a reconstrução tridimensional de tomografias computadorizadas realizadas previamente à cirurgia, para se fazer a comparação com as pielografias transoperatórias de todos os casos.

Com a análise dos dados obtidos com as pielografias realizadas durante a cirurgia, podemos aplicar estes resultados ao se analisar a reconstrução tridimensional das tomografias no pré-operatório e prever a facilidade ou a dificuldade que enfrentaremos durante a cirurgia e conseqüentemente a taxa de sucesso do procedimento que será realizado.

A anatomia especial do polo inferior é de suma importância durante a URF. Sistemas coletores com a região mesorrenal drenada por cálices cruzados apresentaram menor acessibilidade durante a URF.

Abreviações:

URF – Ureteroscopia flexível

MR – Região mesorrenal do rim

AIP – ângulo formado entre o infundíbulo inferior e a pelve renal

AIC – ângulo formado entre o infundíbulo inferior e os cálices menores

### **REFERÊNCIAS:**

- 1) Ghani KR, Bultitude M, Hegarty N, Thomas K, Glass J. Flexible ureterorenoscopy (URS) for lower pole calculi. *BJU Int* 2012;110: 294-298.
- 2) Hussain M, Acher P, Penev B, et al. Redefining the limits of flexible ureteroscopy. *J Endourol* 2011; 25:45-49.
- 3) El Nahas AR, Ibrahim HM, Youssef RF et al. Flexible ureterorenoscopy versus extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of lower pole stones of 10-20mm. *BJU Int* 2012;110:898-902.
- 4) Sampaio FJB, D’Anuniação AL, Silva ECG. Comparative follow-up of patients with acute and obtuse infundibulum-pelvic angle submitted to extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: preliminary report and proposed study design. *J Endourol* 1997;11:157-161.
- 5) Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL, et al. Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J Endourol* 1998;159: 676-682.
- 6) Gupta NP, Singh DV, Hemal AK, et al. Infundibulopelvic anatomy and clearance of inferior caliceal calculi with shock wave lithotripsy. *J Urol* 2000;163: 24-27.
- 7) Geavlete P, Multescu R, Geaviete B. Influence of pyelocaliceal anatomy on the success of flexible ureteroscopic approach. *J Endourol* 2008; 22: 2235-2239.
- 8) Jessen JP, Honeck P, Knoll T, et al. Flexible ureteroreoscopy for lower pole stones: Influence of the collecting system’s anatomy. *J Endourol* 2014; 28:146-151.
- 9) Kumar PVS, Joshi HB, Keeley FX, et al. An acute infundibulopelvic angle predicts failure of flexible ureteroscopy for lower calyceal stones. *J Urol* 2000;163: 339A.
- 10) Resorlu B, Oguz U, Resorlu EB, et al. The impact of pelvicaliceal anatomy on the success



of retrograde intrarenal surgery in patients with lower pole renal stones. *Urology*. 2012; 79: 61-66.

11) Sampaio FJ, Mandarim de Lacerda CA. Anatomic classification of the kidney collecting system for endourologic procedures. *J Endourol* 1988; 2:247-251.

12) Sampaio FJ, Aragao AH: Inferior pole collecting system anatomy: its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1992;147:322-324.

13) Sampaio FJB: Renal anatomy: endourologic considerations. *Urol Clin North Am* 2000; 27: 585-607.

14) Jones JK, Krow A, Hariharan S, et al: Measuring angles on digitalized radiographic images using Microsoft PowerPoint. *West Indian Med J* 2008; 57:14-19.

15) Preminger GM: Management of lower pole renal calculi: shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopy. *Urol Res* 2006; 34:108-111.

16) Knoll T, Musial A, Trojan L, et al. Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters. *J Endourol* 2003; 17: 447-451.

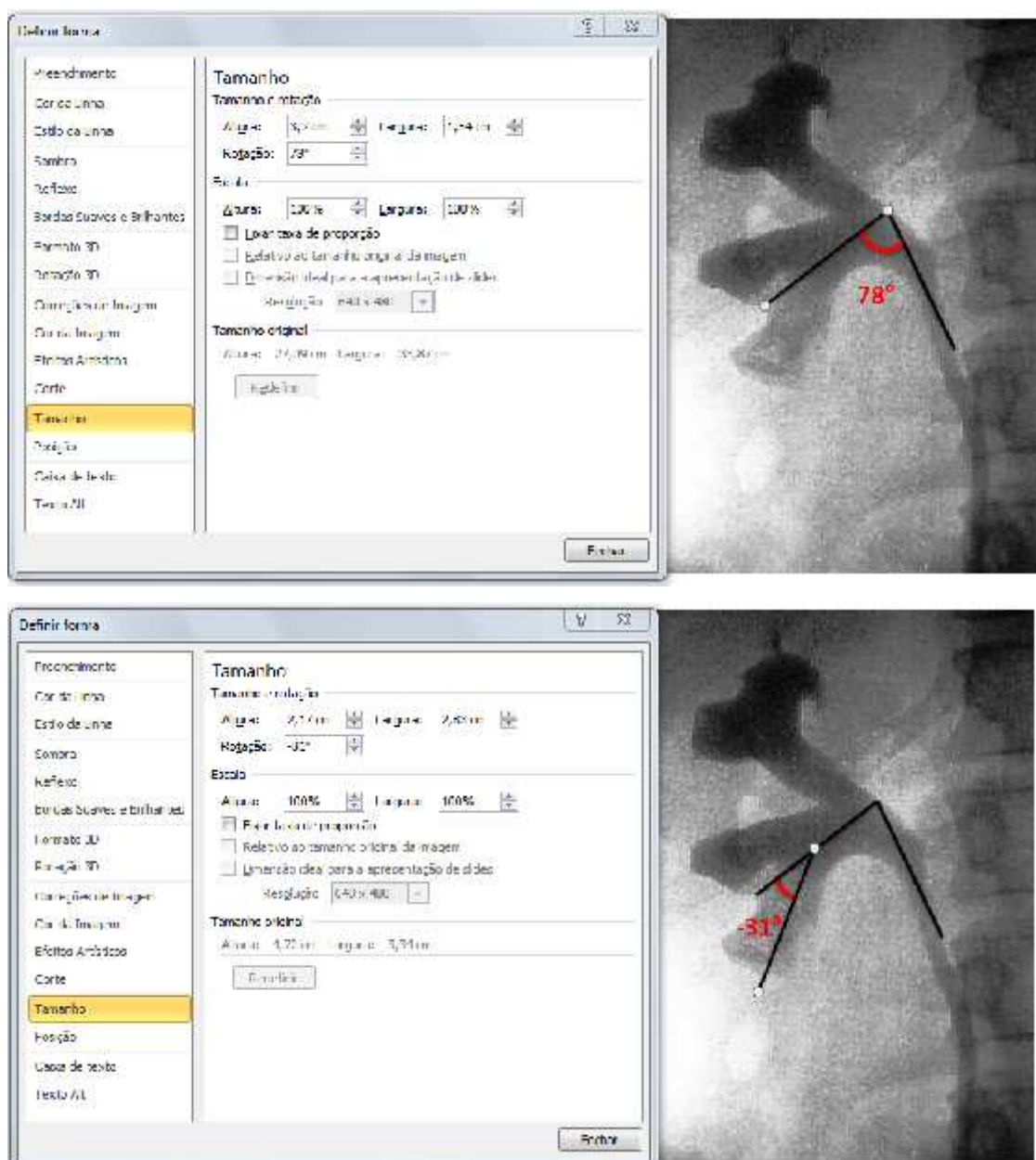
17) Multescu R, Geavlete B, Georgescu D, et al. Conventional Fiberoptic Flexible Ureteroscope Versus Fourth Generation Digital Flexible Ureteroscope: A Critical Comparison. *J Endourol* 2010; 24: 17-21.

18) El-Assmy A, Abo-Elghar ME, El-Nahas AR, et al. Anatomic predictors of formation of lower caliceal calculi: is it the time for three-dimensional computed tomography urography? *J Endourol* 2008; 22:2175-2179.

19) Miller J, Durack JC, Sorensen MD, et al. Renal Calyceal Anatomy Characterization with 3-Dimensional In Vivo Computerized Tomography Imaging. *J Urol* 2013;189: 562-567.

## FIGURAS

**Figura 1:** Exemplo de medidas dos ângulos realizadas neste estudo. A) A figura mostra a pielografia de um sistema coletor do grupo A1. O ângulo entre o infundíbulo inferior e a pelve renal (AIP) é medido através de um programa de computador<sup>14</sup>. B) A figura mostra a pielografia de um sistema coletor do grupo A1. O ângulo entre o infundíbulo inferior e os cálices menores (AIC) são medidos através de um programa de computador<sup>14</sup>.



**Figura 2:** A figura mostra a classificação dos tipos de Sistema coletor. A) Pielografia de Sistema coletor do grupo A1- Região mesorrenal (MR) drenada por cálices menores dependentes dos grupos caliceanos superior e inferior; B) Pielografia de Sistema coletor do grupo A2 – MR drenada por cálices cruzados, um drenando para o grupo caliceano superior e outro para o grupo caliceano inferior; C) Pielografia de sistema coletor do grupo B1 – MR drenada por um grupo caliceano maior independente tanto do grupo superior quanto do inferior; e D) Pielografia de sistema coletor do grupo B2 – MR drenada por cálices menores entrando diretamente na pelve renal.

