

FUNDAÇÃO ANTÔNIO PRUDENTE
A.C.CAMARGO CANCER CENTER

FELIPE DE ALMEIDA E PAULA

UMA TÉCNICA NOVA E DE BAIXO CUSTO PARA O TRATAMENTO DOS TUMORES RENAIIS
TOTALMENTE ENDOFÍTICOS: AGULHAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO

Tese apresentada à Fundação Antônio Prudente como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.
Área de concentração: Oncologia
Orientador: Dr. Stênio de Cássio Zequi

São Paulo

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Paula, Felipe de Almeida e.

Uma técnica nova e de baixo custo para o tratamento dos tumores renais totalmente endofíticos: agulhamento pré-operatório. / Felipe de Almeida e Paula. São Paulo, 2025.

109f.

Tese de Doutorado - Fundação Antônio Prudente. Curso de Pós-Graduação em Ciências - Área de concentração: Oncologia.

Orientador: Stênio de Cássio Zéqui.

1. Neoplasia Renal/Renal Neoplasm, 2. Tumor Endofítico/Endophytic Tumor, 3. Marcação com Fio em Gancho/Hook Wire Needle Marking

CDU 616

Nome: Felipe de Almeida e Paula

Título: Uma técnica nova e de baixo custo para o tratamento dos tumores renais totalmente endofíticos: agulhamento pré-operatório

Aprovado em: 15/12/2025

Banca Examinadora

Orientador: Stênio de Cássio Zéqui

Instituição: Fundação Antônio Prudente

Membro da banca: Eliney Ferreira Faria

Instituição: Hospital Felício Rocho

Membro da banca: Fernando Korkes

Instituição: Faculdade de Medicina do ABC

Membro da banca: Lucas Fornazieri

Instituição: Fundação Antônio Prudente

Membro da banca: Walter Henriques da Costa

Instituição: Fundação Antônio Prudente

À minha companheira Ayeska e ao meu maravilhoso filho Kalel,
que transborda alegria, simpatia e simplicidade, e que, com sua pureza, me ensina
diariamente o verdadeiro significado da vida.
Obrigado, meu amor, por compreender minhas ausências e estar presente sempre que foi
preciso. Ao seu lado, a jornada é mais fácil, mais feliz e encantadora. Amo vocês.

Ao Dr. Ravisio Israel dos Santos Júnior,
amigo, irmão, sócio, exímio urologista, por toda serenidade, força e união em todos os
momentos de nossa caminhada conjunta.
Dentro e fora do nosso escritório, seu apoio, presença e amizade foram fundamentais — e,
neste projeto, mais uma vez fizeram toda a diferença.

Ao Dr. Fábio Adriano Barbosa Pinheiro Penteado,
radiologista intervencionista cuja competência e dedicação foram fundamentais no
desenvolvimento e na execução de todo esse projeto.
Sua parceria técnica e científica foi essencial para transformar uma ideia em realidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Stênio de Cássio Zéqui,

parceiro em projetos associativos, amigo, orientador e modelo a ser seguido. Mente privilegiada e absolutamente infatigável. Um homem transformador do meio em que está inserido e das pessoas que estão à sua volta. Sou muito grato pelos momentos de convivência, por acreditar em mim e na minha ideia, por todos os ensinamentos e as várias oportunidades que gentilmente me oferece. A jornada é agradavelmente infindável e eu sempre estarei lá.

Aos meus queridos pais, Fernando e Eliana,

verdadeiros alicerces da minha vida, cuja presença constante foi farol nas incertezas e abrigo nas tempestades. De vocês herdei o impulso de seguir adiante, o senso de responsabilidade e o desejo de transformar esforço em realização. A cada página desta trajetória, há um pouco de vocês. Minha eterna admiração e gratidão.

À minha irmã, Fernanda,

leve, alegre, de sorriso fácil, exemplo de como a vida pode ser mais amena. Caminharemos sempre juntos — além do tempo, das distâncias e de qualquer coisa.

Às minhas crianças, Kalel, Bella, Sofia, Makai, Kira, Zaya, Maria Cecília e Joaquim,

meus filhos de sangue, alma e coração.

Vocês são o meu norte, o motivo da caminhada e a mais doce herança que deixaremos ao mundo.

Ao meus sogros, Rosangela e Nabil,

pela acolhida generosa, pelo carinho constante e pela presença fundamental na vida do Kalel, cuja dedicação e apoio são essenciais para que cada etapa desta jornada se torne possível.

Ao Hospital A.C.Camargo Cancer Center e o Programa de Pós-Graduação,

na pessoa do Dr. Rubens Chojniak, agradeço pela receptividade, orientação contínua, apoio incansável e pela valiosa oportunidade de desenvolvimento científico e profissional proporcionada por toda a equipe.

À Biblioteca do A.C.Camargo Cancer Center,

representada pela Sra. Cláudia Melissa Anunciato, pela presteza e dedicação no suporte e contribuição essencial à diagramação desta tese.

Aos meus professores do Departamento de Urologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e associados,

Dr. Luiz Antônio Correa, Dr. José Goldberg, Dr. Fernando da Rocha Câmara, Dr. Carlos Alberto Monte Gobbo, Dr. João Luiz Amaro, Dr. José Carlos Souza Trindade Filho, Dr. Aparecido Donizete Agostinho, Dr. Carlos Márcio Nóbrega de Jesus, Dr. Hamílto Akihissa Yamamoto, Dr. Paulo Roberto Kawano, Dr. Oscar Eduardo Hidetoshi Fugita, Dra. Andreia Cavalcante Amorim, Dr. Marcelo de Paula Galesso, Dr. Roberto Marins de Carvalho, que me prepararam da melhor forma possível para enfrentar todos os desafios que a disciplina viria a me oferecer, e sem dúvida a pós-graduação se encontra entre eles.

Aos amigos irmãos Dr. Filemon Silva Casafus, Dr. Marcelo de Queiroz Cerqueira, Dr. Márcio André Sales e Dr. Renato da Silva Pires,

pela amizade, paciência, ensinamentos e companheirismo, seguimos juntos pelos caminhos da residência médica e continuamos igualmente lado a lado até os dias de hoje.

Aos amigos urologistas e gestores da Sociedade Brasileira de Urologia secção São Paulo (SBU-SP),

Dr. Aguinaldo Cesar Nardi, Dr. Ubirajara Ferreira, Dr. Gustavo Franco Carvalhal, Dr. Lucas Mendes Nogueira, Dr. Archimedes Nardozza Júnior, Dr. Rodolfo Borges dos Reis, Dr. Roni de Carvalho Fernandes, Dr. Geraldo Eduardo de Faria, Dr. Marcelo Langer Wroclawski e Dr. Wagner Eduardo Matheus expoentes profissionais e fontes de experiência frente à vida associativa, que me possibilitaram a vivência dentro da SBU, entre outros ganhos intensificando meu contato com a pesquisa e os amigos do A.C. Camargo Cancer Center.

Ao amigo e exemplo profissional Dr. Lorival de Matos Rodrigues,

urologista de excelência e caráter admirável, que me acolheu com generosidade e se tornou porto seguro em todos os momentos desta trajetória. Sua confiança, ensinamentos e amizade foram essenciais para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Hospital de Esperança de Presidente Prudente e seu corpo diretivo,

nas pessoas do Sr. Presidente Ricardo Anderson Ribeiro e Sra. Marilza Fortunato Barbosa, minha casa, pela estrutura, apoio e oportunidade de desenvolver meu trabalho em oncologia.

Ao Departamento de Uro-Oncologia do Hospital de Esperança,

integrado pelo Dr. Ravisio Israel dos Santos Jr., Dr. Matheus Alessi Rodrigues, Dr. Fábio Peretti Prieto Fernandes e Dr. Felipe do Carmo Moura, mais que amigos — irmãos de alma, de sonhos e de realizações profissionais e pessoais. Compartilhar essa trajetória com vocês é motivo de orgulho e gratidão, pela parceria incansável, pela confiança e pela construção conjunta de um projeto de vida e de medicina que nos inspira todos os dias.

Ao Departamento de Anestesiologia,

na pessoa da chefe Dra. Mariana Takaku, pela amizade, dedicação, competência e disponibilidade em todos os momentos. Sua equipe foi fundamental para garantir segurança, tranquilidade e excelência técnica durante cada procedimento realizado.

Aos nossos instrumentadores cirúrgicos,

Márcia Cristina Guida, Ivone Garcia e Leandro de Santana, pela competência, paciência e comprometimento exemplares. Suas presenças firmes e cuidadosas ao nosso lado foram determinantes para o sucesso das cirurgias e para a construção deste projeto.

Às nossas secretárias administrativas

Telma Rúbia Raposo e Rosiane Ropelli Catuchi, pelo apoio constante, organização e dedicação diária ao longo da nossa trajetória. Agradeço com carinho o trabalho essencial que sustenta e viabiliza a atividade acadêmica e assistencial.

À Universidade do Oeste Paulista (Unoeste),

instituição onde leciono há 18 anos, pelo prazeroso contato com as salas de aula e o constante estímulo pela busca do conhecimento através da ciência.

Aos pacientes,

que gentilmente aceitaram participar deste estudo, pela confiança depositada em mim e na equipe durante o desenvolvimento de uma técnica ainda em consolidação.

A crença de cada um na proposta e o comprometimento em contribuir com a ciência tornaram possível transformar uma ideia em realidade. Meu sincero respeito e gratidão.

RESUMO

Paula FA. **Uma técnica nova e de baixo custo para o tratamento dos tumores renais totalmente endofíticos: agulhamento pré-operatório** [Tese de Doutorado]. São Paulo: Fundação Antônio Prudente; 2025.

Introdução e Objetivo: Os tumores renais totalmente endofíticos (TRTE) representam um grande desafio técnico devido à ausência de referências visuais ou táteis intraoperatórias, especialmente nas abordagens minimamente invasivas. A ultrassonografia laparoscópica, embora seja o método padrão para localização tumoral, apresenta limitações relacionadas às características das lesões, ao custo, à disponibilidade e à dependência de uma longa curva de aprendizado. Este estudo propôs e avaliou uma nova técnica de marcação pré-operatória quanto à viabilidade, desfechos perioperatórios, complicações, segurança oncológica e reprodutibilidade: o agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada (ARgTC), como alternativa ao ultrassom intraoperatório. **Método:** Estudo prospectivo de intervenção incluindo 17 pacientes portadores de TRTE, tratados entre 2017 e 2025, variando em tamanho ($\leq$ T1b), localização tumoral e grau de complexidade (R.E.N.A.L. 7–10). O agulhamento foi realizado por via percutânea, com tomografia computadorizada de baixa dose, utilizando agulha com fio metálico flexível e arpão, posicionada no centro do tumor e transpondo o menor volume possível de parênquima renal. Em seguida, o marcador foi seccionado junto à pele, e procedeu-se à nefrectomia parcial minimamente invasiva. **Resultados e Limitações:** A técnica demonstrou-se plenamente efetiva e isenta de complicações maiores. O diâmetro médio tumoral foi de 28 mm (94% T1a). As taxas de trifecta e pentafecta foram superiores às médias publicadas, sem implante neoplásico ou recidiva tumoral após mediana de seguimento de 60 meses. Os tempos cirúrgicos e de isquemia foram comparáveis às séries com ultrassonografia, e o custo hospitalar foi reduzido em mais de 80%. Tumores anteriores exigiram variação técnica, sem perda de efetividade. A principal limitação do ARgTC ocorreu na marcação de lesões com componente cístico, devido à fixação menos firme do arpão. **Conclusões:** O ARgTC é uma técnica segura, reprodutível e de baixo custo, que mantém a segurança oncológica e alcança eficácia técnica de 100%, superando as limitações do ultrassom intraoperatório quanto à sensibilidade, dependência de expertise e disponibilidade.

O método amplia o acesso à cirurgia poupadora de néfrons em centros com recursos limitados.

Palavras-chave: Carcinoma de células renais. Tumor endofítico. Nefrectomia parcial. Agulhamento pré-operatório. Tomografia computadorizada.

ABSTRACT

Paula FA. [A novel and low-cost technique for the management of completely endophytic renal tumors: computed tomography–guided preoperative hook-wire localization]. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Fundação Antônio Prudente; 2025.

Introduction and Objective: Completely endophytic renal tumors (CERTs) represent a major technical challenge due to the absence of intraoperative visual or tactile cues, particularly during minimally invasive procedures. Although laparoscopic ultrasonography is the standard method for tumor localization, it presents limitations related to lesion characteristics, cost, availability, and dependence on a long learning curve. This study proposed and evaluated a novel preoperative localization technique regarding feasibility, perioperative outcomes, complications, oncological safety, and reproducibility: computed tomography–guided renal hook-wire localization (CT-RHWL), as an alternative to intraoperative ultrasound. **Methods:** A prospective interventional study including 17 patients with CERTs treated between 2017 and 2025, varying in size ($\leq$ T1b), tumor location, and complexity (R.E.N.A.L. 7–10). The procedure was performed percutaneously under low-dose computed tomography guidance, using a flexible metallic hook-wire needle positioned at the tumor center while transposing the smallest possible volume of renal parenchyma. The marker was then cut at the skin level, followed by minimally invasive partial nephrectomy. **Results and Limitations:** The technique proved to be fully effective and free of major complications. The mean tumor diameter was 28 mm (94% T1a). Trifecta and pentafecta rates were higher than published averages, with no neoplastic seeding or tumor recurrence after a median follow-up of 60 months. Surgical and ischemia times were comparable to ultrasound-guided series, while hospital costs were reduced by more than 80%. Anterior tumors required technical variations without loss of effectiveness. The main limitation of CT-RHWL occurred in cystic lesions due to weaker hook fixation. **Conclusions:** CT-RHWL is a safe, reproducible, and low-cost technique that maintains oncological safety and achieves 100% technical success, overcoming intraoperative ultrasound limitations regarding sensitivity, dependence on expertise, and availability. This method expands access to nephron-sparing surgery in resource-limited centers.

Keywords: Renal cell carcinoma. Endophytic tumor. Partial nephrectomy. Preoperative needling. Computed tomography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Taxas mundiais de incidência e mortalidade por câncer renal em 2022	21
Figura 2	Projeção do número de novos casos de câncer renal entre 2022 e 2045, segundo dados da OMS	22
Figura 3	Fluxograma de seleção de pacientes incluídos no estudo	34
Figura 4	Agulha de marcação com fio metálico dotado de arpão único	39
Figura 5	Anestesia local, posicionamento da agulha e conferência de localização	40
Figura 6	Princípios fundamentais da técnica	41
Figura 7	Retirada da agulha e liberação do arpão	41
Figura 8	Variação técnica para agulhamento de tumores anteriores (corte sagital) ..	42
Figura 9	Secção do fio flexível de marcação	43
Figura 10	Dissecção renal e identificação do fio de marcação	44
Figura 11	Indicadores epidemiológicos, clínicos e oncológicos	47
Figura 12	Características clínicas individualizadas de 17 pacientes com tumores renais totalmente endofíticos	51
Figura 13	Heterogeneidade de apresentação e particularidade dos 17 casos de agulhamento pré-operatório guiado por tomografia em tumores renais totalmente endofíticos	53

Figura 14	Caso 1. Angiomiolipoma, 22mm, escore RENAL 9p. Punção posterolateral. Particularidade: pobre em gordura 54
Figura 15	Caso 2. Células renais Cromóforo, 25mm, escore RENAL 9a. Punção pósterio-anterior. Particularidade: alça lateral, agulha via posterior transpassa o rim para indicar anteriormente 54
Figura 16	Caso 3. Células tubulares e fusiformes mucinoso, 37mm, escore RENAL 10p. Punção posterior. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar 54
Figura 17	Caso 4. Células renais células claras, 28mm, escore RENAL 10p. Punção posterolateral. Particularidade: lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste 55
Figura 18	Caso 5. Células renais células claras, 25mm, escore RENAL 8x. Punção posterolateral. Particularidade: punção lateral (linha axilar posterior) 55
Figura 19	Caso 6. Células renais células claras, 14mm, escore RENAL 7p. Punção posterolateral. Particularidade: falsa impressão da possibilidade de localização intraoperatória apenas anatômica 55
Figura 20	Caso 7. Cisto renal benigno, 26mm, escore RENAL 8x. Punção posterolateral. Particularidade: pielonefrite crônica, causando alterações pseudotumorais 56
Figura 21	Caso 8. Células renais papilífero tipo 2, 28mm, escore RENAL 8p. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar 56

Figura 22	Caso 9. Células renais células claras, 30mm, escore RENAL 10x. Punção posterolateral. Particularidade: tumor hilar, central, tocando sistema vascular principal	56
Figura 23	Caso 10. Células renais células claras, 39mm, escore RENAL 9p. Punção posterior. Particularidade: componente sarcomatóide	57
Figura 24	Caso 11. Células renais papilífero tipo 2, 22mm, escore RENAL 7x. Punção póstero-anterior. Particularidade: proximidade ao fígado e dificuldade de acesso para marcação	57
Figura 25	Caso 12. Oncocitoma, 22mm, escore RENAL 7a. Punção posterolateral. Particularidade: presença de alças intestinais interpostas ao trajeto ideal de acesso, o que demandou posicionamento em decúbito lateral para mobilização do delgado	58
Figura 26	Caso 13. Células renais células claras, 32mm, escore RENAL 10x. Punção posterolateral. Particularidade: tumor hilar, central	58
Figura 27	Caso 14. Células renais células claras, 28mm, escore RENAL 10a. Punção posterolateral. Particularidade: lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste	58
Figura 28	Caso 15. Células renais células claras, 25mm, escore RENAL 10ph. Punção posterolateral. Particularidade: reabordagem, rim já submetido à nefrectomia parcial, gordura tóxica	59
Figura 29	Caso 16. Células renais células claras, 22mm, escore RENAL 10p. Punção posterior. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar ..	59

Figura 30	Caso 17. Células renais células claras, 41mm, escore RENAL 10xh. Punção posterior. Particularidade: tumor hilar, central, tocando sistema excretor e vascular principal	59
Figura 31	Distribuição da intensidade de dor avaliada pela Escala Numérica (NRS 0 – 10)	60
Figura 32	Características anatomopatológicas de 17 pacientes com tumores renais totalmente endofíticos	66
Figura 33	Custos diretos estimados do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada sob a perspectiva hospitalar	69
Figura 34	Tabela de procedimentos SIGTAP para biópsia renal	71
Figura 35	Coorte do estudo evidenciando diversidade de apresentações	74
Figura 36	Diferentes tipos de fio de marcação utilizados para agulhamento pré-operatório	75
Figura 37	Modos de incisão parenquimatosa na abordagem dos nódulos renais endofíticos	78
Figura 38	Composição técnica e custo aproximado do equipamento BK5000 (BK Medical®)	85
Figura 39	Estimativa de custo operacional por procedimento para o ultrassom intraoperatório BK5000, segundo diferentes volumes anuais de utilização .	86
Figura 40	Personalidades que inspiraram a denominação “Agulhamento de Prudente”	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis epidemiológicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC	48
Tabela 2	Variáveis clínicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC	50
Tabela 3	Variáveis terapêuticas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC	63
Tabela 4	Variáveis anatomopatológicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC	65
Tabela 5	Desfechos clínicos de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC	68
Tabela 6	Procedimentos relacionados ao agulhamento renal segundo a CBHPM	70
Tabela 7	Estimativa comparativa de dose efetiva total por número de varreduras em protocolos padrão e de baixa dose de tomografia computadorizada abdominal, com equivalência em anos de radiação de fundo	83

LISTA DE ABREVIATURAS

ARgTC	Agulhamento Renal guiado por Tomografia Computadorizada
CCR	Carcinoma de Células Renais
DRC	Doença Renal Crônica
mPMRs	Muito Pequenas Massas Renais
NP	Nefrectomia Parcial
NR	Nefrectomia Radical
NRS	Numeric Rating Scale
PMRs	Pequenas Massas Renais
TC	Tomografia Computadorizada
TFGe	Taxa de Filtração Glomerular Estimada
TRTE	Tumores Renais Totalmente Endofíticos

LISTA DE SIGLAS

CBHPM	Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos
CKD-EPI	<i>Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration</i>
EUA	Estados Unidos da América
INCA	Instituto Nacional do Câncer
ISUP	International Society of Urological Pathology
OMS	Organização Mundial de Saúde
SEER	Surveillance, Epidemiology, and End Results
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	21
1.1	Epidemiologia	21
1.2	Tumores renais totalmente endofíticos	23
1.2.1	Grau de complexidade	24
1.2.2	Abordagem terapêutica convencional	25
1.2.3	Ultrassom intraoperatório	27
1.3	Técnicas de marcação pré-operatória guiadas por imagem	28
1.4	Justificativa do estudo	29
2.	OBJETIVOS	31
2.1	Objetivo geral	31
2.2	Objetivos específicos	31
3.	CASUÍSTICA E MÉTODOS	32
3.1	Desenho do estudo	32
3.2	Perfil da população	32
3.2.1	CrITÉRIOS de inclusão	33
3.2.2	CrITÉRIOS de exclusão	33
3.3	Aspectos éticos	34
3.4	Avaliação pré-operatória	35
3.5	Avaliação da função renal	36
3.6	Agulhamento renal guiado por tomografia	37
3.7	Técnica cirúrgica	43
3.8	Seguimento	45
3.9	Variáveis avaliadas	46
3.10	Caracterização da casuística	47
4.	RESULTADOS	52
4.1	Aspectos radiológicos	52
4.1.1	Exemplos ilustrativos do agulhamento pré-operatório	52

4.2	Dor relacionada ao procedimento	60
4.3	Desfechos perioperatórios	61
4.4	Achados anatomopatológicos	64
4.5	Avaliação da segurança clínica e oncológica	66
4.6	Custos	68
5.	DISCUSSÃO	72
5.1	Aspectos gerais	72
5.2	Influência da variabilidade da amostra	73
5.3	Aspectos técnicos	74
5.3.1	Estratégia de abordagem cortical e preservação parenquimatosa	77
5.4	Segurança	79
5.4.1	Integridade oncológica da técnica	79
5.4.2	Complicações intra e pós-operatórias	80
5.4.3	Segurança radiológica	82
5.5	Análise de custos e viabilidade econômica	84
5.6	Reprodutibilidade radiológica	88
5.7	Denominação técnica (“Agulhamento de Prudente”)	89
5.8	Limitações, considerações finais e perspectivas futuras	90
6.	CONCLUSÕES	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXO A	Classificação TNM da AJCC – 2017	105
ANEXO B	Pontuação nefrométrica R.E.N.A.L.	106
APÊNDICE A	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	107
APÊNDICE B	Demonstração do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada (<i>links</i> e QR Codes)	109

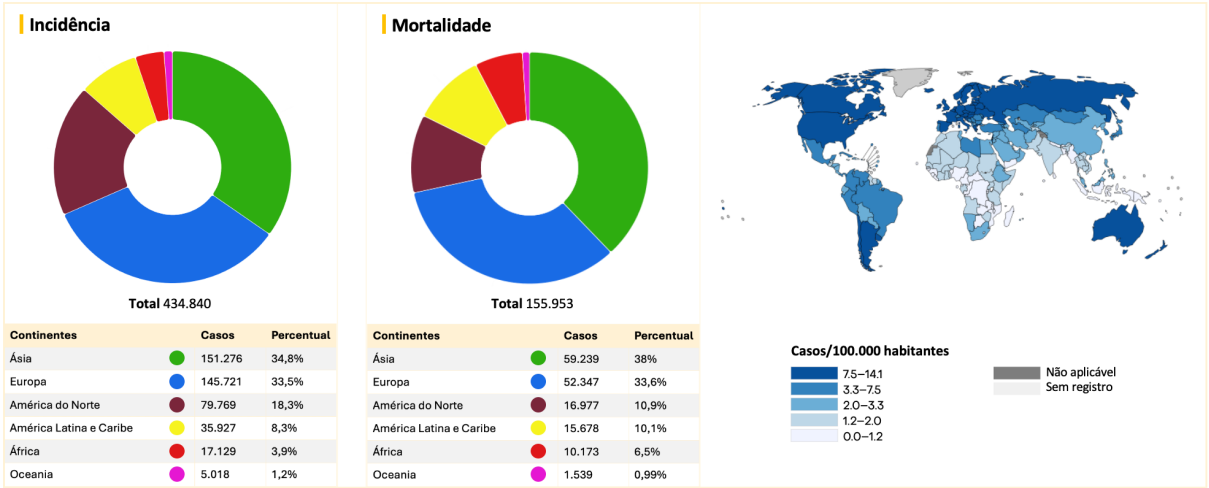
1 INTRODUÇÃO

1.1 Epidemiologia

O carcinoma de células renais (CCR) abrange de 2 a 3% de todas as neoplasias malignas do adulto. Em 2022, segundo a *International Agency for Research on Cancer/ Cancer Surveillance Branch* da Organização Mundial de Saúde (OMS) foram registrados 434.840 novos casos no mundo. O CCR ocupa a 14º posição como neoplasia mais incidente, sendo a 9º em homens e a 14º em mulheres. No Brasil, a estimativa 2023 para incidência de câncer publicada pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA) não contempla esse sítio de acometimento, no entanto baseado em dados anteriores temos cerca de 6.000 a 7.000 casos novos anualmente no país, com taxa bruta de incidência de 3,94 casos para homens e 2,04 casos para mulheres por 100.000 habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2023).

Considerando os tumores geniturinários mais comuns, o CCR é o mais letal, sendo que 30 a 40% desses indivíduos irão morrer devido à doença. De acordo com dados da OMS ocorrem mais de 150.000 mortes relacionadas ao CCR anualmente (155.953 em 2022), sendo a 16º causa mais comum de morte por câncer em todo o mundo (**Figura 1**).

Figura 1 – Taxas mundiais de incidência e mortalidade por câncer renal em 2022.

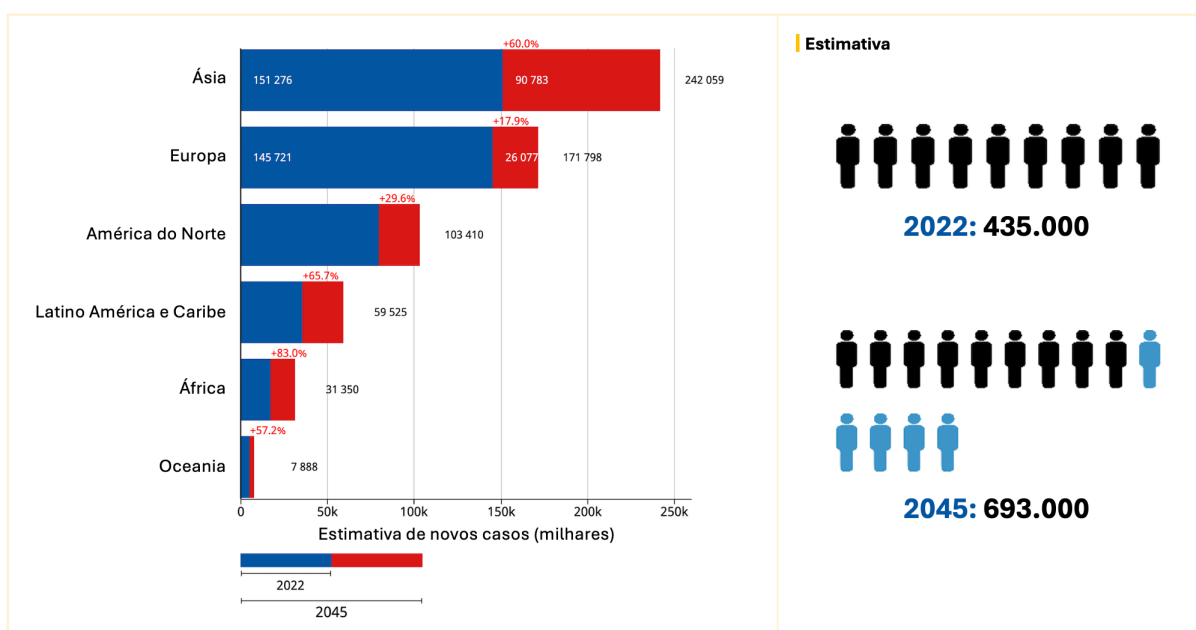


Fonte: Cancer TODAY | IARC. <https://gco.iarc.who.int/today>. Globocan 2022 (versão 1.1) - 08.02.2024.

No decorrer das últimas décadas a incidência do CCR aumentou significativamente, semelhante para ambos os sexos, chegando a elevar-se cerca de 2% ao ano. Tal incremento

deve-se em especial aos tumores incidentais em estágio inicial T1aN0M0, que alcançam índices em progressão de até 3,6% ao ano. Tradicionalmente esse crescente é atribuído ao uso generalizado dos métodos de diagnóstico por imagem, com subsequente aumento de pequenas massas renais detectadas incidentalmente (PALUMBO et al. 2020). Embora a maioria das lesões detectadas seja de tumores pequenos, a doença localmente avançada continua a ser encontrada em uma proporção importante de pacientes, taxas aumentadas para T3N0M0 e T4, com até 17% deles sendo metastáticos *de novo* (CAPITANIO et al. 2016). Na **Figura 2**, verificamos as projeções de incidência do CCR para cada continente e mundial, entre os anos de 2022 e 2045.

Figura 2 – Projeção do número de novos casos de câncer renal entre 2022 e 2045, segundo dados da OMS.



Fonte: Cancer TOMORROW | IARC. <https://gco.iarc.who.int/tomorrow>. Globocan 2022 (versão 1.1).

Corroborando para o aumento de incidência da doença estão alguns fatores etiológicos, alguns deles possivelmente intensificados em prevalência, que mesmo sem uma correspondência exata entre exposição e consequência são sabidamente envolvidos. O tabagismo passivo ou ativo, que propicia aumento do risco relativo de 1,3 a 2,3 vezes; a obesidade, com risco até três vezes maior para aqueles com índice de massa corpórea acima de 30 Kg/m²; a hipertensão arterial, elevando em até duas vezes o risco a depender dos níveis

pressóricos; o diabetes, com risco de doença 2,5 vezes maior para pacientes com altos níveis de glicemia; e o uso de anti-inflamatórios não hormonais, sendo quanto mais frequente e prolongado, maior o risco que chega até 1,5 vez (TAHBAZ et al. 2018; AL-BAYATI et al. 2019). Destaca-se que somente 2 a 5% dos casos estão relacionados às síndromes hereditárias de alto risco para CCR, como a síndrome de von Hippel-Lindau, a síndrome de Birt-Hogg-Dubé e a síndrome do carcinoma renal papilífero hereditário, entre outras (EDGE et al. 2009).

Embora a incidência de CCR esteja aumentando globalmente, as taxas de mortalidade têm diminuído ou se estabilizado em países desenvolvidos, como os da América do Norte, Europa Ocidental e Oceania. Em contrapartida, regiões menos desenvolvidas, como a América Latina e a Europa Oriental, ainda registram crescimento nas taxas de mortalidade. Esse contraste reflete, em grande parte, o diagnóstico em estádios mais avançados da doença, o acesso limitado a tratamentos eficazes e a maior prevalência de fatores de risco modificáveis, como tabagismo, obesidade e hipertensão (WONG et al. 2017; CAPITANIO et al. 2019).

Entretanto, mesmo em contextos com maior acesso ao diagnóstico e tratamento – por exemplo extraídos do banco de dados americano SEER (*Surveillance, Epidemiology, and End Results*) –, observa-se um paradoxo: as taxas de mortalidade permanecem estáveis ou até em pequena ascensão, apesar do aumento no diagnóstico de tumores em estágios iniciais. Publicações recentes, sobretudo do século XXI, têm demonstrado um crescimento na incidência de tumores de alto grau, sendo o G3 o mais prevalente, seguido por G2 e G4. Esses achados sugerem que muitas das neoplasias identificadas precocemente podem, na verdade, apresentar maior agressividade, com impacto clínico relevante sobre os desfechos de sobrevida e mortalidade. Tais evidências reforçam a importância de uma avaliação criteriosa quanto à indicação de tratamento ativo para as pequenas massas renais (LJUNGBERG et al. 2015; PALUMBO et al. 2020).

1.2 Tumores renais totalmente endofíticos (TRTE)

As pequenas massas renais (PMRs) são definidas como lesões sólidas ou sólido-císticas localizadas no parênquima renal, com até 4 cm de diâmetro máximo, correspondendo ao estágio clínico T1a da classificação TNM (**Anexo 1**). Essas lesões são frequentemente diagnosticadas de forma incidental, em exames de imagem realizados por outros motivos, e podem apresentar comportamento biológico variado. Entre as PMRs, destaca-se um subtipo morfológico/anatômico de difícil abordagem cirúrgica: os tumores renais totalmente

endofíticos. Uma lesão é considerada endofítica quando está completamente circundada por parênquima renal não tumoral. Esses nódulos localizam-se inteiramente no interior do parênquima renal, sem projeção ou abaulamento além do contorno renal visível na superfície do órgão, o que dificulta sua detecção por métodos de imagem convencionais e aumenta a complexidade técnica da nefrectomia parcial, especialmente nas abordagens minimamente invasivas.

O termo “*very small renal masses*” (mPMRs), ou massas renais muito pequenas, foi introduzido por alguns autores para classificar lesões de até 2 cm de diâmetro. Esse subgrupo representa um desafio adicional, tanto pela controvérsia existente em relação à real necessidade de intervenção cirúrgica, quanto pelo aumento da complexidade técnica associado aos casos em que o tratamento operatório é indicado (CARBONARA et al. 2020; MINERVINI et al. 2025).

Atualmente a maioria das massas renais diagnosticadas são pequenas, localizadas e classificadas como estágio clínico T1a. Aproximadamente dois terços de todos os tumores renais (60 a 70%) se enquadram nessa categoria (PARTIN et al. 2021; SIEGEL et al. 2024). Quando nos referimos especificamente aos TRTE, essa representatividade é substancialmente menor, situando-se em torno de 10%. Em uma grande série cirúrgica, TRTE corresponderam a aproximadamente 11,4% dos casos de nefrectomia parcial assistida por robô para tumores renais localizados (ITO et al. 2024).

A natureza endofítica dessas lesões impõe desafios adicionais tanto ao planejamento cirúrgico quanto à preservação intraoperatória de néfrons, exigindo maior precisão na localização intraoperatória e maior experiência do cirurgião.

1.2.1 Grau de complexidade

De forma multifatorial, além das classificações histológicas e moleculares, a complexidade dos tumores renais está diretamente relacionada à sua conformação e posição anatômica. Alguns sistemas nefrométricos como o R.E.N.A.L., PADUA, C-Index e o mais recente NePhRO avaliam características como proximidade ao sistema coletor, localização física no rim, diâmetro tumoral e exteriorização do tumor, permitindo uma quantificação objetiva da complexidade cirúrgica e auxiliando na previsão de complicações e desfechos perioperatórios. Tumores localizados em regiões centrais ou próximos ao hilo renal tendem a apresentar maior complexidade, exigindo abordagens cirúrgicas mais desafiadoras e

aumentando o risco de complicações (KUTIKOV et al 2009; BYLUND et al 2012; HAKKY et al 2014).

Tumores renais totalmente endofíticos apresentam elevado grau de complexidade cirúrgica em virtude de sua localização inteiramente intraparenquimatosa, ausência de pistas visuais externas e proximidade com estruturas vasculares e do sistema coletor. Esses fatores impactam diretamente o planejamento pré-operatório, a execução da nefrectomia parcial e os desfechos perioperatórios.

Com o objetivo de ilustrar a aplicação do escore R.E.N.A.L. (**Anexo 1**) a um caso de TRTE, pode-se considerar, no cenário mais favorável, um tumor pequeno (1 ponto), endofítico (3 pontos), com proximidade intermediária ao sistema coletor (2 pontos) e situado abaixo da linha polar (1 ponto), totalizando 7 pontos, o que já configura uma complexidade cirúrgica, no mínimo, moderada. Contudo, a maioria dos TRTE se localiza em regiões centrais do rim (3 pontos) e apresenta íntima relação com a via excretora (3 pontos), elevando a pontuação final e classificando-os como tumores de alta complexidade com índices que figuram entre 10 e 12 pontos.

O tamanho tumoral, a proximidade das estruturas de condução e vasculares, bem como o posicionamento relativo são variáveis que se somam para aumentar a complexidade terapêutica dos tumores renais. Contudo os TRTE representam um desafio cirúrgico substancial no contexto da nefrectomia parcial, sobretudo por sua localização intraparenquimatosa profunda, sem extensão para a superfície cortical do rim. Nessas situações, a identificação intraoperatória precisa do nódulo constitui, indiscutivelmente, uma das etapas mais críticas e desafiadoras do procedimento.

1.2.2 Abordagem terapêutica atual

O embasamento da enorme maioria dos planejamentos terapêuticos para o CCR encontra-se nos procedimentos cirúrgicos: extirpação total do órgão, nefrectomia radical (NR); ou a cirurgia preservadora de néfrons, nefrectomia parcial (NP). A equidade de resultados oncológicos, inclusive a longo prazo, e os melhores índices funcionais da NP quando comparada à NR para os CCR T1a e T1b (anexo 2) têm sido amplamente relatados (CAI et al. 2018). Considerando as pequenas massas renais, lesões sólidas menores que 4 cm, temos em foco como opções de manejo a NP, a vigilância ativa e as diversas técnicas que envolvem as terapias ablativas. Ainda hoje, a nefrectomia poupadora de néfrons mantém-se como padrão

de tratamento para esses casos, e visa alcançar a trifecta de resultados, que compreende o tempo de isquemia quente inferior a 25 minutos, a ausência de complicações perioperatórias e as margens cirúrgicas negativas (ZARGAR et al. 2015).

A cirurgia pode ser realizada por via aberta, laparoscópica ou laparoscópica robô-assistida. As vantagens da abordagem minimamente invasiva são inegáveis e compreendem menor tempo de convalescença, sangramento, dor pós-operatória, melhores resultados estéticos, entre outros benefícios. Com o aprimoramento das técnicas cirúrgicas e de imagem, casos mais complexos têm sido, também, progressivamente tratados com cirurgias poupadoras de néfrons (PENG et al 2017; TVISIAN et al 2017; BERTOLO et al 2018; LANCHON et al 2018).

A NP, seja por via aberta ou minimamente invasiva, apresenta desafios substanciais quando indicada para o tratamento de TRTE. No contexto das abordagens a céu aberto, algumas estratégias podem ser empregadas para a localização intraoperatória do nódulo, como a palpação manual direta do parênquima renal, a incisão dirigida pela linha de Brödel — comumente utilizada na nefrolitotomia anatrófica — ou, em casos de lesões polares, a realização de uma heminefrectomia. No entanto, nenhuma dessas alternativas é considerada ideal. Tumores endofíticos são, em sua maioria, pequenas massas, cuja identificação por palpação é limitada. Ademais, técnicas como a incisão anatrófica ou a ressecção polar ampla resultam na perda significativa de tecido renal funcional, com potencial prejuízo à função global do órgão, muitas vezes de forma evitável com estratégias mais direcionadas.

Como alternativa a essas limitações, o uso do ultrassom laparoscópico como ferramenta auxiliar na NP minimamente invasiva teve início na década de 1990, acompanhando a consolidação das técnicas laparoscópicas em urologia (HABER & GILL 2006). Nas últimas duas décadas, seu emprego tornou-se ainda mais difundido com o advento e a popularização da cirurgia robótica, que proporciona maior precisão, ergonomia e controle dos instrumentos ultrassonográficos durante o procedimento (KACZMAREK et al 2013). No cenário dos TRTE essa tecnologia tem se mostrado particularmente valiosa, sendo atualmente considerada uma ferramenta indispensável para a adequada identificação e ressecção tumoral.

1.2.3 Ultrassom intraoperatório

A ultrassonografia com probe minimamente invasivo é atualmente a melhor opção disponível para localizar tumores renais totalmente endofíticos no intraoperatório (DI COSMO et al 2018). Nesses casos, a utilização do ultrassom laparoscópico está relacionada com menores taxas de complicações e um possível melhor resultado oncológico. Entre as vantagens se encontram: menor tempo de isquemia, menor sangramento, aumento das taxas de margens negativas, maior preservação do parênquima renal saudável, expansão das indicações de NP para tumores ainda mais complexos (proximidade vascular e de via excretora), melhor delimitação dos limites tumorais (incluindo profundidade), e auxílio em situações de anatomia desfavorável (ZHANG et al 2020; MIHAI et al 2024).

Apesar do uso do ultrassom intraoperatório ser de grande valia, ele também apresenta limitações que impactam na padronização e eficácia do procedimento. O uso eficiente do transdutor de ultrassom exige experiência prévia pessoal e familiaridade com a interpretação de imagens radiológicas, o que pode demandar uma longa curva de aprendizagem. O manuseio do probe pode ser desafiador, principalmente em tumores de localização complexa ou em pacientes com gordura tóxica perirrenal aderente, que também diminui a precisão do dispositivo. Além disso, a sensibilidade do ultrassom é baixa para lesões renais muito pequenas ou isoecogênicas, e algumas vezes o tumor não é detectável por esse método (HABER et al 2006; KACZMAREK et al 2013; ROSSI et al 2018).

Adicionalmente, o custo associado ao uso do ultrassom minimamente invasivo representa uma barreira relevante, especialmente em centros com recursos limitados. Os equipamentos dedicados a esse tipo de imagem intraoperatória possuem alto valor de aquisição e manutenção, além da necessidade de sondas específicas compatíveis com plataformas laparoscópicas ou robóticas. Essa realidade pode restringir sua disponibilidade em hospitais públicos ou instituições de menor porte, limitando o acesso a uma tecnologia que, embora eficaz, ainda não é universalmente acessível. Tais aspectos econômicos devem ser considerados na análise de custo-efetividade do procedimento, sobretudo quando comparado a alternativas mais acessíveis para localização intraoperatória de tumores renais complexos (OKHAWERE et al 2022; LI et al 2023).

1.3 Técnicas de marcação pré-operatória guiadas por imagem

A marcação pré-operatória com agulha para localização de tumores não palpáveis teve sua origem consolidada na cirurgia mamária, particularmente a partir da década de 1970, com o uso da técnica de localização por fio para guiar a ressecção de lesões impalpáveis diagnosticadas por mamografia (HALL & FRANK 1979; KOPAN & DELUCA 1980). Com o passar do tempo, a utilização do ultrassom convencional intraoperatório e de métodos sem fio, como a marcação radioativa com tecnécio-99m (ROLL - *Radioguided Occult Lesion Localization*) ou magnética com sementes (Magseed®), ganharam algum espaço buscando melhores resultados, logística e maior conforto para as pacientes. Além disso, o uso de corantes como azul de metileno, verde de indocianina e suspensão de carvão vegetal tem sido explorado em situações específicas, sobretudo na detecção de linfonodos sentinela e para a avaliação de margens cirúrgicas. No entanto, apesar da crescente variedade de técnicas disponíveis, a marcação pré-operatória com agulha permanece até hoje como o método mais amplamente utilizado na prática clínica da mastologia, devido à sua simplicidade, eficácia e ampla familiaridade entre os profissionais da área.

Embora a marcação pré-operatória com agulha tenha sido inicialmente consolidada para a cirurgia mamária, outras especialidades cirúrgicas também incorporaram essa estratégia para localização de lesões não palpáveis, com o objetivo de otimizar a abordagem minimamente invasiva e garantir maior precisão na ressecção. Na cirurgia torácica, por exemplo, nódulos pulmonares pequenos e periféricos são frequentemente marcados com auxílio da tomografia por agulhas metálicas, *microcoil* ou corantes, facilitando sua identificação durante a videotoracoscopia. Marcação com agulha ou dispositivos similares apresenta taxas de sucesso de 91% a 99% para localização de lesões mamárias e pulmonares (FINLEY et al 2015; LI et al 2022; MATSUI et al 2022). De forma semelhante, na cirurgia hepatobiliar, tumores hepáticos pequenos ou profundos podem ser localizados com agulhas ou marcadores metálicos guiados por ultrassonografia ou tomografia, principalmente quando há dificuldade de visualização. O procedimento é útil tanto em carcinomas hepatocelulares quanto em metástases hepáticas, facilitando a identificação intraoperatória e aumentando as chances de ressecção curativa (TSOUMAKIDOU et al 2021). Em cirurgia de cabeça e pescoço, essa técnica já foi aplicada para guiar a ressecção de linfonodos cervicais profundos ou lesões recidivadas, especialmente em situações de anatomia alterada e em áreas previamente irradiadas (SAMARA et al 2019). A cirurgia endocrinológica se utiliza rotineiramente de

punções por agulha fina para aspiração de material celular (PAAF), ou por agulha grossa coaxial para biópsias histológicas. Nesses casos, tais agulhamentos não são usados para marcações pré-operatórias, mas evidenciam a viabilidade e a segurança no manejo percutâneo dos adenomas paratireoidianos ou nódulos tireoidianos não palpáveis. Por fim, na neurocirurgia, a marcação pré-operatória com agulhamento e fio guiada por tomografia, foi descrita para a coluna vertebral e doenças nervosas periféricas visando diminuir os erros de localização e a exposição prolongada de pacientes e da equipe cirúrgica à radiação ionizante (SLOTTY P JR et al 2010). Esses exemplos reforçam a versatilidade e a relevância da marcação pré-operatória com agulha no cenário cirúrgico moderno, especialmente quando associada a métodos de imagem avançados.

1.4 Justificativa do estudo

A ressecção cirúrgica de tumores renais visando preservação do órgão, especialmente por técnicas minimamente invasivas, representa um desafio técnico significativo para o cirurgião urológico. Nos casos em que os nódulos são totalmente endofíticos, o grau de dificuldade aumenta substancialmente, podendo obrigar a equipe a optar por abordagens não poupadoras de néfrons, como nefrectomias polares ou radicais (eletivas ou por conversão), ou pelo uso obrigatório de ultrassonografia intraoperatória.

Em cirurgias preservadoras, o objetivo primordial é a remoção completa da lesão com a manutenção do maior volume possível de parênquima renal saudável. Assim, métodos que permitam identificar o tumor com precisão, reduzindo intercorrências e alterações inesperadas no planejamento cirúrgico, são fundamentais. O recurso atualmente utilizado para auxiliar na localização dos TRTE é o ultrassom laparoscópico. No entanto, essa tecnologia apresenta limitações consideráveis: alto custo, necessidade de treinamento especializado para interpretação das imagens e manipulação do transdutor, além de disponibilidade restrita em muitos centros, sobretudo em países ou em regiões geográficas com recursos limitados. Ademais, sua eficácia pode ser reduzida em nódulos pequenos, profundos ou isoecogênicos — como em angiomiolipomas pobres em gordura, alguns carcinomas de células claras e metástases.

Nesse contexto, a idealização da técnica foi diretamente influenciada por um cenário clínico real de indisponibilidade de ultrassonografia laparoscópica intraoperatória no serviço de origem. Diante da necessidade de tratar TRTE por via preservadora, tornou-se imperativo

desenvolver uma estratégia alternativa de localização tumoral. Essa limitação estrutural, longe de representar um obstáculo, atuou como catalisador para a concepção de uma solução inovadora, adaptável e potencialmente aplicável a múltiplos contextos assistenciais.

Considerando a necessidade de aprimorar a localização dos TRTE, facilitar e agilizar o procedimento cirúrgico, mas que ainda assim pudesse ampliar o acesso de utilização aos diversos serviços independentemente da capacidade de grandes aportes de recurso financeiro, idealizamos o uso do agulhamento pré-operatório para as cirurgias renais. Seguimos o racional de que os nódulos renais já são manejados através de punções percutâneas para biópsias e ablações, e sobre isso transpusemos o conceito de marcação consagrado em uso para as cirurgias de mama.

O agulhamento renal pré-operatório configura-se como alternativa ou complemento às técnicas existentes. Como alternativa, possibilita a realização da cirurgia sem necessidade de ultrassom laparoscópico; como complemento, pode ser associado a ele, mitigando suas limitações técnicas e circunstanciais conhecidas. Ao permitir a marcação precisa do tumor antes do ato operatório, a técnica contribui para uma localização mais rápida e acurada da lesão, reduzindo o tempo de dissecação e a manipulação excessiva do parênquima. Assim, considerando se tratar de abordagens altamente complexas, agregar meios ao arsenal terapêutico já existente torna uma cirurgia muito difícil em algo factível para um número maior de cirurgias.

Até o momento da idealização desse estudo, não havia casos publicados nem estudos prospectivos avaliando essa abordagem. Diante disso, buscou-se desenvolver uma técnica que fosse eficiente, de baixo custo e facilmente reproduzível. O agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada (ARgTC) oferece precisão na identificação de tumores de difícil localização, favorece a preservação renal ao reduzir a necessidade de nefrectomias radicais e elimina a obrigatoriedade do uso de ultrassonografia laparoscópica intraoperatória, representando uma potencial inovação no tratamento cirúrgico dos TRTE.

Acreditamos que a incorporação do ARgTC possa não apenas ampliar as possibilidades técnicas da cirurgia preservadora, mas também contribuirá para redefinir o padrão de cuidado em casos complexos, proporcionando benefícios clínicos, logísticos e econômicos em escala global.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade técnica e a segurança oncológica do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada para a localização pré-operatória de tumores renais totalmente endofíticos submetidos à nefrectomia parcial minimamente invasiva, sem o uso de ultrassonografia intraoperatória.

2.2 Objetivos específicos

- Demonstrar a viabilidade técnica do ARgTC para localização de tumores renais totalmente endofíticos.
- Avaliar a reprodutibilidade do ARgTC em diferentes cenários clínicos e por distintas equipes de radiologia intervencionista.
- Analisar os resultados intraoperatórios e perioperatórios da nefrectomia parcial minimamente invasiva para TRTE com o emprego do ARgTC, sem o uso de ultrassonografia intraoperatória.
- Inspeccionar visualmente, durante o intraoperatório, a presença de hematomas na fáscia de Gerota, ruptura tumoral ou extravasamento nos pontos de entrada, saída e ao longo do trajeto da agulha na massa renal; bem como verificar a adequada fixação do marcador.
- Comprovar a segurança oncológica da técnica, avaliando critérios relacionados à implantes tumorais, margens cirúrgicas e resultados anatomopatológicos.
- Descrever dados relativos às complicações precoces e tardias associadas ao procedimento.
- Comparar os custos do ARgTC com as abordagens que utilizam ultrassonografia intraoperatória na nefrectomia parcial minimamente invasiva.

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo prospectivo de intervenção, conduzido no Serviço de Urologia do Hospital de Esperança de Presidente Prudente, no período de janeiro de 2017 a agosto de 2025. Adicionalmente, alguns procedimentos foram realizados na Santa Casa de Presidente Prudente e no Hospital Iamada, ambos localizados na mesma cidade.

Foram incluídos pacientes com diagnóstico de tumores renais totalmente endofíticos submetidos à nefrectomia parcial minimamente invasiva, nos quais foi realizado agulhamento pré-operatório guiado por tomografia computadorizada como única técnica para localização tumoral, imediatamente antes da cirurgia.

Todos os procedimentos cirúrgicos foram realizados pelos mesmos urologistas (cirurgião e auxiliar), com ampla experiência em NPs minimamente invasivas. Essa uniformidade operatória teve como objetivo reduzir variáveis relacionadas à curva de aprendizado e assegurar a consistência técnica entre os casos.

Coletou-se dados referentes à viabilidade técnica, reprodutibilidade, resultados intra e perioperatórios, segurança oncológica e custos operacionais. Os resultados obtidos foram analisados e, quando pertinente, comparados a um grupo controle histórico, composto por pacientes previamente submetidos à mesma modalidade cirúrgica, porém com localização tumoral realizada exclusivamente por ultrassonografia laparoscópica intraoperatória.

3.2 Perfil da população

A população do estudo foi composta por indivíduos candidatos à cirurgia poupadora de néfrons (nefrectomia parcial), portadores de TRTE, definidos como lesões sem qualquer projeção cortical visível aos exames de imagem. A caracterização inicial dessas lesões foi baseada nos exames diagnósticos previamente realizados pelos pacientes — tomografias computadorizadas — que propiciaram o diagnóstico e a indicação cirúrgica. Esses exames foram utilizados para a classificação de complexidade terapêutica, segundo critérios de Kutikov et al. (2009) (**Anexo 1**), e todos os casos incluídos no estudo considerados de moderada a alta complexidade.

3.2.1 Critérios de inclusão

- Idade superior a 18 anos;
- Pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos, considerados não identificáveis no intraoperatório sem a utilização de métodos de imagem;
- Candidatos à cirurgia poupadora de néfrons (nephrectomia parcial);
- Concordância em participar do estudo mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (**Apêndice A**).

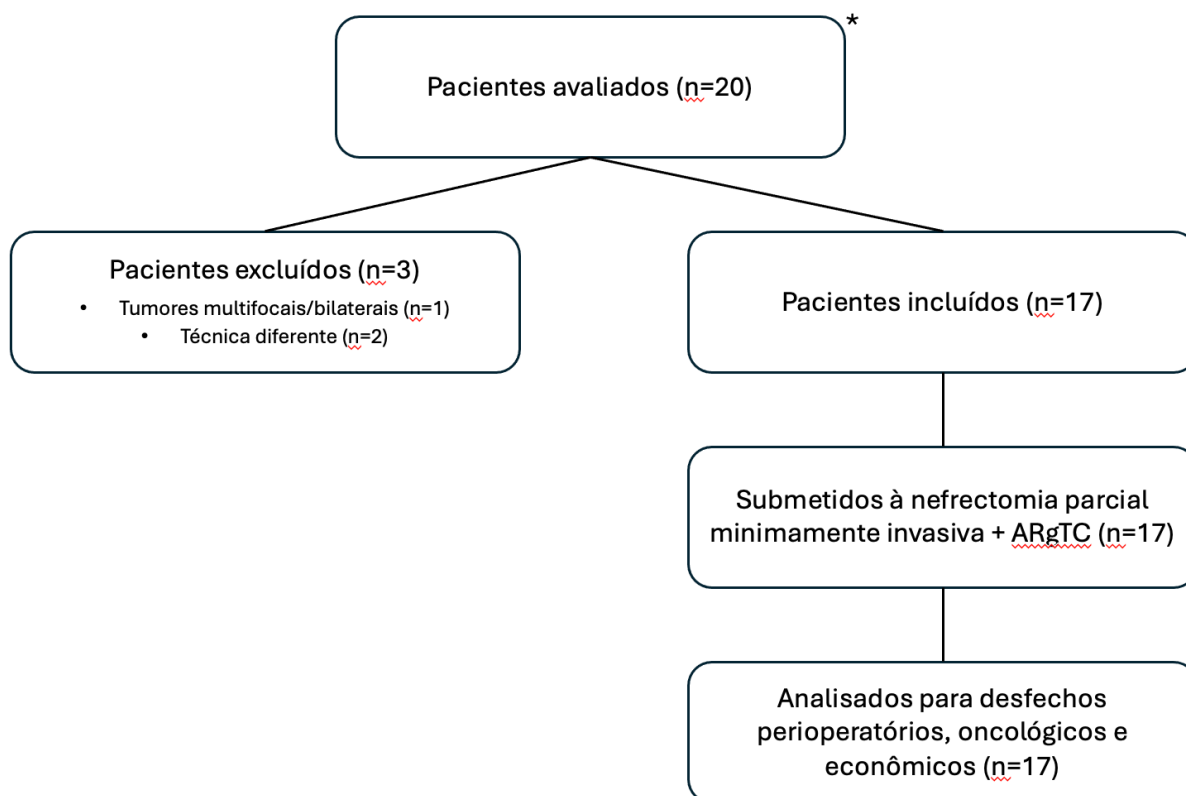
Para pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos com diâmetro máximo inferior a 2 cm, a estratégia de vigilância ativa foi sistematicamente discutida e formalmente oferecida, conforme recomendações contemporâneas para o manejo de pequenas massas renais. Todos os pacientes elegíveis foram devidamente esclarecidos quanto aos riscos, benefícios e alternativas terapêuticas, incluindo acompanhamento clínico-radiológico seriado. A inclusão no presente estudo ocorreu exclusivamente após recusa expressa da vigilância ativa e opção informada pelo tratamento cirúrgico.

3.2.2 Critérios de exclusão

- Pacientes portadores de tumores considerados identificáveis no intraoperatório sem a utilização de métodos de imagem;
- Pacientes elegíveis claramente à nephrectomia radical;
- Pacientes portadores de rim único;
- Pacientes portadores de tumores multifocais/ bilaterais;
- Contraindicação clínica ao procedimento cirúrgico.

Dos 20 indivíduos avaliados, três foram excluídos (um por tumores múltiplos, dois por técnica de agulhamento pré-operatório diferente). Assim, 17 pacientes foram incluídos e submetidos à nephrectomia parcial minimamente invasiva com ARgTC, sendo todos analisados quanto aos desfechos perioperatórios, oncológicos e econômicos.

Figura 3 – Fluxograma de seleção de pacientes incluídos no estudo.



* Seguindo o padrão recomendado pela declaração CONSORT (Schulz et al., 2010).

Fonte: Autor.

3.3 Aspectos éticos

O presente estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da Declaração de Helsinque (atualização de 2013) e seguiu as diretrizes nacionais para pesquisas envolvendo seres humanos, conforme a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. O protocolo de pesquisa foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Esperança (parecer nº 3.931.374, CAAE 22694619.8.0000.8247), e posteriormente estendido às instituições coparticipantes, com anuência formal da Santa Casa de Presidente Prudente e do Hospital Iamada.

Todos os pacientes foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo, potenciais benefícios e riscos envolvidos, incluindo os relacionados ao procedimento de marcação pré-operatória com agulha guiada por tomografia (exposição adicional à radiação, contraste iodado, desconforto do agulhamento e raras complicações hemorrágicas). Após os devidos esclarecimentos, foi obtido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em duas vias, assinado por cada participante antes da inclusão no estudo – anexo 3.

A confidencialidade e o sigilo das informações foram assegurados mediante codificação dos dados, de modo que os pacientes não pudessem ser identificados individualmente. Os registros clínicos, imagens radiológicas e dados operatórios foram armazenados em banco eletrônico protegido por senha, acessível apenas aos pesquisadores diretamente envolvidos.

Este estudo não envolveu custos adicionais aos pacientes além do que já é praticado na rotina assistencial, uma vez que a TC e agulha de marcação tem cobertura pelas operadoras de saúde, e que os casos do sistema público foram custeados em acordo pela Instituição sede do estudo. Não tivemos casos privados e não houve conflito de interesses financeiros relacionados à aquisição de materiais utilizados para o agulhamento ou para o procedimento cirúrgico.

3.4 Avaliação pré-operatória

Todos os pacientes incluídos foram submetidos a avaliação clínica e laboratorial padronizada antes da intervenção cirúrgica. Essa etapa contemplou anamnese detalhada, exame físico completo e exames laboratoriais de rotina pré-operatória geral e para tumores renais, incluindo hemograma, função renal (creatinina sérica e taxa de filtração glomerular estimada), coagulograma, eletrólitos séricos e urinálise.

A avaliação anestésica foi realizada pela equipe de anestesiologia em ambulatório específico de pré-anestesia, seguindo protocolos institucionais. Cada paciente foi classificado segundo a *American Society of Anesthesiologists* (ASA), e os casos com comorbidades significativas foram encaminhados para avaliação e compensação prévias complementares. De forma sistemática, todos os pacientes realizaram avaliação cardiológica e pulmonar antes da cirurgia, com exames adicionais (eletrocardiograma, ecocardiograma, radiografia ou tomografia de tórax, testes de função pulmonar) solicitados de acordo com fatores de risco individuais. Esse fluxo garantiu que apenas pacientes adequadamente compensados fossem encaminhados ao procedimento cirúrgico.

A investigação radiológica teve papel central na seleção e caracterização dos tumores. Todos os pacientes haviam sido submetidos à TC abdominal contrastada (sem contraste, fase arterial, nefrográfica e excretora), de acordo com protocolos institucionais.

De modo a assegurar consistência metodológica e reduzir vieses de interpretação, todos os exames de imagem foram analisados por um único radiologista especialista em

radiologia urogenital, com pelo menos dez anos de experiência. Esse profissional foi responsável pela revisão e validação dos laudos, garantindo uniformidade nos critérios de elegibilidade. O estudo não foi conduzido de forma cega, uma vez que tanto os cirurgiões quanto os radiologistas tinham conhecimento prévio da localização tumoral e dos objetivos do procedimento.

As lesões renais foram caracterizadas segundo:

- Tamanho máximo em eixo maior (milímetros);
- Localização anatômica (superior, médio ou inferior; anterior ou posterior);
- Lado afetado (direito ou esquerdo);
- Relação com seio renal, hilo e sistema coletor;
- Complexidade anatômica, classificada pelo escore R.E.N.A.L. (*Radius, Exophytic/endophytic, Nearness, Anterior/posterior, Location relative to polar lines*).

(Anexo 1)

Esse processo de avaliação clínica, anestésica e por imagem visou garantir a seleção de uma população homogênea e apta ao procedimento cirúrgico, com risco perioperatório adequadamente estimado e critérios diagnósticos uniformes.

3.5 Avaliação da função renal

A avaliação da função renal foi realizada de forma padronizada, com base na dosagem de creatinina sérica e no cálculo da taxa de filtração glomerular estimada (TFGe).

A creatinina sérica foi mensurada em dois momentos: no período pré-operatório, considerado como valor basal individual, e no seguimento pós-operatório tardio, aproximadamente quatro meses após a realização da nefrectomia parcial.

A TFGe foi calculada a partir dos valores de creatinina sérica utilizando a equação CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration), por se tratar do método mais acurado para estimativa da função renal em adultos e amplamente empregado em estudos contemporâneos de cirurgia renal preservadora.

A variação da função renal foi avaliada por meio da diferença absoluta e percentual da TFGe entre o período pré-operatório e o seguimento tardio de quatro meses, permitindo a análise do impacto funcional sustentado do procedimento.

Para fins de análise clínica, considerou-se perda funcional renal significativa a redução igual ou superior a 20% da TFGe em relação ao valor basal. Alterações inferiores a esse limiar

foram interpretadas como variações esperadas no contexto cirúrgico, sem repercussão funcional relevante.

Essa abordagem foi escolhida por refletir de forma mais fidedigna a função renal estabilizada após a recuperação cirúrgica inicial, evitando a superestimação de perdas transitórias frequentemente observadas no pós-operatório imediato.

3.6 Agulhamento renal guiado por tomografia

A marcação tumoral com a técnica de agulhamento é realizada imediatamente antes do encaminhamento do paciente ao centro cirúrgico. O procedimento ocorre no Centro de Diagnóstico por Imagem, sob atuação conjunta das equipes de urologia e de radiologia intervencionista.

Posicionamento e sedação

O paciente é posicionado no tomógrafo em decúbito ventral, com acesso venoso periférico puncionado para que possam ser realizadas a sedação endovenosa e a infusão do contraste, quando necessário. A sedação é obtida com benzodiazepínico (midazolam 3mg) e opioide (fentanil 0,05mg/1ml) endovenosos administrados logo após o posicionamento. Esse protocolo garantiu analgesia e conforto, sem necessidade de anestesia geral.

Planejamento do trajeto

Uma primeira sequência de imagens, com campo reduzido restrito às zonas renais, era adquirida inicialmente. Quando essa avaliação, associada à análise prévia dos exames de imagem já disponíveis, permitia adequada identificação e localização do nódulo-alvo, não havia necessidade de administração de contraste iodado. Nos casos em que a delimitação tumoral permanecia incerta, procedia-se à injeção de 50 ml de contraste iodado, em fluxo de 5 ml/segundo, seguida por um intervalo de 90 segundos para aquisição de nova série de imagens, desta vez na fase nefrográfica.

No plano axial, é utilizado sobre a pele do paciente um *grid* de marcação radiopaco (malha com linhas de metal), a fim de facilitar a orientação espacial e a identificação do ponto de punção. A profundidade de introdução da agulha foi previamente calculada por meio das imagens e do software do equipamento. Esses são passos tradicionalmente utilizados em procedimentos percutâneos guiados por imagem, como biópsias, drenagens e ablações.

O trajeto foi definido considerando a menor distância possível entre a cápsula renal e a lesão tumoral, e a angulação mais próxima possível de 90° em relação à superfície renal, garantindo a menor manipulação de parênquima possível durante o ato operatório.

Preparo do campo e anestesia local

O preparo foi realizado com técnicas usuais de antissepsia: limpeza cutânea com clorexidina, colocação de campo estéril e uso de luvas e materiais estéreis. Anestesia local é realizada através de botão anestésico com lidocaína 2% sem vasoconstritor, aproximadamente 5 ml, aplicada em pele e planos superficiais apenas.

Material utilizado

A agulha de marcação adotada foi a mesma tradicionalmente utilizada em procedimentos de localização de nódulos mamários não palpáveis. Existem várias marcas no mercado, e para o estudo optamos por normatizar o material previamente padronizado em nossa Instituição:

- MAMMOGUIDE® - Agulha para marcação e lesão não palpável, 20Gax10cm, registro na ANVISA nº 80181800026, graduada, com arpão único, *clamp* plástico e régua. Fabricante: INTERMEDICAL COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA (02.470.316/0001-72).

Em pacientes obesos ou com grande distância entre a pele e a lesão renal, existem disponíveis modelos de agulhas mais longas, com até 15 cm de comprimento, que permitem alcançar com segurança o parênquima renal profundo. Contudo, em nossa série não houve necessidade de utilização desses modelos estendidos, tendo sido empregadas em todos os casos agulhas de 10 cm.

Alguns modelos de agulha, como o que utilizamos, contém limitadores externos ajustáveis que deslizam sobre ela (**Figura 4**), para fixar exatamente a distância necessária de introdução, conforme previamente planejado na imagem tomográfica.

Figura 4 – Agulha de marcação com fio metálico dotado de arpão único.



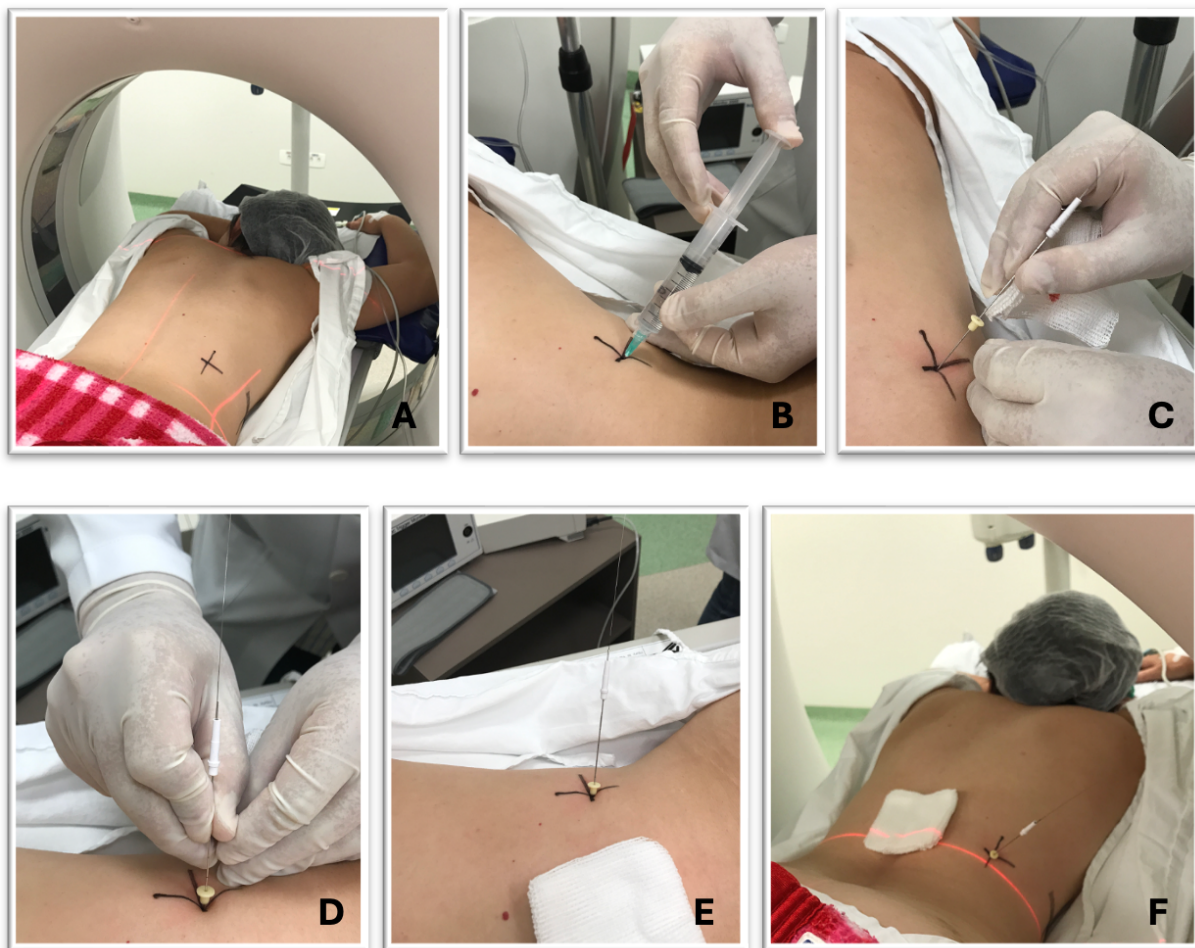
Fonte: Catálogo do fornecedor.

Execução da punção

Durante o momento da punção, o paciente encontra-se sob sedação leve, o que naturalmente reduz a amplitude das incursões respiratórias. Essa condição proporciona maior estabilidade do rim e do campo de punção, dispensando a necessidade de comandos respiratórios voluntários, como inspirações profundas, expirações ou períodos de apneia. Tal característica contribui para a precisão da introdução da agulha e a segurança do procedimento, evitando deslocamentos do alvo durante a progressão do marcador.

As equipes colocam uma única agulha percutânea de marcação no centro do tumor através da melhor área de acesso e por meio da menor via cápsula renal-tumor. O acesso pode ser bem posterior ou lateralizado no flanco, a depender da relação do alvo com o posicionamento das estruturas anatômicas visualizadas nas imagens. A agulha é introduzida e então um novo protocolo de aquisição de imagens é realizado. Caso o trajeto e/ou seu ponto de destino não estejam em conformidade com o desejado, a agulha pode ser reposicionada em angulação, avanço ou recuo (**Figura 5**).

Figura 5 – Anestesia local, posicionamento da agulha e conferência de localização. **A.** Primeira varredura para marcação. **B.** Anestesia local. **C.** Posicionamento da agulha. **D. e E.** Progressão até o limitador. **F.** Varredura de checagem.



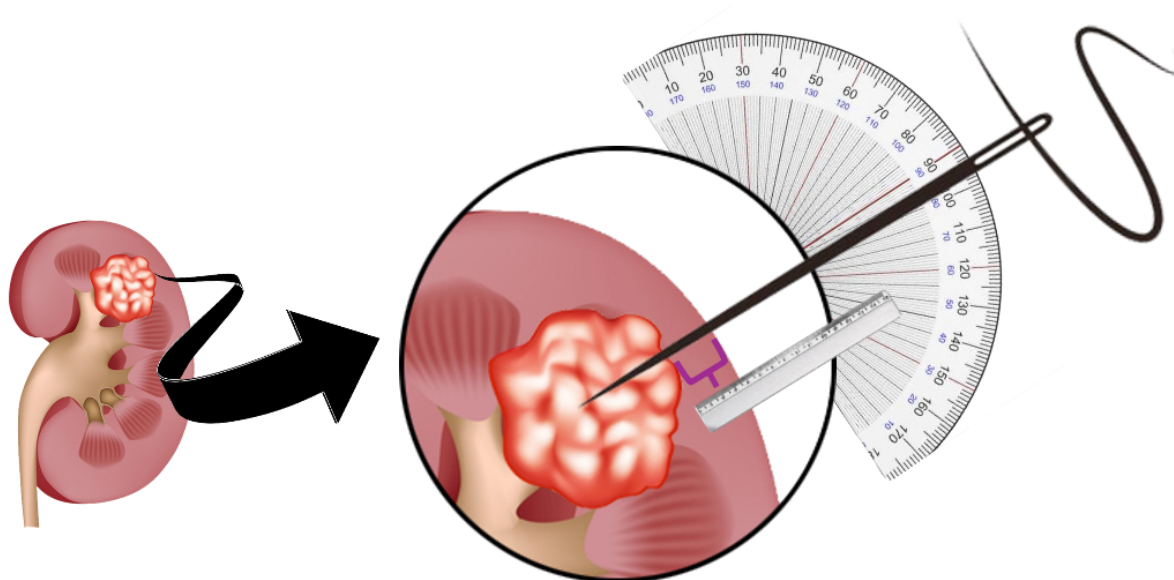
Fonte: Autor.

São princípios fundamentais da técnica (**Figura 6**):

- 1) **Acesso látero-posterior / Decúbito ventral;**
- 2) **Menor trajeto de córtex renal (distância cápsula renal-tumor) quanto possível;**
- 3) **Angulação perpendicular entre agulha e superfície renal** ou o mais próximo de 90° quanto possível;
- 4) **Locar a ponta da agulha no centro do tumor** ou o mais próximo quanto possível; *

*exceção: tumores anteriores.

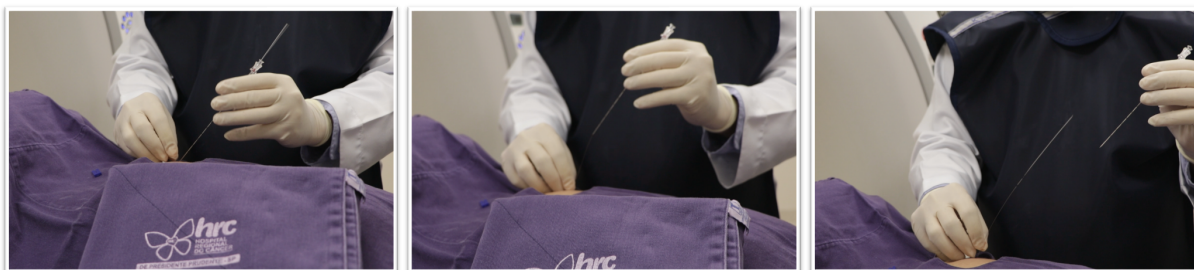
Figura 6 – Princípios fundamentais da técnica.



Fonte: Autor.

Após a confirmação tomográfica do posicionamento adequado, o fio interno metálico flexível com arpão (mandril) é disparado no interior da lesão, e a cânula da agulha retirada, mantendo o fio fixo no tumor (**Figura 7**).

Figura 7 – Retirada da agulha e liberação do arpão.



Fonte: Autor.

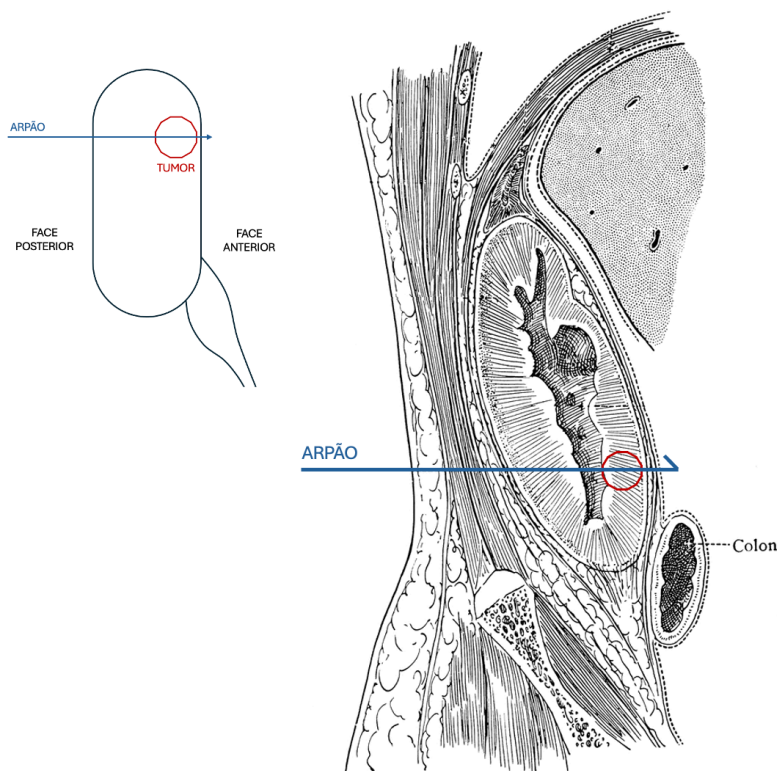
O mandril/fio é suficientemente maleável para ser enrolado e acomodado próximo à pele. Um curativo é feito junto a região lombar protegendo o fio para que não seja deslocado durante o trajeto do paciente ao Centro Cirúrgico e seu posicionamento final na mesa operatória. O ARgTC no setor de radiologia apresenta duração média de 20 a 30 minutos. Em nossa padronização, após o agulhamento o paciente é encaminhado imediatamente para realização do procedimento cirúrgico, reduzindo riscos de migração do marcador.

Variação técnica para tumores anteriores

Nos casos em que o tumor apresentava localização anterior, especialmente quando o menor trajeto entre a cápsula renal e a lesão se situava na face anterior do rim, adotou-se uma variação técnica. Nessa situação, a agulha era posicionada de modo a transfixar o parênquima renal, permitindo que a extremidade distal do arpão emergisse externamente pela face anterior do órgão. Essa adaptação visou otimizar a orientação intraoperatória, uma vez que o arpão permanecia imediatamente visível ao cirurgião após a exposição do rim. Importante ressaltar que a maioria dos acessos utilizados são transperitoneais, o cirurgião aborda o rim pela frente, então a visualização e manipulação do arpão anterior é facilitada (Figura 8).

Embora o trajeto transfixante possa, em teoria, aumentar o risco de sangramento intrarrenal, o planejamento tomográfico prévio e a fixação estável do arpão permitiram a execução segura da técnica, sem intercorrências ou dificuldades adicionais. Vale ressaltar que, ao incisar a partir do arpão em direção à lesão, seguindo o fio marcador, todo o trajeto cortical previamente transpassado é abordado e extirpado de alguma forma.

Figura 8 – Variação técnica para agulhamento de tumores anteriores (corte sagital).



Fonte: Adaptado de ClipArt ETC (Educational Technology Clearinghouse). Clipart cortesia FCIT.

Disponível em https://etc.usf.edu/clipart/52700/52774/52774_kidney.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2025.

3.7 Técnica cirúrgica

Em nossa prática cirúrgica todas as nefrectomias parciais são transperitoneais, realizadas por via minimamente invasiva laparoscópica. A utilização de plataforma robótica pode ser acrescida ao arsenal terapêutico, sem que haja modificação para a técnica de ARgTC.

Antes de iniciar a cirurgia, com o paciente já anestesiado e posicionado na mesa cirúrgica, retiramos o curativo e cortamos o fio de marcação facilmente com uma tesoura estéril rente à pele (**Figura 9**). Vale ressaltar que o agulhamento não exige qualquer alteração no posicionamento cirúrgico habitual utilizado para a NP.

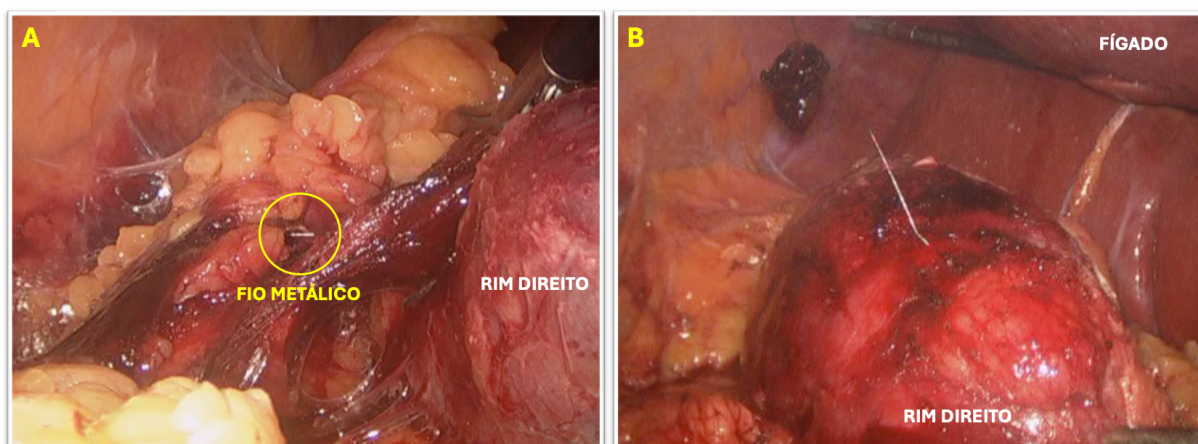
Figura 9 – Secção do fio flexível de marcação.



Fonte: Autor.

Após a obtenção do pneumoperitônio e o estabelecimento dos portais laparoscópicos, a cirurgia prossegue conforme os passos convencionais da nefrectomia parcial. Durante a dissecação inicial, atenção especial deve ser dedicada à liberação das aderências laterais e posteriores do rim, evitando movimentações intempestivas do órgão até que se encontre o fio marcador. Uma vez identificado, o coto do fio metálico – extremidade no subdérmico/subcutâneo do paciente – é tracionado para o interior da cavidade peritoneal e o restante da preparação para a abordagem da lesão conduzida.

Figura 10 – Dissecção renal e identificação do fio de marcação. **A.** Primeira visão do fio durante a dissecção lateral. **B.** Liberação renal completa e fio indicando ponto de abordagem.



Fonte: Autor.

Em relação ao controle do hilo renal, nos casos iniciais optamos pelo clampeamento arterial e venoso de forma sistemática, buscando maior segurança técnica. Com a progressão da experiência e maior familiaridade com a técnica, no último terço da casuística passamos a adotar preferencialmente o clampeamento exclusivo da artéria renal, conduta que também foi aplicada para todos os casos de nefrectomia parcial. Essa mudança de conduta foi motivada por fundamentos fisiológicos e funcionais. O clampeamento arterial isolado permite preservar o fluxo venoso renal, reduzindo a pressão intraparenquimatosa durante a fase de isquemia e facilitando a hemostasia. Além disso, há evidências de que tal abordagem pode contribuir para melhor preservação da função renal, uma vez que reduz o risco de congestão medular e minimiza a reperfusão abrupta após o término da isquemia (DESAI et al 2014; CAO et al 2020).

O acesso ao nódulo é realizado exatamente sobre o trajeto do fio-guia inserido no rim, com incisão linear única, cujo eixo deve manter o fio marcador centralizado ao longo de toda a extensão do corte. O parênquima incisado progressivamente até que se encontre a cápsula da lesão. Devido os TRTE terem como característica na maioria dos casos a proximidade com estruturas vasculares e do sistema coletor, somando-se que há prioridade na preservação máxima do parênquima funcional, a opção técnica predominante em nossa experiência foi pela enucleação tumoral. Vale ressaltar que a punção com a agulha de marcação não ocasionou ruptura da cápsula tumoral, evitando, portanto, risco de extravasamento ou disseminação de material durante a manipulação da lesão. Dessa forma, não há necessidade

de adoção de cuidados extras além daqueles habitualmente empregados na liberação do nódulo renal.

O tumor é extirpado em bloco junto ao guia, o qual permanece fixo na lesão até o instante da extração, não sendo em nenhum momento tracionado ou deslocado para fora do nódulo. A retirada da peça é realizada com bolsa coletora de espécime para laparoscopia (*endobag*) de 10mm em conjunto com o fio. Em situações em que o fio se encontra frouxo após a ressecção, pode ser removido separadamente por um dos portais, sem dificuldades adicionais.

A execução do procedimento pode ser visualizada em vídeos ilustrativos anexos à tese (**Apêndice B – Links e QR Codes**), que demonstram casos do rim direito e esquerdo, bem como o detalhamento técnico do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada.

3.8 Seguimento

Os pacientes foram acompanhados segundo a rotina de vigilância pós-operatória para tumores renais adotada no Hospital de Esperança de Presidente Prudente, ajustada conforme fatores de risco individuais. Após o retorno imediato, foi realizada uma primeira avaliação clínica e radiológica aos 4 meses, seguida por consultas semestrais no primeiro e segundo anos, e, posteriormente, anuais até completar 5 anos de seguimento. Em situações específicas, o esquema pôde ser modificado com base nas recomendações das *NCCN Guidelines (National Comprehensive Cancer Network)*, sobretudo na presença de características histopatológicas adversas, margens cirúrgicas positivas ou estadiamento mais avançado.

Em todas as consultas, foi realizado exame físico sistemático, além de avaliação laboratorial (função renal, hemograma, urinálise e exames adicionais quando indicados) e exames de imagem (ultrassonografia, tomografia computadorizada ou ressonância magnética), de acordo com as necessidades do paciente.

Ao término do seguimento, os pacientes foram classificados em cinco categorias:

- a) Vivos sem câncer: ausência de evidência clínica, laboratorial ou radiológica de doença.
- b) Vivos com câncer: evidência persistente de doença após a cirurgia primária, ou recidiva detectada durante o acompanhamento.
- c) Óbito relacionado ao câncer: morte decorrente da progressão da doença ou de complicações diretamente associadas ao tratamento, incluindo óbito pós-operatório em até

30 dias.

d) Óbito por outras causas: morte decorrente de causas não relacionadas ao câncer renal ou às complicações do tratamento.

e) Perda de seguimento: pacientes que não retornaram às consultas de acompanhamento dentro de um período superior ao dobro do estipulado, e que não puderam ser localizados.

3.9 Variáveis avaliadas

Foram coletadas e analisadas variáveis distribuídas em cinco grandes grupos: epidemiológicas, clínicas, terapêuticas, anatomopatológicas e sobre desfechos clínicos.

As variáveis epidemiológicas incluíram idade, sexo, raça, peso, altura e índice de massa corporal (IMC), tabagismo, etilismo, histórico familiar de neoplasia renal e a presença de comorbidades clínicas associadas.

As variáveis clínicas contemplaram características do nódulo tumoral, como tamanho, lateralidade, polo renal acometido, posição anatômica, a classificação de complexidade pelo escore nefrométrico R.E.N.A.L.; bem como a presença ou não de sintomas relacionados no momento do diagnóstico, e o histórico pessoal de neoplasia renal.

As variáveis terapêuticas abordaram indicadores do ato cirúrgico e do período de internação, como o tempo de duração do procedimento, tempo de clampeamento vascular, perda sanguínea estimada, transfusões, necessidade de conversão de técnica, complicações intraoperatórias e precoces (até 30 dias do tratamento) – fístulas urinárias, infecções –, tempo de internação hospitalar e a intensidade da dor relacionada ao procedimento de agulhamento.

Entre as variáveis anatomopatológicas, foram avaliados o subtipo histológico, o grau nuclear segundo a classificação ISUP, o estadiamento patológico TNM, a análise das margens cirúrgicas, além da presença de necrose tumoral, invasão vascular e componentes de agressividade (sarcomatóide e rabdóide).

Os desfechos avaliados compreenderam complicações pós-operatórias tardias (após 30 dias do tratamento), alcance do trifecta ou pentafecta, evidência de implante ou recorrência tumoral, além da situação clínica ao final do seguimento, categorizada em: vivo sem câncer, vivo com recidiva, óbito relacionado ao câncer, óbito por outras causas e perda de seguimento. Todos os indicadores estão resumidos na **Figura 11**.

Figura 11 – Indicadores epidemiológicos, clínicos e oncológicos.

 Epidemiológicos	 Clínicos	 Terapêuticos	 Anatomopatológicos	 Desfechos Clínicos
Idade	Sintomático	Escala de dor (agulhamento)	Histologia	Complicações tardias
Sexo	Histórico pessoal	Tempo de cirurgia	ISUP	Preservação da TFG
Raça	Lateralidade	Clampeamento	Estadiamento TNM	Trifecta
IMC	Tamanho	Sangramento	Margem	Pentafecta
Comorbidades	Polo	Transfusão	Invasão vascular	Recorrência
Histórico familiar	Posição	Perda do marcador	Necrose	Situação clínica ao término
Tabagismo	R.E.N.A.L.	Conversões técnicas	Componente sarcomatóide	
Etilismo		Complicações Intraop.	Componente rabdóide	
		Complicações precoces		
		Tempo de internação		

Fonte: Autor.

3.10 Caracterização da casuística

Da população estudada, de um total de 17 pacientes avaliados 7 (41%) eram do sexo feminino e 10 (59%) eram do sexo masculino. A população branca é a mais acometida pelo carcinoma de células renais, representando cerca de 80–85% dos casos nos EUA (SIEGEL et al., 2024). No Brasil, embora o INCA não estratifique oficialmente por raça, observa-se predomínio em brancos e pardos. Em nossa casuística, 100% dos pacientes tratados para TRTE eram de brancos, o que reforça esse padrão epidemiológico já descrito na literatura. A idade variou entre 36 e 76 anos, tendo como média 54,7 anos. Apenas um quarto dos indivíduos se apresentavam com o peso dentro da faixa ideal, sendo a maioria da coorte enquadrada como em sobrepeso. A média de peso foi 83,5 kg, de altura 1,67 m e do IMC foi 29,8 Kg/m².

Aproximadamente 30% dos pacientes não eram portadores de comorbidades, enquanto 70% apresentavam uma ou mais condições clínicas. As doenças associadas mais frequentes foram hipertensão arterial (41,2%) e litíase urinária (29,4%). Dentre os antecedentes pessoais o tabagismo foi observado em 4 pacientes (23,5%), sendo que mais da metade (17,6%) desses já havia cessado o hábito, restando apenas 1 fumante ativo no momento do estudo. Da mesma forma, tivemos somente 1 participante classificado como etilista ativo em consumo diário de bebidas alcoólicas acima de 40 g/dia.

Relativo aos antecedentes familiares de CCR, nenhum paciente referiu conhecimento de casos incidentes em parentes (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Variáveis epidemiológicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC.

Variável	Categoria	N	%
Idade	≤ 40 anos	2	11,8
	41 a 60 anos	9	52,9
	≥ 61 anos	6	35,3
Sexo	Masculino	10	58,8
	Feminino	7	41,2
Raça	Branco	17	100
	Outras etnias	0	0
Índice de massa corpórea	Normal (18,5 – 25)	4	23,5
	Sobrepeso (25 – 30)	6	35,3
	Obesidade GI (30 – 35)	3	17,7
	Obesidade GII (35 – 40)	4	23,5
Comorbidades	Não	5	29,4
	1 comorbidade	6	35,3
	2 comorbidades	3	17,7
	3 comorbidades	3	17,7
	<i>Hipertensão</i>	7	(41,2)
	<i>Litíase urinária</i>	5	(29,4)
	<i>Arritmia</i>	2	(11,8)
	<i>Dislipidemia</i>	2	(11,8)
	<i>Hipotireoidismo</i>	2	(11,8)
	<i>Diabetes Mellitus</i>	1	(5,9)
	<i>Disfunções do TGI alto</i>	1	(5,9)
Histórico familiar de neoplasia renal	<i>Pneumopatias</i>	1	(5,9)
	<i>Doença renal crônica</i>	0	(0)
	Não	17	100
	Sim (1 caso)	0	0
Tabagismo	Sim (≥2 casos)	0	0
	Não	13	76,5
	Ex-fumante	3	17,6
Etilismo	Fumante	1	5,9
	Não	16	94,1
	Ex-etilista	0	0
Total	Etilista	1	5,9
	-	17	100

Fonte: Autor.

Sobre as características clínicas observamos que a totalidade dos pacientes obtiveram seus diagnósticos de maneira incidental, através de exames de rotina ou solicitados por outras razões. Um único participante tinha histórico pessoal de CCR células claras exofítico, tratado no mesmo rim cinco anos antes. Esse acompanhava em rotina de seguimento oncológico, e foi nosso caso singular de reoperação utilizando a técnica proposta.

Quanto ao perfil das lesões, observou-se predomínio absoluto de nódulos sólidos (aproximadamente 90%), havendo apenas um caso cístico complexo e um sólido-cístico. Relativo à lateralidade houve divisão equilibrada entre os rins direito e esquerdo, não havendo predileção por lado.

No que se refere ao tamanho tumoral, quase 95% dos casos foram classificados como cT1a (< 40 mm). Somente 1 caso registrado como cT1b (> 40 mm e ≤ 70 mm), porém limítrofe quando consideramos que mediu 41 mm. Em nossa casuística, dois tumores tiveram tamanho inferior a 20 mm (14 e 16 mm). Vale ressaltar, que vigilância ativa foi oferecida entre as modalidades possíveis para esses pacientes, que muitas vezes é nossa opção de conduta, porém os mesmos em conjunto com seus familiares optaram pelo tratamento cirúrgico.

Perto de metade dos nódulos foram identificados com sua topografia abrangendo a região interpolar mesorrenal, próximo dos grandes eixos dos sistemas coletores e vasculares, o que dificulta tecnicamente a nefrectomia parcial. O restante distribuiu-se de forma semelhante entre os polos superior e inferior. A maioria dos tumores ocuparam simultaneamente ambas as regiões: cortical e medular. Ainda sobre posicionamento, a maioria foi posterior (47%), seguida por intermediária (29,4%) e anterior (23,6%).

Referente à pontuação nefrométrica optamos por utilizar o sistema R.E.N.A.L., e trabalhamos em nossa coorte com graus de complexidade de moderado (7-9 pontos) à alto (10-12 pontos) (**Anexo 1**). Dois terços dos casos foram pontuados entre 9 (17,6%) e 10 (42,7%), evidenciando a clara dificuldade de manejo terapêutico (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Variáveis clínicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC.

Variável	Categoria	N	%
Sintomático ao diagnóstico	Não (incidentaloma)	17	100
	Sim	0	0
Histórico pessoal de neoplasia renal	Não	16	94,1
	Sim (mesmo rim)	1	5,9
	Sim (contralateral)	0	0
Característica da lesão	Cística complexa	1	5,9
	Sólido-cística	1	5,9
	Sólida	15	88,2
Lateralidade	Direito	8	47
	Esquerdo	9	53
Diâmetro tumoral (cm)	≤2	2	11,8
	>2 e ≤3	11	64,7
	>3 e ≤4	3	17,6
	>4	1	5,9
Topografia renal prevalente	Superior	5	29,4
	Médio	8	47
	Inferior	4	23,6
Posição tumoral	Anterior	4	23,6
	Posterior	8	47
	Intermediário	5	29,4
Pontuação nefrométrica (R.E.N.A.L.)	7	3	17,6
	8	3	17,6
	9	3	17,6
	10	8	47,2
Total	-	17	100

Fonte: Autor.

Para melhor sistematização e compreensão da casuística, elaborou-se um quadro contendo a individualização das principais características epidemiológicas e clínicas de cada paciente incluído no estudo. Essa forma de apresentação permite uma visão integrada e comparativa dos casos, facilitando a análise dos resultados de maneira clara e objetiva (**Figura 12**).

Figura 12 – Características clínicas individualizadas de 17 pacientes com tumores renais totalmente endofíticos.

n.	Idade (anos)	IMC (kg/m ²)	Tamanho (mm)	Lateralidade	Polo	R.E.N.A.L.	Posição
1	36	23,7	16	Direita	Mesorrenal	9	p
2	67	29	25	Direita	Superior	9	a
3	76	18,8	37	Esquerda	Superior/Médio	10	p
4	67	28,3	28	Direita	Mesorrenal	10	p
5	70	27,1	25	Esquerda	Mesorrenal	8	x
6	30	29,6	14	Direita	Superior	7	p
7	53	31,2	26	Esquerda	Inferior	8	x
8	47	22,5	28	Direita	Inferior	8	p
9	55	22,5	30	Esquerda	Mesorrenal	10	xh
10	51	36,1	39	Esquerda	Superior	9	p
11	51	37,9	22	Direita	Superior	7	x
12	61	39,3	22	Esquerda	Inferior	7	a
13	60	29	32	Esquerda	Mesorrenal	10	x
14	43	26,3	28	Direita	Mesorrenal	10	a
15	71	34,7	25	Esquerda	Mesorrenal	10	ph
16	42	38,4	22	Direita	Mesorrenal	10	p
17	50	32,5	41	Esquerda	Médio/Inferior	10	xh

* Paciente já submetido à nefrectomia parcial VLP no mesmo rim há 5 anos.

Fonte: Autor.

4 RESULTADOS

4.1 Aspectos radiológicos

A média de quatro varreduras tomográficas por paciente resultou em uma dose efetiva estimada de aproximadamente 4 mSv com protocolos de baixa dose (cenário conservador: até 10 mSv) e campo limitado. Esses valores são comparáveis à exposição de uma TC de abdome de fase única, tipicamente entre 5 e 6 mSv, e substancialmente inferiores aos protocolos multifásicos abdominais, que frequentemente ultrapassam 15–20 mSv (METTLER et al 2019; CHEN 2024). Dessa forma, a técnica pôde ser caracterizada como de baixa carga radiológica, sem impacto clínico significativo para os pacientes.

Na maioria dos procedimentos (88%) foi utilizado contraste iodado não iônico para auxiliar na delimitação da lesão e no trajeto da agulha. Quando empregado, o volume administrado foi de aproximadamente 50 ml, quantidade inferior à usualmente adotada em protocolos de tomografia multifásica abdominal (80–120 ml). O uso do contraste não resultou em reações adversas imediatas e não houve alterações significativas da função renal no período pós-operatório.

4.1.1. Exemplis ilustrativos do agulhamento pré-operatório

Com o intuito de demonstrar a aplicação prática e a viabilidade técnica do ARgTC, são apresentados a seguir exemplos ilustrativos dos casos incluídos na presente série. As imagens foram selecionadas de forma a evidenciar a diversidade de situações enfrentadas, contemplando diferentes aspectos radiológicos relacionados ao posicionamento da agulha e à delimitação tumoral obtida no pré-operatório imediato, características biológicas dos tumores e particularidades técnicas associadas às vias de acesso empregadas.

Na presente casuística, observou-se predominância de punções posterolaterais ($n = 11$), seguidas por posteriores ($n = 4$) e póstero-anteriores ($n = 2$), estas últimas caracterizadas pela passagem da agulha através do parênquima renal com direcionamento anterior. Essa distribuição reflete a variabilidade anatômica das lesões totalmente endofíticas e a necessidade de individualização da trajetória de punção de acordo com a relação tumoral com as estruturas adjacentes, reforçando a adaptabilidade da técnica a diferentes cenários cirúrgicos.

Com o objetivo de sintetizar os achados mais relevantes de cada caso, a **Figura 13** apresenta, de forma organizada, as principais particularidades dos 17 pacientes submetidos ao ARgTC. São descritos o diagnóstico histológico, o tamanho tumoral, a localização, a classificação pelo escore R.E.N.A.L., a área da punção e os achados específicos de maior relevância clínica, prognóstica ou de abordagem técnica.

As **Figuras 14 a 30** exemplificam visualmente os casos incluídos na série, destacando os diferentes aspectos anatômicos e radiológicos observados, bem como a variedade de posicionamentos da agulha e de apresentações tumorais contempladas.

Figura 13 – Heterogeneidade de apresentação e particularidade dos 17 casos de agulhamento pré-operatório guiado por tomografia em tumores renais totalmente endofíticos.

n.	Histologia	Tamanho (mm)	Polo	R.E.N.A.L. <i>Nefrometria</i>	Punção	Particularidade
1	Angiomiolipoma	16	Mesorrenal	9p	Posterolateral	Angiomiolipoma pobre em gordura
2	Cromóforo	25	Superior	9a	Pósterio-anterior	Alça lateral, agulha via posterior transpassa o rim para indicar anteriormente
3	Mucinoso	37	Sup./Médio	10p	Posterior	Através do quadrado lombar
4	Células Claras	28	Mesorrenal	10p	Posterolateral	Lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste
5	Células Claras	25	Mesorrenal	8x	Posterolateral	Acesso lateralizado
6	Células Claras	14	Superior	7p	Posterolateral	Falsa impressão da possibilidade de localização sem auxílio
7	Cisto Benigno	26	Inferior	8x	Posterolateral	Pielonefrite crônica, lesão cística complexa
8	Papilífero tipo 2	28	Inferior	8p	Posterior	Através do quadrado lombar
9	Células Claras	30	Mesorrenal	10xh	Posterolateral	Hilar, central, toca veia renal
10	Células Claras	39	Superior	9p	Posterior	Difícil delimitação, componente sarcomatóide
11	Papilífero tipo 2	22	Superior	7x	Pósterio-anterior	Proximidade ao fígado, agulha transpassa para indicar anteriormente
12	Oncocitoma	22	Inferior	7a	Posterolateral	Alças interpostas, paciente posicionado em decúbito lateral
13	Células Claras	32	Mesorrenal	10x	Posterolateral	Hilar, central
14	Células Claras	28	Mesorrenal	10a	Posterolateral	Lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste
15	Células Claras	25	Mesorrenal	10ph	Posterolateral	Reabordagem, gordura tóxica
16	Células Claras	22	Mesorrenal	10p	Posterior	Através do quadrado lombar
17	Células Claras	41	Médio/Inf.	10xh	Posterior	Hilar, central, toca sistema coletor e hilo

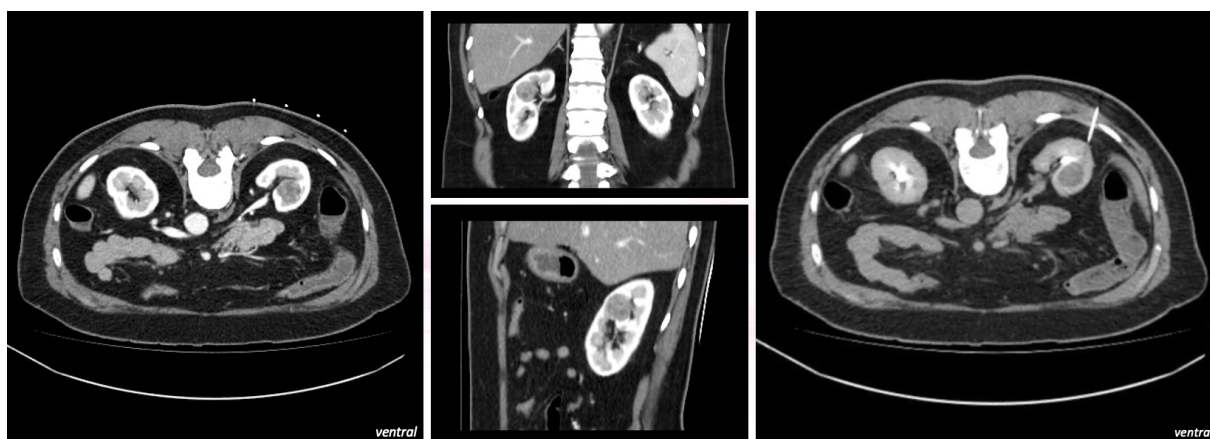
Fonte: Autor.

Figura 14 – Caso 1. Angiomiolipoma, 22mm, escore RENAL 9p. Punção posterolateral. Particularidade: pobre em gordura.



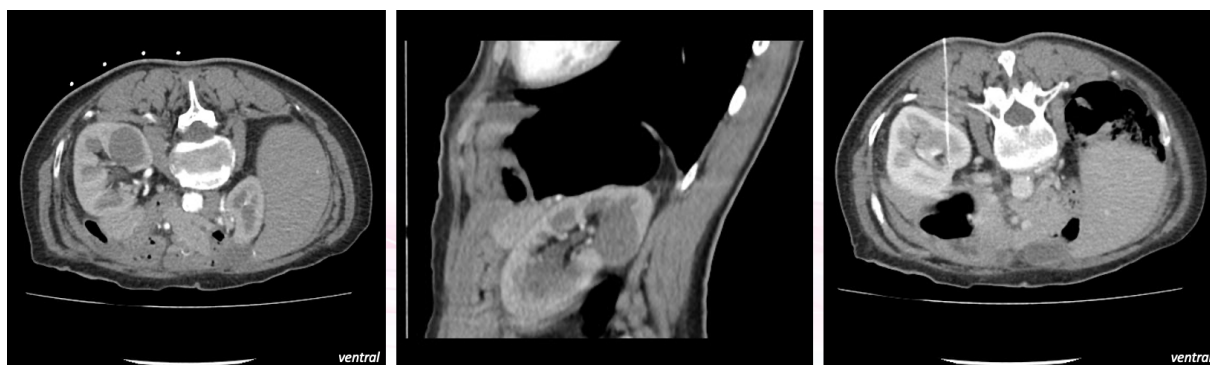
Fonte: Autor.

Figura 15 – Caso 2. Células renais cromóforo, 25mm, escore RENAL 9a. Punção pósterio-anterior. Particularidade: alça lateral, agulha via posterior transpassa o rim para indicar anteriormente.



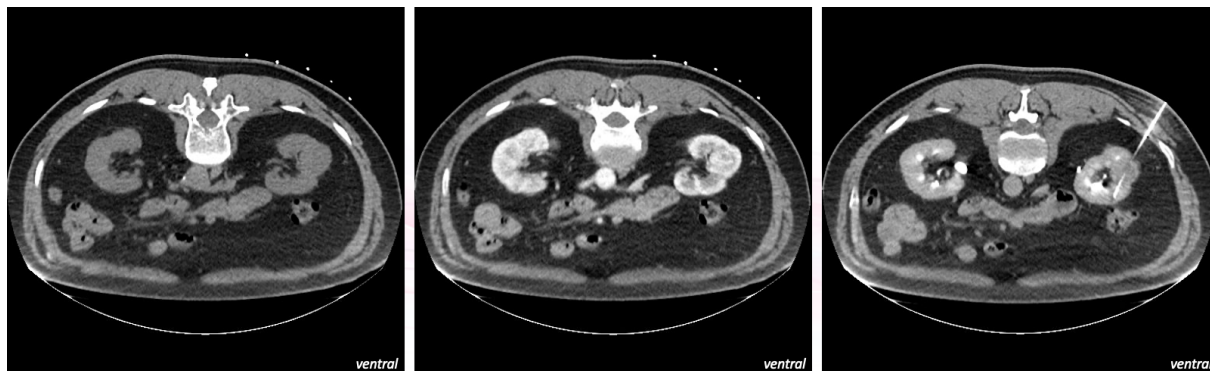
Fonte: Autor.

Figura 16 – Caso 3. Células tubulares e fusiformes mucinoso, 37mm, escore RENAL 10p. Punção posterior. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar.



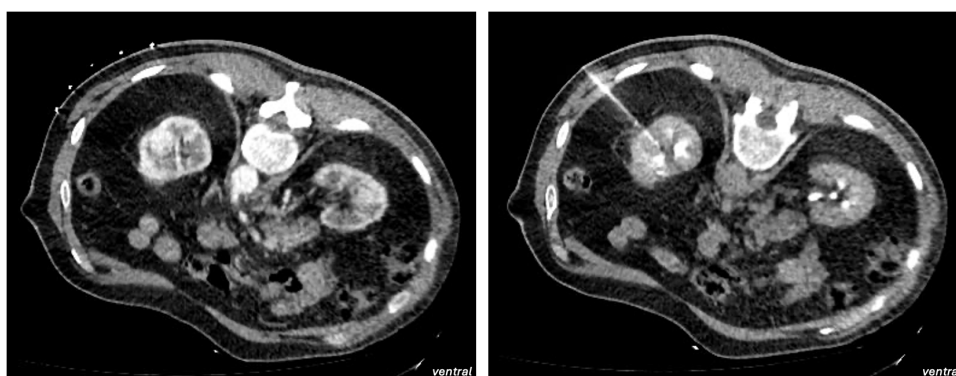
Fonte: Autor.

Figura 17 – Caso 4. Células renais células claras, 28mm, escore RENAL 10p. Punção posterolateral. Particularidade: lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste.



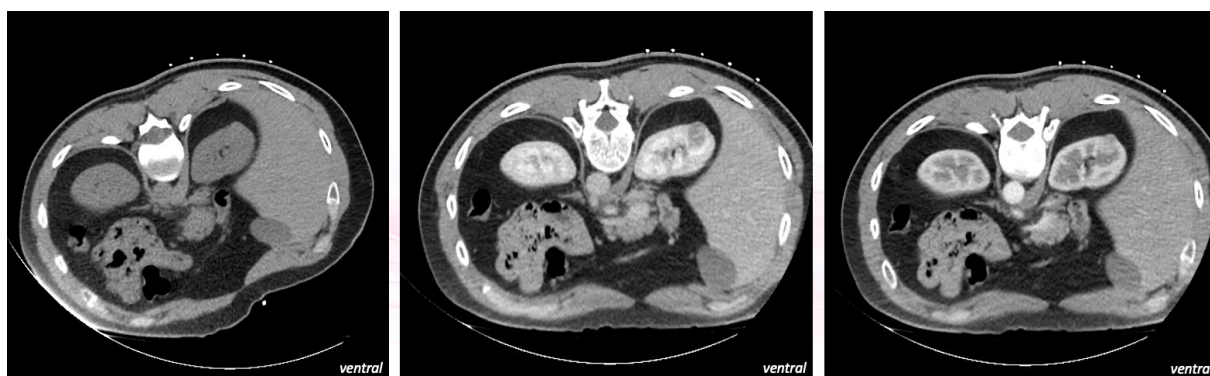
Fonte: Autor.

Figura 18 – Caso 5. Células renais células claras, 25mm, escore RENAL 8x. Punção posterolateral. Particularidade: punção lateral (linha axilar posterior).



Fonte: Autor.

Figura 19 – Caso 6. Células renais células claras, 14mm, escore RENAL 7p. Punção posterolateral. Particularidade: falsa impressão da possibilidade de localização intraoperatória apenas anatômica.



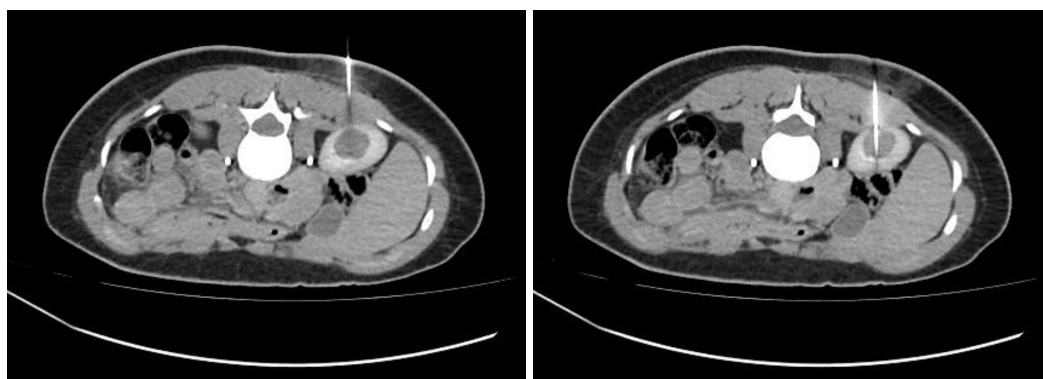
Fonte: Autor.

Figura 20 – Caso 7. Cisto renal benigno, 26mm, escore RENAL 8x. Punção posterolateral. Particularidade: pielonefrite crônica, causando alterações pseudotumorais.



Fonte: Autor.

Figura 21 – Caso 8. Células renais papilífero tipo 2, 28mm, escore RENAL 8p. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar.



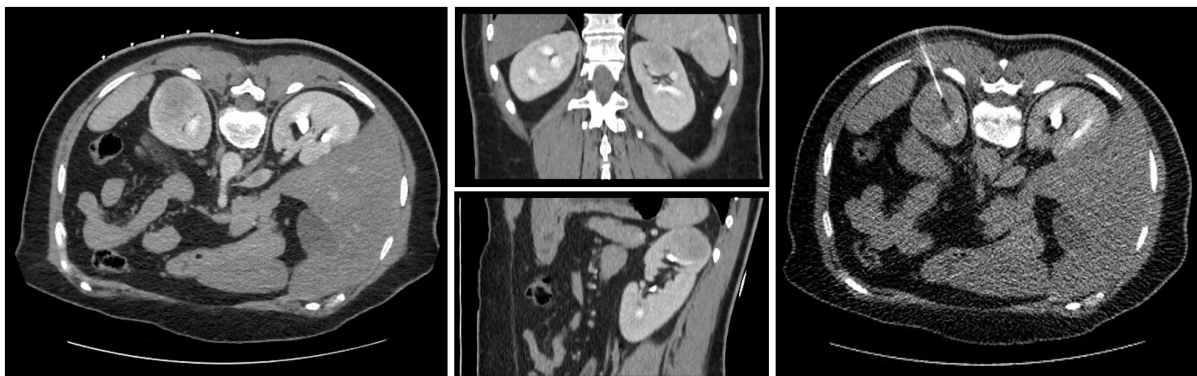
Fonte: Autor.

Figura 22 – Caso 9. Células renais células claras, 30mm, escore RENAL 10x. Punção posterolateral. Particularidade: tumor hilar, central, tocando sistema vascular principal.



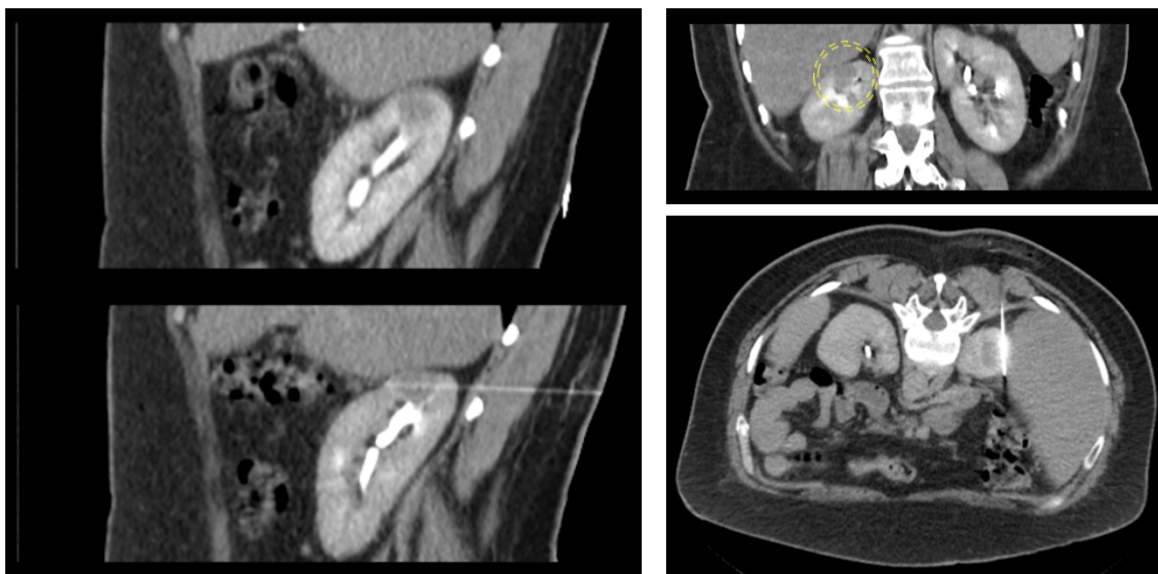
Fonte: Autor.

Figura 23 – Caso 10. Células renais células claras, 39mm, escore RENAL 9p. Punção posterior. Particularidade: componente sarcomatóide.



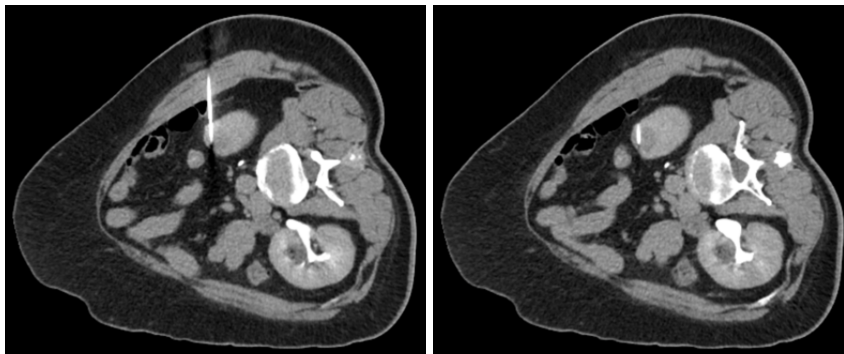
Fonte: Autor.

Figura 24 – Caso 11. Células renais papilífero tipo 2, 22mm, escore RENAL 7x. Punção pósterio-anterior. Particularidade: proximidade ao fígado e dificuldade de acesso para marcação.



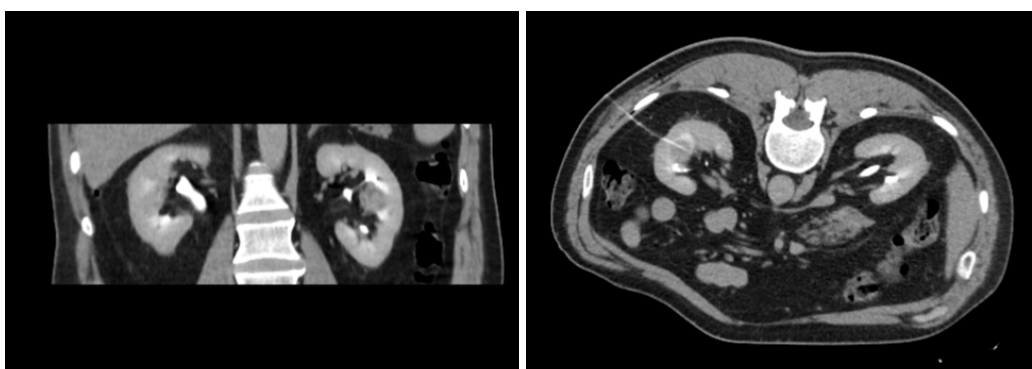
Fonte: Autor.

Figura 25 – Caso 12. Oncocitoma, 22mm, escore RENAL 7a. Punção posterolateral. Particularidade: presença de alças intestinais interpostas ao trajeto ideal de acesso, o que demandou posicionamento em decúbito lateral para mobilização do delgado.



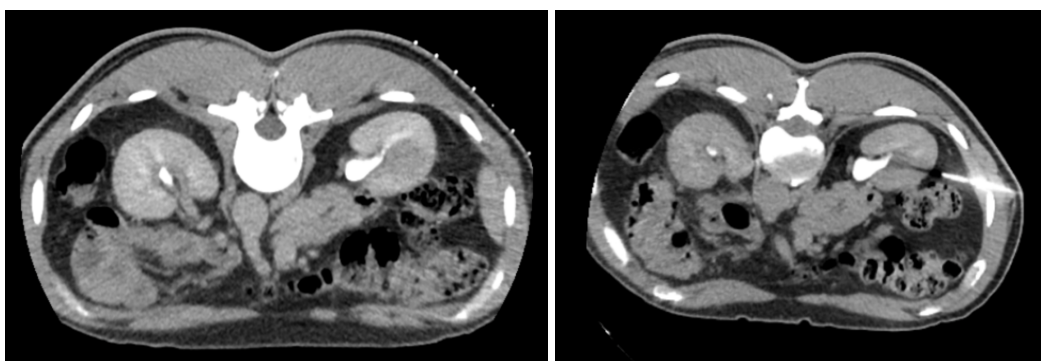
Fonte: Autor.

Figura 26 – Caso 13. Células renais células claras, 32mm, escore RENAL 10x. Punção posterolateral. Particularidade: tumor hilar, central.



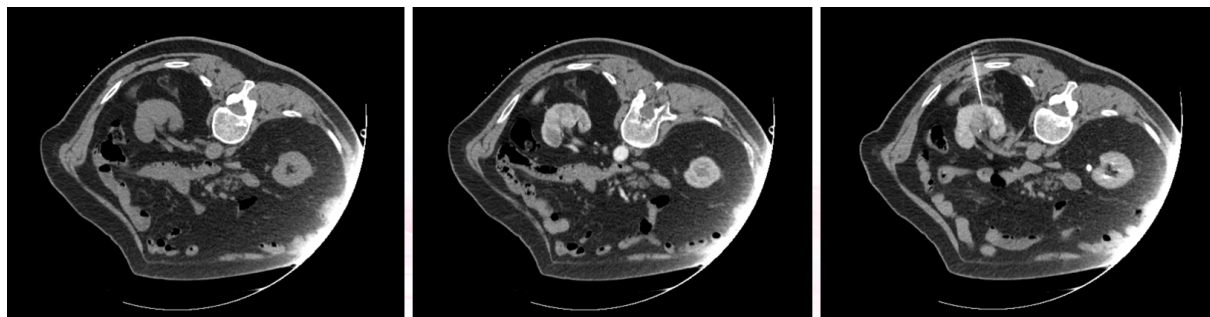
Fonte: Autor.

Figura 27 – Caso 14. Células renais células claras, 28mm, escore RENAL 10a. Punção posterolateral. Particularidade: lesão isoecogênica ao ultrassom e de difícil localização na TC sem contraste.



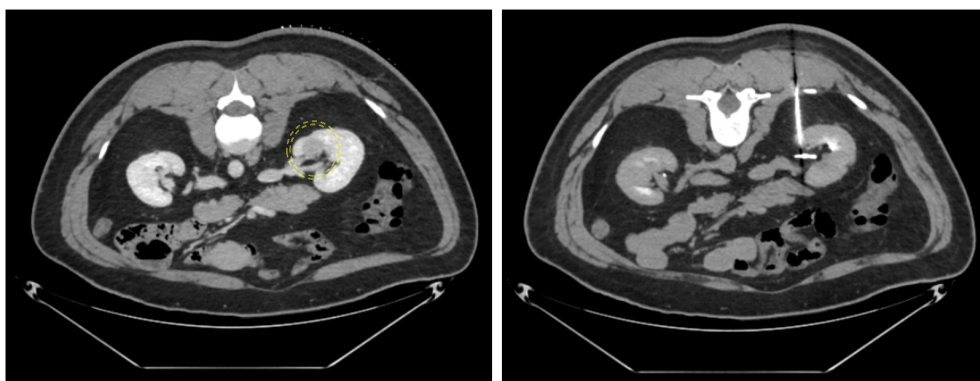
Fonte: Autor.

Figura 28 – Caso 15. Células renais células claras, 25mm, escore RENAL 10ph. Punção posterolateral. Particularidade: reabordagem, rim já submetido à nefrectomia parcial, gordura tóxica.



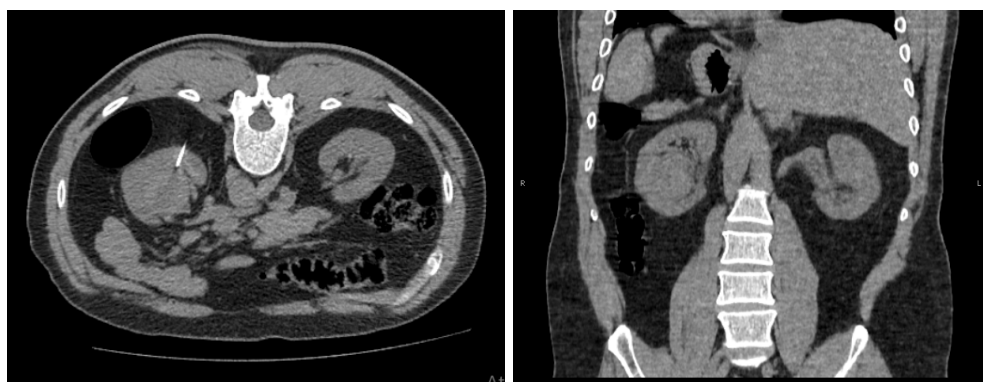
Fonte: Autor.

Figura 29 – Caso 16. Células renais células claras, 22mm, escore RENAL 10p. Punção posterior. Particularidade: punção posterior através do quadrado lombar.



Fonte: Autor.

Figura 30 – Caso 17. Células renais células claras, 41mm, escore RENAL 10xh. Punção posterior. Particularidade: tumor hilar, central, tocando sistema excretor e vascular principal.



Fonte: Autor.

4.2 Dor relacionada ao procedimento

A quantificação da dor do agulhamento foi realizada utilizando-se a Escala Numérica de Dor (*Numeric Rating Scale: NRS, 0–10*), com 0 indicando ausência de dor e 10 a pior dor imaginável. Os questionários foram realizados no primeiro pós-operatório, ainda em ambiente hospitalar, indagando sobre o processo experimentado durante o ARgTC. Os escores encontrados demonstraram baixa intensidade dolorosa na maioria dos pacientes. A média observada foi de 0,7 (DP = 1,4), com mediana de 0, evidenciando forte concentração dos valores no limite inferior da escala. O valor mínimo registrado foi 0 e o máximo 5.

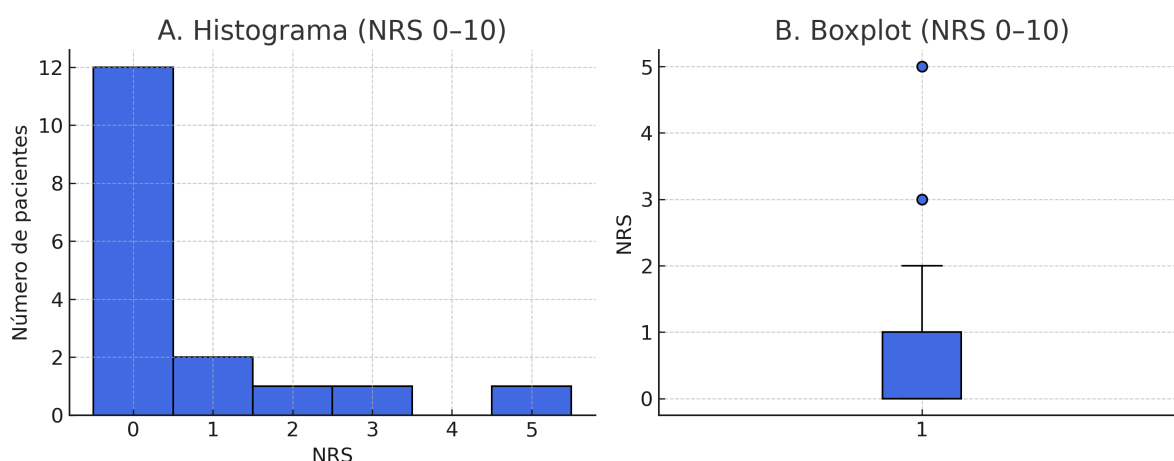
Dos 17 pacientes avaliados, 12 (70,6%) relataram ausência total de dor (NRS = 0), enquanto 4 (23,5%) apresentaram dor leve (NRS entre 1 e 3). Apenas 1 paciente (5,9%) referiu dor moderada (NRS entre 4 e 6), e não foram observados casos de dor intensa (NRS ≥ 7).

O histograma confirma a predominância de valores nulos e de escores leves, ao passo que o *boxplot* evidencia a assimetria da distribuição, com dois valores isolados representando casos de maior intensidade (NRS 3 e 5 – *outliers*). Esses resultados estão ilustrados na **Figura 31**.

Esses achados reforçam que a técnica estudada esteve associada a baixa morbidade algica, com repercussão mínima em termos de dor pós-operatória imediata na população analisada.

Figura 31 – Distribuição da intensidade de dor avaliada pela Escala Numérica (NRS 0–10).

A. Histograma demonstrando a frequência dos escores entre os pacientes. **B.** Boxplot evidenciando a concentração de valores em 0 e presença de poucos outliers.



Fonte: Autor.

4.3 Desfechos perioperatórios

O tempo cirúrgico médio concentrou-se entre 120 e 180 minutos, observado em 64,7% dos pacientes, enquanto 29,4% tiveram procedimentos finalizados em até 120 minutos e apenas 1 caso (5,9%) ultrapassou 180 minutos. O clampeamento do hilo renal foi realizado predominantemente de forma completa para artéria e veia renal (64,7%), sendo exclusivo da artéria a partir do 12º paciente (35,3% dos casos). Em relação ao tempo de isquemia, dois terços dos pacientes (64,7%) apresentaram período de clampeamento ≤ 30 minutos, e apenas 1 paciente com tempo superior a 45 minutos (5,9%).

Durante a avaliação visual intraoperatória, foram observadas as condições locais relacionadas ao trajeto da agulha e à interação do fio-guia com o parênquima renal. Não foram identificados casos de ruptura tumoral, extravasamento de tecido neoplásico ou urina, por uma possível transfixação das vias excretoras. Pequenos hematomas restritos à cápsula de Gerota foram visualizados em três pacientes (17,6%), sem impacto clínico relevante e sem necessidade de hemostasia adicional.

O sangramento intraoperatório foi discreto na maioria dos procedimentos, permanecendo ≤ 100 ml em aproximadamente 60% dos casos. Perdas entre 101 e 500ml ocorreram em próximo de 30% dos pacientes, e somente 2 participantes tiveram registros acima de 500ml. Nenhum paciente necessitou de transfusão sanguínea intraoperatória ou no pós-operatório.

A marcação tumoral manteve-se estável durante o intraoperatório em quase todos os casos, com apenas 1 paciente apresentando perda do fio metálico durante a dissecação da lesão. Vale ressaltar que esse caso se tratava de uma lesão cística, motivo da instabilidade da ancoragem, e que não houve prejuízo para localização do alvo. Não houve necessidade de conversão técnica (acesso ou abordagem) em nenhum dos procedimentos.

No que se refere às complicações intraoperatórias, a grande maioria (94,1%) não apresentou intercorrências. Ocorreram dois eventos adversos, correspondendo a 11,8%: uma lesão esplênica pequena e uma lesão vascular venosa, ambas resolvidas no intraoperatório. No período pós-operatório precoce (até 30 dias), 94,1% dos pacientes permaneceram sem complicações, sendo registrada apenas uma complicação Clavien-Dindo I (5,9%), relacionada a cólica ureteral por coágulo no primeiro pós-operatório e tratada clinicamente. Não houve casos de complicações Clavien-Dindo II ou acima. Nenhum paciente necessitou de internação em Unidade de Tratamento Intensivo no pós-operatório imediato.

O tempo de hospitalização foi inferior a 72 horas para a maioria dos pacientes: 11,8% receberam alta em até 24 horas, 23,5% entre 24 e 48 horas e 58,8% permaneceram entre 48 e 72 horas internados. Apenas para o caso que apresentou cólica ureteral a hospitalização foi superior a 72 horas. Os últimos pacientes operados passaram a receber alta mais precoce, quando possível, por mudança de padronização e opção da equipe (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Variáveis terapêuticas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC.

Variável	Categoria	N	%
Tempo de cirurgia (min)	≤120	5	29,4
	>120 e ≤180	11	64,7
	>180 e ≤240	1	5,9
Clampeamento do hilo renal	Artéria	6	35,3
	Artéria e veia	11	64,7
Tempo de clampeamento do hilo renal (min)	≤25	9	53
	>25 e ≤35	4	23,5
	>35 e ≤45	3	17,6
	>45	1	5,9
Sangramento intraoperatório (ml)	≤100	10	58,8
	>100 e ≤250	2	11,8
	>250 e ≤500	3	17,6
	>500	2	11,8
Transfusão sanguínea	Não	17	100
	Sim	0	0
Perda da marcação no intraoperatório	Não	16	94,1
	Sim	1	5,9
Rotura tumoral (pela agulha)	Não	17	100
	Sim	0	0
Conversões técnicas	Não	17	100
	Sim	0	0
Complicações intraoperatórias	Não	15	94,1
	Sim	2	11,8
	<i>Lesão esplênica</i>	(1)	(5,9)
	<i>Lesão vascular (veia)</i>	(1)	(5,9)
Complicações precoces (até 30 dias)	Não	16	94,1
	Clavien-Dindo I	1	5,9
	<i>Cólica ureteral por coágulo</i>	(1)	(5,9)
	Clavien-Dindo ≥II	0	0
Pós-operatório em UTI	Não	17	100
	Sim	0	0
Tempo de hospitalização (h)	≤24	2	11,8
	>24 e ≤48	4	23,5
	>48 e ≤72	10	58,8
	>72	1	5,9
Total	-	17	100

Fonte: Autor.

4.4 Achados anatomopatológicos

A avaliação anatomopatológica das peças cirúrgicas evidenciou que a maioria das lesões ressecadas correspondeu a neoplasias malignas, presentes em 82,3% (14/17) dos pacientes, enquanto apenas 17,7% (3/17) foram classificadas como lesões benignas. Entre os diagnósticos benignos, identificou-se um cisto, um angiomiolipoma e um oncocitoma, cada um representando 5,9% da amostra. Já entre as lesões malignas, o subtipo histológico predominante foi o CCR células claras, diagnosticado em 10 pacientes (58,7%). Os demais casos corresponderam a CCR papilífero tipo 2 (2 casos; 11,8%), CCR cromóforo (1 caso; 5,9%) e uma neoplasia de células tubulares e fusiformes com estroma mucinoso (1 caso; 5,9%), demonstrando a heterogeneidade histológica das massas renais totalmente endofíticas incluídas neste estudo.

Quanto ao estadiamento patológico, utilizando a classificação TNM, observou-se que a maior parte dos tumores malignos foi enquadrada como T1a (93%; 13/14), representando lesões ≤ 4 cm confinadas à cápsula renal e restritas ao parênquima. Apenas 1 paciente (7%) foi classificado como T1b, com tumor entre 4 e 7 cm.

A estratificação segundo a classificação ISUP (*International Society of Urological Pathology*) demonstrou que a maioria dos carcinomas apresentava baixo grau histológico. O grau 2 foi o mais frequente, presente em 9 pacientes (64,3% dos CCRs), seguido pelo grau 1 em 4 casos (28,6% dos CCRs). Apenas um paciente apresentou neoplasia de grau 4 (7,1% dos CCRs), marcador de comportamento mais agressivo. Nenhum tumor foi classificado como grau 3.

A análise das margens cirúrgicas evidenciou predominância de ressecções completas, com margens livres em 71,4% (10/14) dos tumores malignos. Entretanto, em 2 casos (14,3%) as margens foram descritas como coincidentes, e em outros 2 (14,3%) houve comprometimento focal, restrito a pequenos pontos de contato microscópico. Importante destacar que não houve casos de margens amplamente comprometidas.

Sobre à invasão linfovascular, observou-se positividade em 4 pacientes (28,6%), enquanto 10 (71,4%) não apresentaram sinais desse achado. A presença de necrose tumoral foi rara, identificada em apenas 1 caso (7,1%). Nenhuma amostra evidenciou componente rabdóide, enquanto o componente sarcomatóide foi descrito em 1 paciente (7,1%), reforçando a ocorrência esporádica de variantes histológicas associadas a pior prognóstico (Tabela 4).

Tabela 4 – Variáveis anatomopatológicas de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos tratados com ARgTC.

Variável	Categoria	N	% (válidos)
Diagnóstico patológico	Lesões benignas	3	17,7
	Lesões malignas	14	82,3
Histologia	Cisto benigno	1	5,9
	Angiomiolipoma	1	5,9
	Oncocitoma	1	5,9
	CCR – células claras	10	58,7
	CCR – cromóforo	1	5,9
	CCR – papilífero tipo 2	2	11,8
	Células tubulares e fusiformes – mucinoso	1	5,9
Classificação TNM	T1a	13	76,4 (92,9)
	T1b	1	5,9 (7,1)
	Não se aplica	3	17,7
Classificação ISUP para CCR	1	4	23,5 (28,6)
	2	9	52,9 (64,3)
	3	0	0 (0)
	4	1	5,9 (7,1)
	Não se aplica	3	17,7
Margem cirúrgica	Livre	10	58,7 (71,4)
	Coincidente	2	11,8 (14,3)
	Focalmente comprometida	2	11,8 (14,3)
	Comprometida	0	0 (0)
	Não se aplica	3	17,7
Invasão linfovascular	Não	10	58,8 (71,4)
	Sim	4	23,5 (28,6)
	Não se aplica	3	17,7
Necrose tumoral	Não	13	76,4 (92,9)
	Sim	1	5,9 (7,1)
	Não se aplica	3	17,7
Componente rabdóide	Não	14	82,3 (100)
	Sim	0	0 (0)
	Não se aplica	3	17,7
Componente sarcomatóide	Não	13	76,4 (92,9)
	Sim	1	5,9 (7,1)
	Não se aplica	3	17,7
Total	-	17	100

Fonte: Autor.

Com o intuito de evidenciar a heterogeneidade histológica e os achados anatomopatológicos dos pacientes submetidos ao ARgTC, elaborou-se um quadro reunindo todas as variáveis individualizadas de cada caso. Essa apresentação permite uma análise mais detalhada não apenas da distribuição dos subtipos histológicos, mas também de fatores relacionados ao comportamento biológico tumoral e ao risco de recorrência. Dessa forma, oferece-se um panorama individualizado dos achados que complementa e enriquece os resultados previamente apresentados de forma agrupada (**Figura 32**).

Figura 32 – Características anatomopatológicas de 17 pacientes com tumores renais totalmente endofíticos.

n.	Carcinoma	Histologia	TNM	ISUP	Margem	Invasão Vascular	Necrose	Rabdoide	Sarcomatóide
1	n/a	Angiomiolipoma	n/a	n/a	Livre	n/a	n/a	n/a	n/a
2	Céls Renais	Cromóforo	T1a	2	Livre	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
3	Céls tubulares e fusiformes	Mucinoso	T1a	2	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
4	Céls Renais	Células Claras	T1a	2	Focalmente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
5	Céls Renais	Células Claras	T1a	1	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
6	Céls Renais	Células Claras	T1a	2	Coincidente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
7	n/a	Benigno*	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	Céls Renais	Papilífero tipo 2	T1a	2	Focalmente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
9	Céls Renais	Células Claras**	T1a	2	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
10	Céls Renais	Células Claras***	T1a	4	Livre	Presente	Ausente	Ausente	Presente***
11	Céls Renais	Papilífero tipo 2	T1a	2	Coincidente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
12	n/a	Oncocitoma****	n/a	n/a	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
13	Céls Renais	Células Claras	T1a	1	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
14	Céls Renais	Células Claras	T1a	1	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
15	Céls Renais	Células Claras	T1a	2	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
16	Céls Renais	Células Claras	T1a	1	Livre	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
17	Céls Renais	Células Claras	T1b	2	Livre	Presente	Presente	Ausente	Ausente

* Cístico.

** Sólido cístico com áreas de hemorragia

*** 25% de componente sarcomatóide.

**** Focos de fibrose e hemorragia

Fonte: Autor.

4.5 Avaliação da segurança clínica e oncológica

No acompanhamento tardio, nenhum paciente apresentou complicações após 30 dias da cirurgia, sendo todos classificados como livres de eventos Clavien-Dindo. Em relação à

função renal, observou-se preservação da taxa de filtração glomerular estimada (TFGe) acima de 90% em 100% dos casos, evidenciando a manutenção da função renal global mesmo após nefrectomia parcial em tumores totalmente endofíticos.

A análise dos desfechos combinados mostrou que tanto a Trifecta quanto a Pentafecta foram alcançadas em 52,9% dos pacientes (9/17). A Trifecta, definida pela associação de margem negativa, tempo de isquemia inferior a 25 minutos e ausência de complicações perioperatórias, foi observada em nove pacientes. De forma semelhante, a Pentafecta — que acrescenta aos critérios da Trifecta a preservação da função renal acima de 90% e a ausência de progressão no estágio da doença renal crônica — também foi atingida em nove pacientes.

Durante o período de seguimento médio de 62,9 meses, verificou-se recorrência tumoral em apenas 1 paciente (5,9%), enquanto os demais 16 (94,1%) permaneceram sem sinais de recidiva da doença. Esse paciente já havia sido submetido a tratamento cirúrgico para CCR células claras cinco anos antes, constituindo um caso de reoperação. Apresentou recidiva no mesmo rim dois anos após o procedimento com ARgTC, sendo posteriormente submetido a nefrectomia radical. Ambos os tumores — NP inicial, NP com agulhamento, NR final — se apresentaram na região interpolar mesorrenal esquerda. Na última avaliação, com 12 meses de seguimento, encontrava-se livre de doença. Esse histórico oncológico prévio possivelmente contribuiu para o risco aumentado de recidiva, devendo ser interpretado dentro desse contexto clínico específico.

Quanto à situação clínica ao término do estudo, 15 pacientes (88,2%) estavam vivos e sem câncer, um paciente (5,9%) havia apresentado doença oncológica ativa — posteriormente tratada com ressecção complementar (descrito acima) — e houve um óbito (5,9%) não relacionado à neoplasia. Não foram registrados acometimento linfonodal, locorregional, metástases à distância ou óbitos relacionados ao câncer renal, tampouco perdas de seguimento (**Tabela 5**).

Tabela 5 – Desfechos clínicos de 17 pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos.

Variável	Categoria	N	%
Complicações tardias (após 30 dias)	Não	17	100
	Clavien-Dindo I	0	0
	Clavien-Dindo $\geq$ II	0	0
Preservação da TFG $>90\%$	Não	0	0
	Sim	17	100
Trifecta*	Não	8	47,1
	Sim	9	52,9
Pentafecta**	Não	8	47,1
	Sim	9	52,9
Recorrência tumoral	Não	16	94,1
	Sim	1	5,9
Tempo de seguimento (meses)	≤ 12	2	11,8
	>12 e ≤ 24	0	0
	>24 e ≤ 36	0	0
	>36 e ≤ 48	4	23,5
	>48 e ≤ 60	2	11,8
	>60	9	52,9
Situação clínica ao término do estudo	Vivo sem câncer	15	88,2
	Vivo com câncer	1	5,9
	Óbito relacionado	0	0
	Óbito não relacionado	1	5,9
	Perda de seguimento	0	0
Total	-	17	100

* Trifecta: margem negativa, tempo de isquemia inferior a 25min, ausência de complicações perioperatórias.

** Pentafecta: acresce a preservação da TFG acima de 90% e ausência de elevação no estágio da DRC.

Fonte: Autor.

4.6 Custos

Os custos diretos de saúde no Brasil, incluindo exames como a tomografia, variam amplamente devido a diferenças regionais, tipo de instituição (pública ou privada), complexidade do exame e acordos comerciais. Estudos sobre custos de doenças, como câncer, mencionam que exames de imagem são parte importante dos gastos hospitalares, mas não detalham o valor isolado da tomografia de abdome (DA SILVA et al 2023).

Na nossa série, considerando apenas o ARgTC, temos envolvidos como custos diretos do procedimento, excedentes ao que habitualmente se pratica ao realizar a nefrectomia parcial minimamente invasiva laparoscópica sem auxílio de mecanismos de identificação de tumores endofíticos, os seguintes itens discriminados na **Figura 33** abaixo:

Figura 33 – Custos diretos estimados do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada sob a perspectiva hospitalar.

Insumos e processos envolvidos	Valores em reais (R\$)
Material descartável	
Agulha de marcação (1)	80,00
Frasco de contraste iodado 50ml (1)	150,00
Kit para venóclise (equipo macrogotas, gaze, luvas descartáveis, clorexedina, soro fisiológico, cateter venoso periférico, curativo fixador)	30,00
Kit para antissepsia (gaze, clorexedina, campos estéreis, luvas estéreis)	20,00
Kit para anestesia local (seringa, agulha, midazolam, fentanil)	22,00
Custo de sala (tomógrafo), para aproximadamente 30 minutos	
Tempo do equipamento	75,00
Técnico de radiologia (apoio)	34,00
Enfermagem (apoio e medicação)	10,00
Radiologista intervencionista (ato médico)	600 ,00*
Custo total estimado por procedimento	1.021,00

* Grande variabilidade.

Fonte: Setor administrativo/financeiro do Hospital de Esperança de Presidente Prudente – 09/2025.

O tempo médio necessário para a realização do procedimento de ARgTC foi de aproximadamente 20 a 30 minutos, variando conforme a necessidade e quantidade de reposicionamentos da agulha. Para fins de estimativa econômica, considerou-se um tempo de sala total de 30 minutos. Importante destacar que os custos hospitalares relacionados ao procedimento são equivalentes tanto no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS) quanto da medicina suplementar.

Para a solicitação do procedimento e a análise de custos sob a perspectiva da saúde suplementar, foram consultados os códigos da Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos (CBHPM) referentes aos atos mais diretamente relacionados ao ARgTC. Considerou-se por similaridade, em primeiro lugar, a biópsia profunda guiada por imagem, uma vez que o ato médico do radiologista intervencionista, ao introduzir a agulha

até a lesão, é análogo ao realizado em biópsias percutâneas de órgãos sólidos. Além disso, a técnica depende do uso da tomografia computadorizada de abdome superior, que corresponde ao exame radiológico necessário para guiar o posicionamento da agulha. A combinação desses dois códigos foi utilizada, portanto, no contexto das operadoras de saúde (Tabela 6).

Tabela 6 – Procedimentos relacionados ao agulhamento renal segundo as tabelas CBHPM.

Código	Procedimento	Descrição	Porte
4.08.09.21-8	Biópsia profunda guiada por TC	Punção biópsia/aspirativa de órgão ou estrutura profunda orientada por TC (não inclui o exame de base)	9B
4.10.01.10-9	TC – Abdome superior	Exame de TC de abdome superior, com ou sem contraste	3B

Fonte: Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos – CBHPM. Associação Médica Brasileira (AMB). 7ª edição, 2024/2025.

No contexto da saúde pública, representada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), existe uma grande variabilidade de condições de trabalho que dependem da instituição, e acordos vigentes específicos: equipe contratada em regime CLT (Consolidação das Leis de Trabalho); plantão de especialidade com remuneração por procedimento; apenas remuneração por procedimento; entre outras possibilidades. Em nossa Instituição, o exame lançado para faturamento é a tomografia de abdome superior, e a equipe médica remunerada por similaridade para biópsia de órgãos sólidos, conforme tabela interna previamente acordada entre as partes.

Importa salientar que os procedimentos de biópsia de órgãos sólidos — como os realizados em rim, próstata, fígado e pulmão — não possuem previsão específica de remuneração profissional nas codificações vigentes do Sistema Único de Saúde (SUS). Conforme demonstrado na Tabela SIGTAP (Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPME do SUS), não há valores destinados a honorários médicos para esses procedimentos, situação ilustrada na **Figura 34** a seguir.

Figura 34 – Tabela de procedimentos SIGTAP para biópsia renal.

■ Procedimento

Procedimento: 02.01.01.043-7 - BIOPSIA DE RIM POR PUNCAO	
Grupo:	02 - Procedimentos com finalidade diagnóstica
Sub-Grupo:	01 - Coleta de material
Forma de Organização:	01 - Coleta de material por meio de punção/biópsia
Competência:	09/2025 Histórico de alterações
Modalidade de Atendimento:	Ambulatorial Hospitalar Hospital Dia
Complexidade:	Média Complexidade
Financiamento:	Média e Alta Complexidade (MAC)
Sub-Tipo de Financiamento:	
Instrumento de Registro:	BPA (Individualizado) AIH (Proc. Especial)
Sexo:	Ambos
Média de Permanência:	
Tempo de Permanência:	
Quantidade Máxima:	1
Idade Mínima:	0 meses
Idade Máxima:	130 anos
Pontos:	
Atributos Complementares:	Admite liberação de quantidade na AIH
Valores	
Serviço Ambulatorial: R\$ 46,19	Serviço Hospitalar: R\$ 46,19
Total Ambulatorial: R\$ 46,19	Serviço Profissional: R\$ 0,00
	Total Hospitalar: R\$ 46,19

Fonte: SIGTAP – Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, medicamentos e OPME do SUS. www.datasus.gov.br, 09/2025.

Na experiência observada, é possível que a nefrectomia parcial videolaparoscópica associada ao ARgTC seja mais rápida que a abordagem convencional com ultrassonografia intraoperatória. O fio-guia previamente inserido indica com precisão o ponto exato de abordagem tumoral, permitindo identificação imediata da lesão e dispensando o tempo necessário para montagem, calibração e manipulação do ultrassom, além de eliminar a dependência de um operador experiente. Em nossa casuística, o tempo médio total de cirurgia foi de aproximadamente 140 minutos, valor ligeiramente inferior ao reportado em séries equivalentes com uso de ultrassonografia intraoperatória, que variam ao redor de 180 minutos, conforme descrito por Rodríguez-Monsalve et al. em 2019. Essa simplificação do intraoperatório traduz-se em redução efetiva do tempo de sala cirúrgica e, consequentemente, em diminuição dos custos hospitalares diretos.

A tomografia computadorizada utilizada para o agulhamento é sempre realizada durante a internação hospitalar do paciente, no mesmo dia do procedimento cirúrgico. Essa organização logística otimiza o fluxo assistencial e permite que o exame seja integrado ao pacote hospitalar habitual da nefrectomia parcial, sem necessidade de autorizações adicionais ou cobranças paralelas. Em nenhum momento houve dificuldades de agendamento ou ocorrência de glosas relacionadas ao procedimento, tanto no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS) quanto na medicina suplementar, reforçando sua viabilidade administrativa e econômica.

5 DISCUSSÃO

5.1 Aspectos gerais

Quando concebemos, em 2017, a utilização do agulhamento de marcação para o tratamento cirúrgico dos TRTE, não havia relatos publicados sobre a aplicação dessa estratégia especificamente no rim, ainda que fosse prática já consolidada em outras especialidades cirúrgicas. A ausência da disponibilidade de outros métodos motivou nossa equipe a buscar uma opção terapêutica viável e efetiva. Inicialmente, por necessidade técnica, realizamos dois casos (que não constam na casuística descrita nessa tese), e posteriormente estruturamos uma série prospectiva. É possível que tenhamos sido pioneiros na realização do procedimento, ainda que sem publicação formal naquele momento. No ano de 2019 por ocasião do *V Annual LARCG (Latin American Renal Cancer Group) Meeting at AUA* que aconteceu em Chicago durante o Congresso da *American Urological Association (AUA)* tivemos a oportunidade de apresentar os sete casos iniciais (LATIN AMERICAN RENAL CANCER GROUP, 2019). Em 10/10/2025, estes resultados atualizados foram apresentados durante o *I Annual LARCG Meeting at CAU* na Cidade do Panamá durante o Congresso da *Confederación Americana de Urología (CAU)* (CONGRESO AMERICANO DE UROLOGÍA, 2025).

Atualmente, existem publicados apenas três relatos de caso recorrendo ao agulhamento renal para tumores totalmente endofíticos, com abordagens próximas a que utilizamos. Em 2018 Mandoorah e colaboradores, do *Institute Mutualiste Montsouris* na França, publicaram um relato utilizando marcação renal guiada por tomografia para uma nefrectomia parcial videolaparoscópica, porém sem descrição de técnica. Em 2019 Kouriefs e colaboradores, da *Ygia Polyclinic Private Hospital* no Chipre (em parceria com a *Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust*), também divulgaram um caso marcado com auxílio da TC e realizado com sucesso por videolaparoscopia. Da mesma forma, o agulhamento é apenas citado e nenhuma descrição do procedimento consta na publicação. Em 2022 Ferakis e colaboradores, do *Korgialenio-Benakio Hellenic Red Cross Hospital* de Atenas na Grécia, publicaram um caso de um tumor mesorrenal de 32mm agulhado por TC e operado por laparoscopia 3D com bom resultado. Eles utilizaram um tubo siliconado com o tamanho estimado da lesão para delimitar o raio de incisão ao redor do fio de marcação, portanto excisando em conjunto com o nódulo profundo uma grande quantidade de parênquima saudável superficial.

Diferentemente desses relatos isolados, nossa série é a única com desenho prospectivo, que propõe standardização do método e contempla a maior casuística registrada, configurando, até onde temos conhecimento, a experiência mais ampla e sistemática na literatura mundial no tema – avaliação via base de dados PubMed até outubro de 2025.

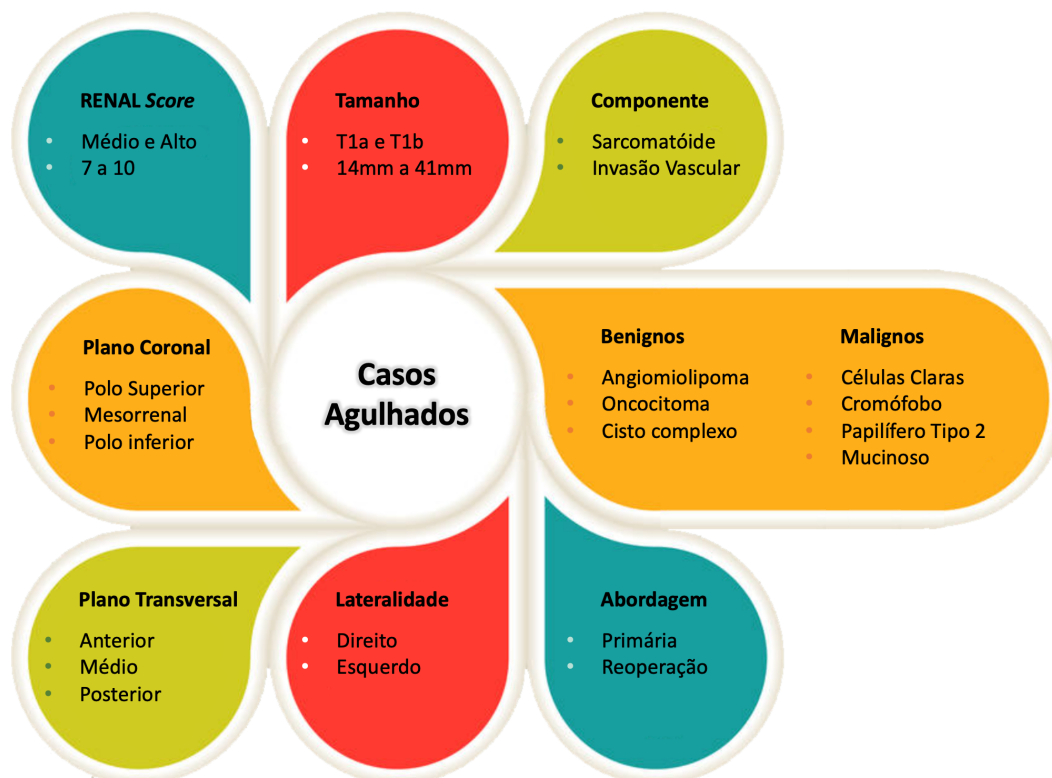
5.2 Influência da variabilidade da amostra

Nossa série apresentou heterogeneidade clínica e anatômica relevante, com variações em tamanho, presença de componentes de pior prognóstico, topografia quanto aos planos coronal e transversal, lateralidade, comportamento celular, escores de complexidade (RENAL), histórico de tratamento prévio e diferentes subtipos histológicos. É possível relatar que a casuística contempla quase todas as situações possíveis, quando se refere aos TRTE (Figura 35).

Essa diversidade representa um desafio metodológico, pois, em teoria, poderia impactar desfechos cirúrgicos e dificultar comparações diretas. Por outro lado, tal variabilidade reflete de maneira mais fidedigna a realidade da prática clínica urológica, conferindo maior validade externa e aplicabilidade dos resultados.

Apesar das diferenças individuais, observou-se consistência nos principais parâmetros avaliados, incluindo margens cirúrgicas negativas, baixa taxa de complicações e adequada preservação funcional. Esses resultados indicam que a técnica proposta é reprodutível mesmo em cenários clínicos distintos, reforçando seu potencial como alternativa viável para a localização de TRTE em contextos diversos, inclusive em situações radiológicas desafiadoras, como a ausência de ultrassonografia intraoperatória ou a presença de tumores isoecogênicos.

Figura 35 – Coorte do estudo evidenciando diversidade de apresentações.



Fonte: Autor.

5.3 Aspectos técnicos

Em grande parte dos casos de nefrectomia parcial, o planejamento cirúrgico é realizado com base em exames de imagem avançados, como tomografia computadorizada ou ressonância magnética, que permitem caracterizar a natureza da lesão e definir sua relação com as estruturas adjacentes. Na rotina assistencial, muitas vezes recebemos pacientes encaminhados já com esses exames realizados em outros serviços, os quais, em geral, fornecem informações diagnósticas e anatômicas suficientes para o planejamento operatório. Nesses casos, não há motivo para solicitar ultrassonografia adicional, uma vez que a tomografia ou a ressonância oferecem detalhamento superior da morfologia e da localização tumoral.

Ainda assim, durante o ato operatório, essa informação nem sempre se traduz em uma correlação anatômica imediata. Lesões pequenas, endofíticas ou isoecogênicas podem ser de difícil visualização ao ultrassom intraoperatório, sobretudo quando não há contraste acústico suficiente entre o tumor e o parênquima renal normal. Nesses cenários, o urologista, embora conheça a localização geral da lesão a partir das imagens prévias, pode enfrentar dificuldade

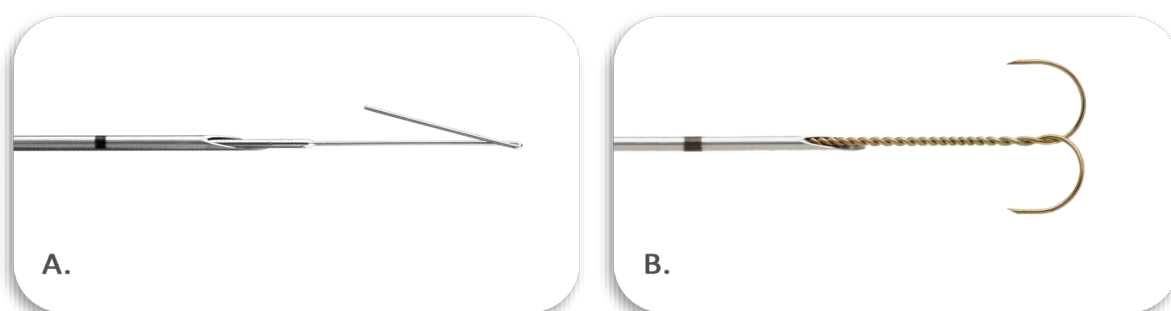
em reconhecê-la no campo cirúrgico real, prolongando o tempo de dissecação e aumentando o risco de extirpações não programadas.

Esse descompasso entre o diagnóstico pré-operatório e a visualização intraoperatória reforça o papel do ARgTC como uma ferramenta de transposição anatômica, capaz de converter as informações radiológicas em referências espaciais precisas durante o procedimento cirúrgico.

No que se refere ao material selecionado para o procedimento, optou-se pela utilização de agulha com fio dotado de arpão simples único em ângulo de 30°, não retrátil. Embora essa configuração apresente a limitação de não permitir reposicionamento após a sua liberação, oferece a vantagem predominante de proporcionar fixação mais estável, reduzindo o risco de deslocamento do marcador durante o intraoperatório até a completa identificação do nódulo. Por outro lado, fios com arpões arqueados em formato de “guarda-chuva”, sejam únicos, duplos ou quádruplos, apesar de possibilitarem reposicionamento por serem retráteis, apresentam menor intensidade de fixação, o que aumenta a probabilidade de perda da marcação tumoral (**Figura 36**).

Figura 36 – Diferentes tipos de fio de marcação utilizados para agulhamento pré-operatório.

A. Arpão simples em ângulo agudo. **B.** Arpão duplo em “guarda-chuva”.



Fonte: A. <https://izimed.com/products/kopans-breast-lesion-localization-needle>

B. <http://viramedical.com.au/product/wire-marking/>

Em relação à via de acesso da agulha para introdução do marcador, padronizou-se a via posterior, fundamentada em princípios já consolidados nas cirurgias percutâneas renais, terapias ablativas e biópsias guiadas por imagem. Esse trajeto representa a rota mais curta e direta entre a pele e o parênquima renal, inclusive em casos de tumores anteriores, reduzindo o percurso intracorpóreo e o risco de lesões inadvertidas. A região látero-posterior do rim,

delimitada pela linha de Brödel, caracteriza-se por menor densidade vascular, o que diminui de forma significativa a chance de sangramento durante a punção. Ainda que o calibre da agulha utilizada (20 Gauge) já represente, por si só, baixo potencial para complicações como hemorragias ou perfurações relevantes (similar ao empregado há décadas nas punções e cirurgias renais percutâneas), a associação com um trajeto anatomicamente mais seguro agrega uma margem adicional de proteção (KIM et al. 2020).

Outro aspecto relevante é a familiaridade dos urologistas e radiologistas intervencionistas com esse acesso, adquirido em procedimentos diagnósticos e terapêuticos renais, o que se traduz em maior previsibilidade e segurança técnica. Do ponto de vista cirúrgico, a via posterior também favorece a estabilidade do marcador até a exposição do rim, minimizando deslocamentos durante a mobilização intraoperatória. Assim, a seleção do espaço próximo à linha axilar posterior, logo abaixo da última costela, configura-se como a rota inicial mais adequada, por reunir menor morbidade, segurança hemostática e ampla aplicabilidade prática.

A via póstero-lateral foi a abordagem preferencial e contemplou a maioria dos casos. Entretanto, identificamos duas situações específicas em que, visando reduzir o trajeto córtico-parenquimatoso (distância cápsula renal–tumor), houve necessidade de variação no acesso.

A primeira ocorreu em tumores posteriores cujo melhor ponto de entrada se localizava no extremo posterior do rim. Nesses casos, a punção através da musculatura do quadrado lombar mostrou-se factível, sem repercussões negativas nos desfechos cirúrgicos e clínicos, em especial na percepção de dor pós-agulhamento. Realizamos três procedimentos dessa forma, todos com pontuação “0” na Escala Numérica de Dor, evidenciando ausência de desconforto adicional.

A segunda situação envolveu tumores anteriores em que o trajeto mais curto de parênquima se localizava no extremo anterior do rim. Nesses casos, conforme descrito em nossa técnica, optamos por manter a via posterior, transpondo o rim até a exposição do arpão pela face anterior. Essa variação chama atenção para dois pontos críticos: o trajeto intrarrenal prolongado e a possibilidade de contaminação tumoral pelo percurso da agulha. Entretanto, em nossa série (2 casos), relacionado ao percurso do marcador não observamos aumento do sangramento intraoperatório —com média de 75 ml (50 – 100 ml) comparados a 220,3 ml (20 – 900 ml) nos demais casos—, tampouco complicações como hematúria macroscópica

significativa ou maior dificuldade técnica cirúrgica. Pelo contrário, a localização tumoral foi facilitada, com menor necessidade de mobilização renal e identificação mais precoce da lesão.

Quanto ao risco de disseminação neoplásica por punção, estudos clássicos de biópsia renal demonstraram não haver impacto significativo na sobrevida ou na recorrência tumoral, sugerindo que a chance de disseminação é muito baixa ou desprezível (MACKLIN et al. 2019; RENSCHAW et al., 2019). Embora relatos isolados descrevam casos de “semeadura” tumoral, sobretudo em carcinomas papilíferos e quando múltiplas punções com agulhas de grosso calibre sem bainha coaxial foram utilizadas, tais condições não se aplicam ao ARgTC. Em nossa técnica, utilizamos agulha fina, coaxial, e quando ocorre necessidade de reposicionamento, este se dá antes de qualquer transfixação tumoral, que quando ocorre é evento único e controlado. Além disso, nos casos de acesso anterior, o trajeto da punção transfixando o tumor é completamente ressecado em conjunto com a peça cirúrgica, incluindo o fio marcador, não restando tecido manipulado in situ.

Importa salientar, ainda, que os dois casos de tumores anteriores submetidos a essa variação técnica correspondiam a situações de maior risco oncológico: um carcinoma cromóforo com invasão vascular presente e um carcinoma papilífero tipo 2 com margem cirúrgica coincidente. Apesar desses fatores adversos, após cinco anos de seguimento, nenhum deles apresentou evidência de recidiva tumoral, reforçando a segurança oncológica da estratégia.

Durante a fase inicial da curva de aprendizado, também foram testadas variações no posicionamento da agulha, incluindo dois casos em que o fio foi inserido em pontos parenquimatosos adjacentes à lesão, com o intuito de orientar os limites de dissecação e preservar o parênquima tumoral central. Entretanto, essa estratégia mostrou-se tecnicamente ineficaz: a ausência de um marcador intratumoral reduziu a precisão da orientação intraoperatória e aumentou o tempo de dissecação. A partir dessa experiência, a equipe padronizou a inserção do fio diretamente no interior do tumor-alvo, assegurando melhor correlação topográfica entre o marcador e a lesão durante a nefrectomia parcial.

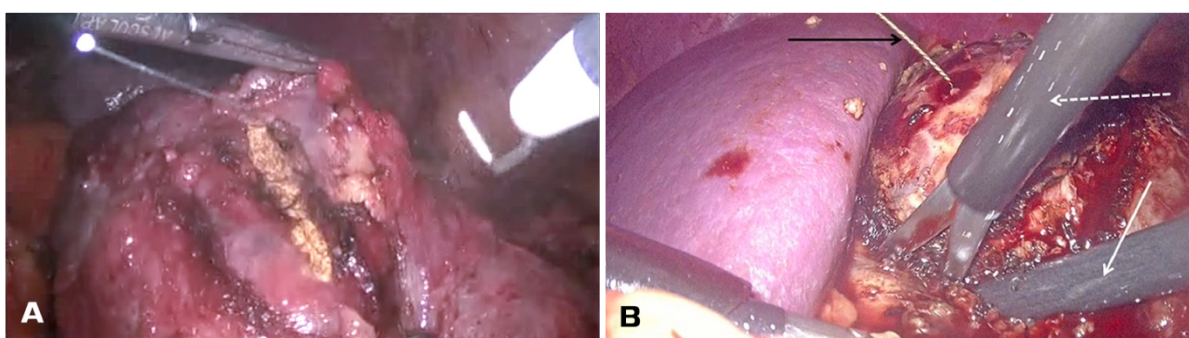
5.3.1 Estratégia de abordagem cortical e preservação parenquimatosa

Na técnica proposta, o ataque ao nódulo é realizado exatamente sobre o trajeto do fio guia previamente posicionado no rim, permitindo uma incisão linear única e direcionada. O parênquima é incisado de forma progressiva e controlada até a identificação da cápsula

tumoral, sem necessidade de ampliação desnecessária da área de ressecção. Esse método contrasta com outras abordagens descritas, nas quais se retira um “tampão” de parênquima renal até a exposição do nódulo — prática frequentemente associada ao uso da ultrassonografia intraoperatória. Embora viável, essa estratégia resulta em maior perda de tecido renal saudável e, consequentemente, em menor preservação de néfrons funcionantes (**Figura 37**).

Figura 37 – Modos de incisão parenquimatosa na abordagem dos nódulos renais endofíticos.

A. Linear, sem ressecção de tampão cortical. **B.** Circular, com ressecção de tampão cortical.



Fonte: A. Autor. B. FERAKIS et al 2021.

A abordagem cortical linear pode, em teoria, reduzir o campo de trabalho e dificultar a exérese tumoral; entretanto, em nossa experiência, tal limitação não se confirmou em nenhum caso, independentemente do tamanho do tumor. Considerando que os tumores totalmente endofíticos estão invariavelmente próximos das estruturas vasculares e do sistema coletor — o que justifica a preferência pela enucleação —, sacrificar parênquima superficial sob a justificativa de ampliar margens, sem aplicar o mesmo critério aos planos profundos, revela-se incoerente.

Adicionalmente, a preservação da cortical superficial favorece uma reconstrução mais anatômica e funcional, permitindo melhor aproximação das bordas, menor tensão sobre os pontos e fechamento completo do defeito. Essa condição contribui para uma hemostasia mais eficaz e reduz o risco de sangramentos tardios ao ato cirúrgico.

A utilização do fio marcador na forma proposta, portanto, além de otimizar a orientação cirúrgica, potencializa a preservação do parênquima e facilita a etapa de nefrorrafia, reafirmando o princípio central da nefrectomia parcial: alcançar equilíbrio entre controle oncológico e máxima preservação da função renal residual.

5.4 Segurança

A avaliação da segurança do ARgTC constitui etapa fundamental para validar a técnica como ferramenta auxiliar na nefrectomia parcial de TRTE. A análise dessa dimensão deve contemplar três eixos complementares: a segurança oncológica, relacionada ao risco potencial de disseminação tumoral; a segurança clínica, que abrange as complicações perioperatórias e a morbidade associada ao procedimento; e a segurança radiológica, envolvendo a exposição à radiação ionizante e o uso de contraste iodado. A abordagem integrada desses aspectos permite uma visão abrangente do perfil de risco da técnica, assegurando que sua aplicação se mantenha dentro dos princípios de efetividade oncológica, mínima invasividade e máxima proteção ao paciente.

5.4.1 Integridade oncológica da técnica

Diversos estudos analisaram a porcentagem de recorrência tumoral após nefrectomia parcial, especialmente em CCR em estágios iniciais. As taxas de recorrência local variam, mas geralmente são baixas, especialmente em tumores de baixo risco e com margens cirúrgicas negativas. Para tumores renais pequenos ocorre em cerca de 1,9% a 3,4% dos casos, com o tempo mediano para recorrência variando entre 13 e 23 meses (WOOD et al. 2018). Em uma análise de 1.227 pacientes com carcinoma de células renais T1, a taxa de recorrência foi de 3,2% em um seguimento mediano de 35 meses (TAKAGI et al. 2020). O escore R.E.N.A.L. elevado e a proximidade do tumor ao sistema coletor estão associados a maior risco de recorrência, sendo que para tumores de alta complexidade (R.E.N.A.L. ≥ 10), a sobrevida livre de recorrência em 5 anos pode ser inferior, com índice de 86,8% (MOURACADE et al. 2017; KIM et al. 2021).

Em nossa série, apesar da ampla diversidade de apresentações — histológica, de posicionamento, tamanho e presença de fatores adversos —, observamos apenas um caso de recorrência local, cuja análise deve ser conduzida com cautela. Tratava-se de um paciente previamente submetido à nefrectomia parcial laparoscópica por CCR do subtipo células claras, estágio pT1b, exofítico (45 mm, ISUP grau 2, margens cirúrgicas livres), há cinco anos. Portanto agora, uma recorrência local com mais de 24 meses para um paciente reoperado em sua segunda nefrectomia parcial no mesmo rim. Nessa ocasião, foi indicada nefrectomia radical videolaparoscópica, e o paciente permanece livre de evidência de doença após 12 meses de seguimento.

Importa destacar que, tanto na cirurgia primária quanto na reoperação, não foram identificados fatores histopatológicos adversos — como necrose tumoral, invasão vascular, ou componentes rabdoide ou sarcomatóide —, tampouco margens comprometidas. Esses achados sugerem que o caso reflete possivelmente um comportamento biológico mais agressivo ou predisposição individual à recorrência (tumor *de novo*), e não uma falha técnica cirúrgica ou limitação da estratégia de agulhamento.

Quando incluímos esse único caso em nossa análise global, observamos que, entre os oito tumores classificados com escore R.E.N.A.L. ≥ 10 , os índices de sobrevida livre de recorrência foram equivalentes aos reportados na literatura para tumores de alta complexidade, reproduzindo de forma praticamente idêntica os resultados descritos por Mouracade et al. (2017). Tal constatação reforça a ausência de qualquer correlação entre a ocorrência de recidiva e o uso da técnica de agulhamento pré-operatório guiado por tomografia.

5.4.2 Complicações intra e pós-operatórias

A nefrectomia parcial, embora estabelecida como padrão ouro para o tratamento de tumores renais pequenos, permanece associada a uma ampla variedade de complicações perioperatórias e tardias, cuja incidência e gravidade variam conforme a técnica cirúrgica, a complexidade tumoral e o perfil clínico do paciente. A hemorragia é a complicação mais frequente, podendo ocorrer tanto no intra quanto no pós-operatório, com taxas variando entre 3,5% e 9,5% em grandes séries (SPANNA et al., 2011). Outras complicações descritas incluem fístulas urinárias (1 a 7%), infecções (1 a 3%), eventos vasculares (até 2%) e insuficiência renal aguda, especialmente em tumores de maior complexidade (INGELS et al., 2021).

O consórcio italiano The RECORD2 Project, que compila dados multicêntricos sobre câncer renal, publicou recentemente sua série específica de tumores renais totalmente endofíticos submetidos à laparoscopia pura, encontrando sangramento intraoperatório médio de 175 ml, taxa de complicações intraoperatórias de 5,8% e pós-operatórias de 7,7% (DI MAIDA et al., 2025).

Em nossa série, a técnica mostrou-se segura tanto sob o ponto de vista perioperatório quanto clínico. Não houve complicações graves diretamente atribuídas ao agulhamento ou à nefrectomia parcial, e apenas três eventos intraoperatórios de pequena magnitude, todos

relacionados à dissecação renal, foram prontamente manejados sem repercussões clínicas: um caso de lesão capsular esplênica tratada de forma conservadora; um caso de pequena lesão da veia renal, corrigida com sutura imediata; e um caso isolado de hematúria pós-operatória associada à cólica nefrética, tratado clinicamente, sem necessidade de derivação urinária com cateter duplo J.

A observação intraoperatória direta das condições locais associadas ao trajeto da agulha demonstrou que o ARgTC não acarreta comprometimentos estruturais significativos ao parênquima renal ou às vias excretoras. A ausência de ruptura tumoral e de extravasamento de conteúdo da lesão reforça a segurança oncológica do método, enquanto a baixa incidência de pequenos hematomas capsulares — todos autolimitados e sem repercussão clínica — indica mínima morbidade local. Esses achados sustentam a viabilidade técnica e a estabilidade da marcação sem impacto no tecido, mostrando que o fio-guia se mantém firmemente posicionado até a exérese tumoral, sem interferir negativamente na dissecação ou na reconstrução. Em conjunto, tais evidências corroboram o perfil de segurança do ARgTC, confirmando que a passagem da agulha sob orientação tomográfica não compromete a execução da cirurgia.

Os volumes de sangramento intraoperatório foram discretos na maioria dos casos (60% com menos de 100 ml) e, de modo geral, compatíveis com os resultados de nefrectomias parciais laparoscópicas para tumores de alta complexidade. Nenhum paciente necessitou de transfusão sanguínea, conversão de técnica, internação em unidade de terapia intensiva, nem apresentou infecção, fístula urinária ou complicações tardias registradas.

Ao se compararem nossos resultados às variáveis consagradas do trifecta e do pentafecta da nefrectomia parcial, observa-se que, na literatura, as taxas médias publicadas para cirurgias minimamente invasivas em tumores complexos variam de 31 a 50% e de 10 a 32%, respectivamente (GARG et al., 2022). Em nossa casuística, ambas as métricas foram atingidas em 52,9% dos casos (9 de 17 pacientes), situando-se, portanto, acima das médias relatadas.

Esse desempenho favorável sugere que a técnica de ARgTC pode ter contribuído de maneira indireta para otimizar os resultados cirúrgicos. A marcação precisa do nódulo favorece a identificação tumoral precoce, reduz a necessidade de dissecação extensa e encurta o tempo de isquemia, fatores reconhecidamente associados à obtenção do trifecta e do pentafecta. Assim, é plausível supor que o uso do ARgTC não apenas não acrescenta risco ao

ato cirúrgico, como pode atuar como facilitador técnico, aumentando a previsibilidade do procedimento e a taxa de alcance dos desfechos cirúrgicos ideais.

Dessa forma, as taxas de complicações intra e pós-operatórias observadas nesta série foram consideravelmente inferiores às descritas em grandes estudos, enquanto os índices de sucesso cirúrgico agregado superaram os valores médios publicados. Esses achados reforçam o potencial papel do ARgTC como ferramenta adjuvante na nefrectomia parcial de alta complexidade, capaz de aumentar a precisão técnica, otimizar o desempenho cirúrgico e potencialmente ampliar as taxas de obtenção do trifecta e do pentafecta sem comprometer a segurança do procedimento.

5.4.3 Segurança radiológica

Outro aspecto importante na avaliação da segurança diz respeito à exposição à radiação ionizante, especialmente em pacientes oncológicos, que frequentemente são submetidos a múltiplos exames de imagem ao longo do diagnóstico, tratamento e seguimento. Protocolos de tomografia de baixa dose têm demonstrado capacidade de manter desempenho satisfatório, ao mesmo tempo em que reduzem substancialmente a carga cumulativa de radiação, aproximando-se de níveis considerados biologicamente seguros.

Para o adequado posicionamento da agulha no centro do tumor, considerando a progressão e eventuais reposicionamentos necessários, observou-se média de 4,88 varreduras por paciente. O protocolo de baixa dose empregado resultou em dose efetiva média entre 4 e 5 mSv por paciente, valor comparável ao de uma tomografia abdominal de fase única (5 a 6 mSv) e substancialmente inferior aos protocolos multifásicos renais ou urotomográficos, que frequentemente ultrapassam 15 a 20 mSv por exame (GOFRIT et al., 2018; METTLER et al., 2019).

Em termos de equivalência, quatro varreduras em baixa dose correspondem a aproximadamente 1,7 anos de radiação de fundo natural, e mesmo o paciente com maior número de varreduras (oito) permaneceu abaixo de 3,5 anos de radiação de fundo, mantendo-se dentro de limites considerados plenamente aceitáveis para exames diagnósticos de rotina (**Tabela 7**).

Tabela 7 – Estimativa comparativa de dose efetiva total por número de varreduras em protocolos padrão e de baixa dose de tomografia computadorizada abdominal, com equivalência em anos de radiação de fundo.

Nº de varreduras	Dose por varredura (padrão)*	Dose total (padrão)*	Dose por varredura (baixa dose)*	Dose total (baixa dose)*	Equivalente em anos de radiação de fundo (padrão)	Equivalente em anos de radiação de fundo (baixa dose)
1	2,5 (2–3)	2,5	1,0 (0,7–1,3)	1,0	1,04	0,42
2	2,5 (2–3)	5,0	1,0 (0,7–1,3)	2,0	2,08	0,84
3	2,5 (2–3)	7,5	1,0 (0,7–1,3)	3,0	3,12	1,26
4	2,5 (2–3)	10,0	1,0 (0,7–1,3)	4,0	4,16	1,68
5	2,5 (2–3)	12,5	1,0 (0,7–1,3)	5,0	5,20	2,10
6	2,5 (2–3)	15,0	1,0 (0,7–1,3)	6,0	6,24	2,52
7	2,5 (2–3)	17,5	1,0 (0,7–1,3)	7,0	7,28	2,94
8	2,5 (2–3)	20,0	1,0 (0,7–1,3)	8,0	8,32	3,36

* Medido em millisievert (mSv).

Fonte: Adaptado de METTLER et al. 2019.

O procedimento foi planejado e executado segundo os princípios ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), com campo de aquisição restrito aos rins, modulação automática da corrente elétrica (mA), ajuste de tensão (kVp) proporcional ao índice de massa corporal e utilização de algoritmos de reconstrução iterativa, assegurando a minimização da dose sem prejuízo da qualidade e da acurácia técnica. Dessa forma, o ARgTC demonstrou-se um método de baixa carga radiológica, sem risco adicional relevante para os participantes, reforçando sua viabilidade e segurança tanto em contextos de pesquisa quanto de aplicação clínica rotineira.

Na presente série, a maioria dos casos envolveu o uso de contraste iodado não iônico durante o agulhamento (15 de 17 pacientes; 88%), recurso que permitiu maior acurácia na identificação tumoral e no planejamento do trajeto da agulha. Apesar da utilização frequente, não foram observadas reações adversas imediatas, e todos os pacientes apresentavam função renal preservada previamente, o que praticamente elimina o risco de nefropatia induzida por contraste, conforme as recomendações da *European Society of Urogenital Radiology* (ESUR, 2018) e do *ACR Manual on Contrast Media* (2023).

A dose de contraste utilizada foi substancialmente inferior à empregada em protocolos diagnósticos convencionais — como urotomografias multifásicas —, com volume médio de 50 ml. Assim, o contraste configurou-se apenas como um recurso complementar para aumentar

a precisão e a acurácia técnica do procedimento, sem impacto negativo sobre os participantes ou comprometimento da função renal.

Importa destacar, por fim, que todos os pacientes acompanhados em seguimento apresentaram preservação superior a 90% da TFG_e em relação aos valores basais, confirmando a ausência de repercussão funcional renal significativa decorrente do procedimento e reforçando o perfil de segurança global da técnica.

5.5 Análise de custos e viabilidade econômica

A avaliação econômica é um componente essencial na incorporação de novas técnicas e tecnologias em saúde, especialmente quando aplicadas a procedimentos de alta complexidade, como a nefrectomia parcial minimamente invasiva. O custo adicional de métodos auxiliares de localização tumoral deve ser balanceado em relação ao seu impacto na segurança, precisão e tempo operatório. Nesse contexto, o ARgTC apresenta-se como uma alternativa de baixo custo incremental, especialmente quando comparado às tecnologias atualmente disponíveis, como o padrão ultrassom laparoscópico ou robótico (marca BK®), cujo investimento e manutenção são substancialmente mais elevados.

Sob a perspectiva hospitalar, o custo direto estimado do ARgTC em nossa instituição foi de R\$ 1.021,00 por procedimento, incluindo material descartável, uso do tomógrafo por aproximadamente 30 minutos, equipe técnica e honorários médicos. Esse valor representa um acréscimo modesto em relação ao custo usual da nefrectomia parcial minimamente invasiva sem auxílio de métodos de localização tumoral, e é várias vezes inferior ao custo operacional de sistemas de ultrassonografia intraoperatória dedicados.

Para efeito comparativo, a maioria dos centros que dispõem de ultrassonografia intraoperatória utiliza equipamentos da marca BK®, modelo BK5000, cujo investimento inicial é estimado em R\$ 1.200.000,00, com necessidade de manutenção anual, além de consumíveis e acessórios específicos (**Figura 38**).

Figura 38 – Composição técnica e custo aproximado do equipamento BK5000 (BK Medical®).

Componente / item	Descrição técnica
Sistema principal	BK5000 com Doppler
Versão de software	5.16.14
Aplicações	Software para Cirurgia e Próstata
Licenças	DICOM integrada
Transdutor intraoperatório	I14C5T – multifrequencial
Transdutor robótico	X12C4 – multifrequencial
Transdutor laparoscópico	I12C4F – multifrequencial
Transdutor endocavitário	E14CL4B – biplanar multifrequencial
Investimento inicial estimado	R\$ 1.200.000,00
Manutenção anual	R\$ 40.000,00 (variável)
Custo operacional por procedimento	Diversas vezes superior ao ARgTC (~R\$ 1.021,00)

Fonte: dados de mercado, cotações hospitalares, BK Medical® – 2020.

Além do investimento inicial, esses sistemas demandam custos recorrentes de manutenção, assistência técnica, treinamento e calibração periódica – além da depreciação anual de aproximadamente 10% – o que impacta diretamente a sustentabilidade econômica, sobretudo em instituições públicas ou de médio porte. Mesmo considerando amortização plurianual do equipamento, o custo operacional por procedimento permanece diversas vezes superior ao do ARgTC, sem necessariamente traduzir-se em melhores resultados clínicos em termos de segurança, precisão ou preservação renal.

Algumas instituições hospitalares, particularmente as que dispõem de plataformas robóticas e ultrassonográficas dedicadas, adotam um modelo de cobrança adicional pelo uso do equipamento intraoperatório, com valores que podem chegar a mais de R\$ 5.000,00 por procedimento. Esse custo é aplicado de forma variável, dependendo do contrato de comodato, do volume de cirurgias e do tipo de uso (laparoscópico ou robótico), mas representa um fator de impacto significativo no custo final da nefrectomia parcial minimamente invasiva.

Mesmo desconsiderando essa taxa, simulações econômicas realizadas com base em um investimento inicial de R\$ 1.200.000,00, manutenção anual de R\$ 40.000,00 e amortização em 5 anos indicam que o custo operacional por procedimento do ultrassom BK5000 varia aproximadamente entre R\$ 5.600,00 e R\$ 933,00, conforme cresce o número anual de casos.

Nesse cenário, o ponto de equivalência com o custo direto do ARgTC (R\$ 1.021,00) só é alcançado em centros de altíssimo volume (> 275 procedimentos/ano).

Quando a taxa de uso é incluída, o custo por caso do ultrassom intraoperatório eleva-se para valores entre R\$ 5.700,00 e R\$ 10.600,00, tornando-se seis a dez vezes superior ao do ARgTC, mesmo em instituições de grande porte (**Figura 39**).

Figura 39 – Estimativa de custo operacional por procedimento para o ultrassom intraoperatório BK5000, segundo diferentes volumes anuais de utilização.

Volume anual de cirurgias (n/ano)	Custo operacional estimado (sem taxa de uso)	Custo operacional estimado (com taxa de uso de R\$ 5.000)
50	R\$ 5.600,00	R\$ 10.600,00
100	R\$ 2.800,00	R\$ 7.800,00
200	R\$ 1.400,00	R\$ 6.400,00
300	R\$ 933,00	R\$ 5.933,00

* Parâmetros utilizados: investimento inicial R\$ 1.200.000,00; manutenção anual R\$ 40.000,00; amortização em 5 anos.

Fonte: Elaboração própria – 2025.

Mesmo em instituições que possuem sistemas robóticos instalados, observa-se com frequência a ausência de ultrassom minimamente invasivo, dado o alto custo de aquisição, manutenção e treinamento especializado exigido para seu uso. Essa limitação estrutural é recorrente inclusive em centros de referência, restringindo a disponibilidade desse recurso a poucos hospitais de grande porte. Além disso, nos centros em que o equipamento está disponível, sua fragilidade pode resultar em quebras, e, quando o envio à assistência técnica — frequentemente localizada no exterior — se faz necessário, o reparo pode levar meses. Tal realidade reforça ainda mais a importância de alternativas viáveis e acessíveis, como o ARgTC, que independe de infraestrutura específica e pode ser reproduzido com segurança e precisão em diferentes contextos institucionais, sem comprometer os resultados oncológicos ou funcionais.

Além do ultrassom intraoperatório dedicado, também há relatos do uso de ultrassonografia convencional com probes adaptados para o ato cirúrgico, o que representa uma alternativa de custo significativamente inferior ao sistema BK5000 (BATISTA et al. 2022). Esse método tem como vantagem principal o baixo investimento inicial, podendo ser implementado inclusive em hospitais de médio porte. No entanto, sua eficácia é altamente dependente da experiência do operador e da qualidade do equipamento disponível.

A limitação mais relevante desse método reside na menor acurácia anatômica, especialmente em lesões pequenas ou isoecogênicas, nas quais a delimitação do tumor pode ser difícil ou até inviável, resultando em maior tempo cirúrgico e risco de margens incertas. Além disso, a ausência de reconstrução multiplanar e de visualização tridimensional em tempo real restringe a precisão espacial, o que pode comprometer a segurança oncológica em casos mais complexos. Assim, embora o ultrassom convencional intracavitário apresente bom custo-benefício em contextos selecionados, o ARgTC oferece maior previsibilidade, padronização e precisão de localização, independentemente da experiência individual do cirurgião ou radiologista.

Quando ponderados os custos diretos e indiretos, observa-se que o ARgTC oferece uma relação custo-benefício altamente favorável, proporcionando acurácia comparável à do ultrassom intraoperatório, mas com custo operacional substancialmente inferior e sem necessidade de investimentos de grande porte. Mesmo considerando cenários otimizados de amortização e manutenção do sistema BK5000, a diferença de custo por procedimento permanece expressiva, reforçando que o ARgTC representa uma solução economicamente racional para a localização de TRTE.

Ademais, o tempo cirúrgico mediano das nefrectomias parciais realizadas com o auxílio do ARgTC, em nossa experiência, não foi superior ao tempo habitualmente observado nas nefrectomias parciais videolaparoscópicas sem marcação prévia. Acreditamos, inclusive, que a utilização do fio-guia para localização dos TRTE possa, em alguns casos, reduzir o tempo operatório, uma vez que facilita a identificação imediata da lesão e elimina a necessidade de etapas adicionais de preparação, como a ligação, estruturação e o próprio uso do equipamento de ultrassonografia intraoperatória. Tal característica representa não apenas uma otimização do fluxo cirúrgico, mas também uma economia indireta de recursos e tempo de sala, potencialmente significativa.

Além de sua viabilidade financeira, a técnica utiliza infraestrutura já disponível na maioria dos hospitais, o que elimina barreiras de implementação e reduz o tempo de incorporação tecnológica. Essa característica torna o método especialmente atraente para centros que não dispõem de plataformas robóticas ou de ultrassonografia intraoperatória dedicada, permitindo ampliar o acesso a uma nefrectomia parcial tecnicamente refinada, com menor dependência de recursos tecnológicos de alto custo e maior sustentabilidade no uso de recursos públicos e privados.

5.6 Reprodutibilidade radiológica

A reprodutibilidade constitui um aspecto essencial na validação de qualquer técnica cirúrgica ou intervencionista, uma vez que atesta não apenas sua viabilidade teórica, mas também sua aplicabilidade prática em diferentes cenários institucionais e com distintas equipes envolvidas.

Em nossa série, o ARgTC foi realizado majoritariamente no Complexo Santa Casa de Presidente Prudente / Hospital de Esperança, duas instituições que compartilham o mesmo corpo de radiologistas intervencionistas e infraestrutura técnica similar, garantindo padronização no processo de marcação.

Entretanto, realizamos também um caso no Hospital Iamada (privado), conduzido por um grupo distinto de radiologistas intervencionistas, sem vínculo com o serviço principal. O procedimento transcorreu com resultados igualmente satisfatórios quanto ao posicionamento do marcador, estabilidade durante a cirurgia e identificação tumoral intraoperatória. Apesar de ser o primeiro caso dessa equipe, o número de varreduras tomográficas foi idêntico à média global da série (cinco varreduras), não houve registro de dor na escala numérica de avaliação, o tempo de execução foi semelhante entre os diferentes operadores (sem aumento relevante da dose de radiação ou do tempo de sala), e não houve necessidade de uso de contraste iodado (**Figura 28**).

Esses achados demonstram que o ARgTC é uma técnica de fácil replicação e de baixa dependência de expertise individual, uma vez que se fundamenta em princípios radiológicos amplamente dominados — como o planejamento multiplanar, a punção guiada e o controle tomográfico de posição —, e emprega materiais de uso rotineiro em radiologia intervencionista. Acreditamos que o procedimento se assemelha aos múltiplos agulhamentos e biópsias percutâneas já executados rotineiramente por esses profissionais em sua prática diária, o que contribui para sua rápida familiarização com a técnica. Essa consistência interinstitucional e interprofissional sugere que o ARgTC pode ser implementado com segurança em centros que disponham de tomógrafo e equipe de radiologia intervencionista básica, sem necessidade de equipamentos dedicados ou treinamentos prolongados.

Dessa forma, os resultados obtidos sustentam a hipótese de que o ARgTC é uma técnica de elevada reprodutibilidade, adaptável a diferentes contextos hospitalares e com potencial de difusão nacional e internacional como ferramenta auxiliar na nefrectomia parcial minimamente invasiva para tumores totalmente endofíticos. Todavia, estudos multicêntricos

e a propagação dessa técnica em outros serviços poderão confirmar de forma mais robusta essa hipótese. Ademais, é provável que o ARgTC passe a integrar o conjunto de procedimentos ensinados durante a formação de residentes e estagiários em radiologia intervencionista, contribuindo para o aprimoramento técnico desses profissionais. Paralelamente, a incorporação do método à prática clínica poderá representar uma nova oportunidade de atuação e fonte de remuneração para especialistas da área, em um cenário de crescimento contínuo dos diagnósticos de PMRs.

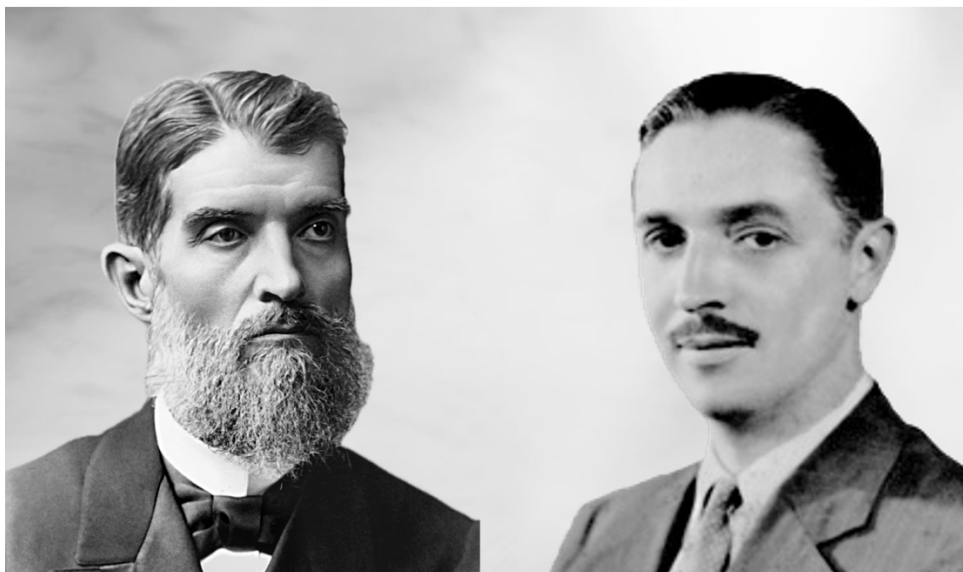
5.7 Denominação técnica (“Agulhamento de Prudente”)

A denominação “Agulhamento de Prudente” foi escolhida para designar a técnica desenvolvida neste estudo, em referência direta à cidade de Presidente Prudente (SP), local onde foram concebidos, planejados e executados os primeiros casos de ARgTC.

A cidade de Presidente Prudente leva o nome de Prudente de Moraes (1841–1902), primeiro presidente civil da República do Brasil e figura de destaque na história nacional, símbolo de transição entre períodos de instabilidade política e consolidação institucional. Assim, o termo “Prudente”, além de resgatar um vínculo geográfico e histórico, também carrega um significado simbólico — remetendo à prudência, precisão e segurança — valores que refletem de forma apropriada os princípios técnicos e conceituais da técnica aqui apresentada.

De forma notável, o médico Antônio Prudente de Moraes Neto (1896–1965) — fundador da Fundação Antônio Prudente, mantenedora do AC Camargo Cancer Center, instituição vinculada a esta pesquisa de doutorado — era neto do próprio Presidente Prudente de Moraes, estabelecendo assim uma ligação histórica e familiar direta entre as duas referências homônimas. Essa coincidência singular confere um caráter simbólico adicional à escolha do nome, unindo a origem geográfica da técnica à instituição acadêmica responsável por sua consolidação científica, ambas ligadas, de forma literal e histórica, ao mesmo nome e legado (**Figura 40**).

Figura 40 – Personalidades que inspiraram a denominação “Agulhamento de Prudente”. Prudente José de Moraes e Barros, e Antônio Prudente Meireles de Moraes.



Fonte: Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB) e Fundação Antônio Prudente (perfil histórico oficial do AC Camargo Cancer Center).

A escolha dessa nomenclatura, portanto, extrapola um caráter meramente geográfico, constituindo-se em um símbolo de integração entre a prática clínica e a produção científica brasileira, representando uma técnica idealizada e executada em ambiente regional, mas validada e reconhecida em um centro de excelência nacional. O termo “Agulhamento de Prudente” reforça, assim, a identidade do método e sua origem, como inovação cirúrgica, genuinamente nacional.

5.8 Limitações, considerações finais e perspectivas futuras

Embora os resultados desta série tenham demonstrado alta taxa de sucesso técnico, margens oncológicas adequadas e ampla aplicabilidade, é fundamental reconhecer que determinadas restrições metodológicas e contextuais podem influenciar a generalização dos achados. Tais limitações não invalidam os resultados obtidos, mas ajudam a delimitar o escopo de aplicabilidade da técnica e a orientar futuras investigações.

Outra decisão metodológica relevante diz respeito à não inclusão de pacientes portadores de rim único na presente casuística. Essa escolha foi deliberada e fundamentada em princípios éticos e de segurança, uma vez que o ARgTC representava, à época de sua implementação, uma técnica inédita e ainda em fase inicial de validação clínica. Optou-se, portanto, por restringir sua aplicação inicial a pacientes com rim contralateral funcional,

minimizando o risco de comprometimento funcional irreversível em um cenário de maior vulnerabilidade clínica. Com a experiência acumulada ao longo da série e a demonstração consistente de viabilidade técnica, estabilidade do marcador, ausência de complicações relevantes e preservação funcional renal adequada, o ARgTC mostrou-se suficientemente seguro para que sua aplicação em pacientes com rim único passe a ser considerada em contextos selecionados, desde que observados critérios rigorosos de seleção, planejamento tomográfico minucioso e execução por equipes experientes.

Apesar dos resultados favoráveis e da ampla aplicabilidade observada, é importante reconhecer que o ARgTC apresenta limitações inerentes a determinados tipos de lesões. Entre elas, destacam-se as lesões císticas complexas, especialmente aquelas com predomínio de conteúdo líquido, nas quais a fixação do fio marcador pode ser instável ou imprecisa. Em nossa casuística, houve um caso de lesão sólido-cística em que a localização do marcador foi adequada, permitindo a identificação imediata da lesão durante a cirurgia; contudo, o fio se desprendeu durante a dissecação, sem prejuízo à exérese tumoral. Esse episódio reforça que, embora o método possa ser tecnicamente executado em tais cenários, não parece representar a melhor opção para alvos predominantemente císticos, nos quais o risco de deslocamento do marcador é inerentemente maior. Assim, a seleção criteriosa dos casos — considerando o padrão Bosniak e o conteúdo interno do cisto — é fundamental para assegurar a viabilidade técnica e a segurança do procedimento.

Vale destacar que os resultados cirúrgicos e oncológicos favoráveis desta série decorreram da atuação de um único cirurgião, experiente em cirurgia urooncológica videolaparoscópica e responsável pela concepção do método. Dessa forma, a reprodutibilidade interpessoal poderá variar entre colegas com níveis distintos de experiência ou habilidades técnicas. Cirurgiões em início de curva de aprendizado para o manejo de TRTE devem ser cautelosos ao adotar a técnica, preferencialmente sob supervisão ou em colaboração com profissionais experientes.

Adicionalmente, é importante observar que a maioria das lesões incluídas (88,2%) apresentou diâmetro entre 2 e 4 cm, faixa na qual o equilíbrio entre viabilidade técnica e benefício oncológico é mais favorável. Tumores menores que 2 cm (mPMRs), por sua vez, tendem a representar um desafio maior para o agulhamento, em virtude da dificuldade de fixação precisa do arpão e da limitação de margem anatômica para o ato intraoperatório.

Todas as nefrectomias parciais desta série foram realizadas por via laparoscópica transperitoneal. Embora o método também seja compatível com a via retroperitoneal, sua aplicação nesse contexto seria potencialmente mais trabalhosa, em virtude da necessidade de criação do espaço retroperitoneal — seja por dissecação digital, seja por balão —, o que pode aumentar a complexidade do procedimento e o risco de deslocamento do marcador.

Do ponto de vista técnico, embora seja teoricamente possível realizar o agulhamento com ultrassonografia, tal alternativa não é encorajada. A punção guiada por TC oferece vantagens significativas, como maior previsibilidade do trajeto, controle multiplanar preciso e maior controle da coordenação com movimentos respiratórios. Já o uso do ultrassom implicaria desafios práticos consideráveis, como a necessidade de manter o transdutor com uma das mãos enquanto se manipula a agulha com a outra, além da limitação de campos visuais em decúbito ventral ou lateral. Ademais, a variação na qualidade de imagem e a dependência da experiência do operador aumentam a probabilidade de falhas na marcação e reduzem a reprodutibilidade interinstitucional. No futuro, entretanto, estudos comparativos entre o agulhamento guiado por TC e por ultrassom poderão contribuir para esclarecer o papel de cada método e avaliar se, em cenários específicos, o ultrassom poderia ser considerado uma alternativa viável.

Outro aspecto que também merece destaque refere-se à possibilidade de integração entre o ARgTC e o ultrassom intraoperatório. Mesmo em centros que dispõem de equipamentos dedicados, o ultrassom e o agulhamento não devem ser vistos como técnicas concorrentes, mas sim eventualmente complementares. O agulhamento oferece maior precisão na localização tridimensional pré-operatória do nódulo, permitindo ao cirurgião planejar o acesso e reduzir o tempo de dissecação; já o ultrassom, utilizado durante a exérese, pode auxiliar na definição dos limites tumorais e na avaliação de estruturas adjacentes. Essa associação é particularmente útil em tumores isoecogênicos e pequenos, em que a ultrassonografia isolada pode não identificar a lesão com clareza.

A tomografia computadorizada, nesse contexto, tem vantagem como ferramenta de planejamento e precisão anatômica, por permitir reconstruções multiplanares e mensuração acurada das distâncias cápsula-tumorais e relações vasculares. Essas características asseguram maior previsibilidade do trajeto da agulha e reduzem o risco de trajetos inadequados, perfurações inadvertidas ou falhas na localização tumoral. Além disso, a imagem

tomográfica é menos dependente da experiência subjetiva do operador, o que contribui para maior padronização interinstitucional e reprodutibilidade do método.

Embora o presente estudo tenha sido conduzido integralmente com nefrectomias parciais laparoscópicas puras, a técnica é plenamente compatível com plataformas robóticas, sem necessidade de qualquer adaptação no posicionamento do marcador ou na abordagem cirúrgica. Do mesmo modo, o método também pode ser aplicado em cirurgias abertas, preservando seus princípios técnicos e a lógica de localização anatômica, o que amplia ainda mais o espectro de aplicabilidade do ARgTC em diferentes contextos operatórios.

Do ponto de vista científico e institucional, os resultados desta série reforçam o potencial do “**Agulhamento de Prudente**” como técnica de origem nacional, segura e reprodutível, com aplicação prática em diferentes níveis de complexidade hospitalar. Considerando os desfechos favoráveis obtidos, uma etapa subsequente desejável seria a realização de um estudo multicêntrico, envolvendo diferentes instituições e equipes de radiologia intervencionista e cirurgia minimamente invasiva, com o objetivo de ampliar a casuística, validar a técnica em cenários distintos e consolidar parâmetros de segurança, tempo de execução e desfechos funcionais.

Nesse sentido, parece especialmente bem-vinda a inclusão de instituições não apenas no Brasil, mas também na América Latina e em demais países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, onde a ultrassonografia intraoperatória e as técnicas de ablação percutânea de pequenas massas renais provavelmente permanecerão indisponíveis de forma ampla por um longo período. Poderia-se idealizar, assim, um projeto prospectivo multicêntrico que englobasse nefrectomias parciais videolaparoscópicas, assistidas por robô e também cirurgias a céu aberto — modalidade ainda amplamente empregada em muitos desses centros. Tal estudo poderia ser viabilizado por meio do *Latin American Renal Cancer Group* (LARCg), que congrega dezenas de instituições de toda a América Latina e Península Ibérica. Espera-se, com isso, que a técnica se dissemine internacionalmente, amparada por normas técnicas rigorosas e pelos mais elevados preceitos éticos.

Em síntese, o ARgTC representa uma alternativa viável, acessível e de alta precisão para a localização de tumores renais totalmente endofíticos, podendo coexistir de forma sinérgica com métodos já estabelecidos. A combinação entre simplicidade operacional, baixo custo, acurácia anatômica e potencial de expansão justifica sua continuidade como linha de investigação e sua difusão controlada em centros de referência e treinamento cirúrgico.

6 CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que o ARgTC é uma técnica factível, segura e reprodutível para a localização de TRTE em cirurgias minimamente invasivas. A aplicação do método no pré-operatório imediato da nefrectomia parcial permitiu identificação tumoral precisa, sem intercorrências relacionadas ao agulhamento e sem necessidade de conversões técnicas ou de outros métodos de localização no intraoperatório.

A experiência acumulada mostrou que o ARgTC mantém a segurança oncológica, com margens cirúrgicas similares com os dados atuais, ausência de implantes tumorais ou recidivas relacionadas ao trajeto da agulha, e desfechos perioperatórios favoráveis, compatíveis com as melhores séries descritas na literatura para nefrectomias parciais assistidas por ultrassonografia intraoperatória.

Do ponto de vista econômico e logístico, a técnica apresenta-se como alternativa de baixo custo e ampla aplicabilidade, especialmente em instituições sem acesso a equipamentos de ultrassom laparoscópico ou robótico. A utilização de materiais simples, disponíveis no ambiente hospitalar e de fácil manuseio, permite sua incorporação sem necessidade de investimentos adicionais significativos, ampliando o acesso a cirurgias poupadoras de néfrons mesmo em contextos de recursos limitados. Ademais, acredita-se que o método possa ser igualmente empregado em cirurgias a céu aberto, mantendo os mesmos princípios de localização anatômica e planejamento pré-operatório, o que amplia ainda mais o espectro de aplicabilidade do ARgTC em diferentes realidades assistenciais.

A análise dos 17 casos tratados evidenciou que o método é adaptável a diferentes padrões anatômicos e de complexidade, incluindo lesões centrais e hilares, sem aumento das taxas de complicações intra ou pós-operatórias. O planejamento cuidadoso do trajeto de punção, associado à realização imediata da cirurgia, mostrou-se determinante para a estabilidade do marcador e para o sucesso do procedimento.

O agulhamento pré-operatório renal guiado por tomografia representa, portanto, uma alternativa viável à ultrassonografia intraoperatória, podendo também atuar como técnica complementar em centros de alta complexidade. Sua adoção contribui para expandir as possibilidades de tratamento minimamente invasivo dos tumores renais totalmente endofíticos, mantendo os princípios fundamentais da cirurgia oncológica conservadora: eficácia terapêutica, segurança e preservação funcional.

Em perspectiva, o ARgTC se apresenta como potencial ferramenta de padronização e democratização do acesso à nefrectomia parcial em lesões complexas, reforçando a relevância do conceito do “**Agulhamento de Prudente**” como inovação técnica nacional de impacto científico e clínico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Bayati O, Hasan A, Pruthi D, Kaushik D, Liss MA. Systematic review of modifiable risk factors for kidney cancer. **Urol Oncol**. 2019 Jun; 37(6):359-371.

Batista LT, Oliveira JGR, Gouvea VP, Souza LA, Tourinho-Barbosa R. Alternative use of endocavitary probe to guide minimally invasive partial nephrectomy: is it reasonable? **Acta Cir Bras** 2022. Sep 19;37(6):e370607.

Bertolo R, Autorino R, Fiori C, Amparore D, Checcucci E, Mottrie A, et al. Expanding the Indications of Robotic Partial Nephrectomy for Highly Complex Renal Tumors: Urologists' Perception of the Impact of Hyperaccuracy Three-Dimensional Reconstruction. **J Laparoendosc Adv Surg Tech** 2018; lap.2018.0486.

Bylund J, Gayheart D, Fleming T, Venkatesh R, Preston D, Strup S, et al. Association of tumor size, location, R.E.N.A.L., PADUA and centrality index score with perioperative outcomes and postoperative renal function. **The Journal of urology** 2012; 188 5, 1684-9.

Cai Y, Li HZ, Zhang YS. Comparison of partial and radical laparoscopic nephrectomy: long-term outcomes for clinical T1b renal cell carcinoma. **Urol J** 2018; 15:16-20.

Cao J, Zhu S, Ye M, Liu K, Liu Z, Han W, et al. Comparison of Renal Artery versus Renal Artery-Vein Clamping During Partial Nephrectomy : A System Review and Meta-analysis. **Journal of endourology** 2020; <https://doi.org/10.1089/end.2019.0580>.

Capitanio U, Montorsi F. Renal cancer. **Lancet**. 2016; 387:894–906.

Capitanio U, Bensalah K, Bex A, Boorjian SA, Bray F, Coleman J, et al. Epidemiology of Renal Cell Carcinoma. **Eur Urol** 2019 Jan; 75(1):74-84.

Carbonara U, Simone G, Minervini A, Sundaram CP, Larcher A, Lee J, et al. Robotic-assisted Partial Nephrectomy for "Very Small" (<2 cm) Renal Mass: Results of a Multicenter Contemporary Cohort. **Eur Urol Focus** 2021; Sep;7(5):1115-1120.

ClipArt ETC (Educational Technology Clearinghouse) Florida Center for Instructional Technology, College of Education, University of South Florida. Frontal Section Through Kidney. Disponível em: https://etc.usf.edu/clipart/52700/52774/52774_kidney.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2025.

Chen J. A summary of updated UNSCEAR evaluations on medical and occupational exposures to ionising radiation and call for participation in UNSCEAR Global Surveys on radiation exposure. **Radiat Prot Dosimetry** 2024 Nov; 13;200(16-18):1495-1500.

CONGRESO AMERICANO DE UROLOGÍA (CAU). Programa oficial – CAU Panamá 2025. Disponível em: <https://www.caupanama2025.com/programa-cau>. Acesso em: 20 de outubro de 2025.

Da Silva RCF, Malhão TA, Rezende LFM, da Silva Barbosa R, Correa Schilithz AO, Moreira LGM, et al. Current and future costs of cancer attributable to insufficient leisure-time physical activity in Brazil. **PLoS One** 2023; Jul 10;18(7):e0287224.

Desai M, De Castro Abreu A, Leslie S, Cai J, Huang E, Lewandowski P, et al. Robotic partial nephrectomy with superselective versus main artery clamping: a retrospective comparison. **European Urology** 2014; 66 4, 713-9 .

Di Cosmo G, Verzotti E, Silvestri T, Lissiani A, Knez R, Pavan N, et al. Intraoperative ultrasound in robot-assisted partial nephrectomy: State of the art. **Arch Ital di Urol e Androl** 2018; 90(3):195.

Di Maida F, Mari A, Amparore D, Antonelli A, Schiavina R, Bertolo RG, et al. Perioperative and Mid-Term Oncological and Functional Outcomes After Partial Nephrectomy for Entirely Endophytic Renal Tumors: A Prospective Multicenter Observational Study (The RECORD2

Project). **Cancers (Basel)** 2025. Apr 5;17(7):1236.

Edge SB, Byrd DR, Compton CC, Fritz AG, Greene FL, Trotti A. **AJCC cancer staging manual**. 7th ed. New York: Springer; 2009. Kidney; p.479- 89.

Ferakis N, Paparidis S, Papatheodorou A, Symeonidis EN, Katsimantas A. Hook-wire assisted localization of a completely endophytic renal mass during three-dimensional laparoscopic partial nephrectomy: Presentation of our technique. **Urologia Journal** 2022 May; 89(2):244-247.

Finley RJ, Mayo JR, Grant K, Clifton JC, English J, Leo J, Lam S. Preoperative computed tomography-guided microcoil localization of small peripheral pulmonary nodules: a prospective randomized controlled trial. **J Thorac Cardiovasc Surg** 2015; Jan;149(1):26-31.

Garg H, Das B, Bansal A, Kaushal R, Desai P, Maheshwari R, et al. Trifecta and Pentafecta Outcomes in Laparoscopic and Robotic Nephron-Sparing Surgery for Highly Complex Renal Tumors: A Propensity Score-Matched Cohort Analysis. **J Endourol** 2022. Aug;36(8):1050-1056.

Gofrit ON, Rabinovich I, Yutkin V, Pode D, Duvdevani M, Landau EH, et al. Abbreviated CT protocol for postoperative surveillance of renal cancer. **Urol Oncol** 2018. Nov;36(11):498.e9-498.e13.

Haber G, Gill I. Laparoscopic partial nephrectomy: contemporary technique and outcomes. **European urology** 2006; 49 4, 660-5.

Hall FM, Frank HA: Preoperative localization of nonpalpable breast lesions. **Am J Roentgenol** 1979; Jan 132:101-105.

Hakky T, Baumgarten A, Allen B, Lin H, Ercole C, Sexton W, et al. Zonal NePhRO scoring system: a superior renal tumor complexity classification model. **Clinical genitourinary cancer**

2014; 12 1, e13-8.

Ingels A, Duc S, Bensalah K, Bigot P, Paparel P, Beauval JB, et al. Postoperative outcomes of elderly patients undergoing partial nephrectomy. **Sci Rep** 2021. Aug 25;11(1):17201.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa>.

Ito H, Uemura K, Ikeda M, Jikuya R, Kondo T, Tatenuma T, et al. Impacts of complete endophytic renal tumors on surgical, functional, and oncological outcomes of robot-assisted partial nephrectomy. **Journal of endourology** 2024; Apr;38(4):347-352.

Ivanovic NS, Zdravkovic DD, Skuric Z, Kostic J, Colakovic N, Stojiljkovic M, et al. Optimization of breast cancer excision by intraoperative ultrasound and marking needle - technique description and feasibility. **World J Surg Oncol** 2015; 13(1):153.

Kaczmarek BF, Sukumar S, Petros F, Trinh QD, Mander N, Chen R, et al. Robotic ultrasound probe for tumor identification in robotic partial nephrectomy: Initial series and outcomes. **Int J Urol** 2013; 20(2):172–6.

Kim H, Kim JK, Ye C, Choi JH, Lee H, Oh JJ, et al. Recurrence after radical and partial nephrectomy in high complex renal tumor using propensity score matched analysis. **Sci Rep**. 2021. Feb 3;11(1):2919.

Kim HY, Lee KW, Lee DS. Critical causes in severe bleeding requiring angioembolization after percutaneous nephrolithotomy. **BMC Urol** 2020; Mar 11;20(1):22.

Kopans DB, DeLuca S. A modified needle-hookwire technique to simplify preoperative localization of occult breast lesions. **Radiology** 1980; 134(3), 781–781, doi:10.1148/radiology.134.3.7355235.

Kouriefs C, Georgiades F, Michaelides M, Ioannides K, Kouriefs A, Grange P. Percutaneous hook wire assistance during laparoscopic excision of an intrarenal mass. **Ann R Coll Surg Engl** 2019; Jul;101(6):e136-e138.

Kutikov A, Uzzo, RG. The R.E.N.A.L. Nephrometry Score: A Comprehensive Standardized System for Quantitating Renal Tumor Size, Location and Depth. **J Urol** 2009; 182(3):844–853.

Lanchon C, Arnoux V, Fiard G, Descotes JL, Rambeaud JJ, Lefrancq JB, et al. Super-selective robot-assisted partial nephrectomy using near-infrared fluorescence versus early-unclamping of the renal artery: results of a prospective matched-pair analysis. **Int Braz J Urol** 2018; 44(1):53–62.

LATIN AMERICAN RENAL CANCER GROUP (LARCG). Scientific Program – V Annual LARCG Meeting at AUA Congress Chicago 2019. Disponível em: <https://larcg.org/news/scientific-program-v-annual-larcg-meeting-at-uaa-congress-chicago-2019/>. Acesso em: 20 out. 2025.

Li C, Huang Z, Sun H, Wang L, Wang Y, Gao B, et al. Marking ground glass nodules with pulmonary nodules localization needle prior to video-assisted thoracoscopic surgery. **European Radiology** 2022; 32, 4699 - 4706.

Li K, Chen S, Wang C, Yang L. Comparison between minimally invasive partial nephrectomy and open partial nephrectomy for complex renal tumors: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Surgery (London, England)** 2023; 109, 1769 - 1782.

Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, Dabestani S, Hofmann F, Hora M, et al. EAU Guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update. **Eur Urol** 2015; 67:913-24.

Macklin PS, Sullivan ME, Tapping CR, Cranston DW, Webster GM, Roberts ISD, Verrill CL, Browning L. Tumour Seeding in the Tract of Percutaneous Renal Tumour Biopsy: A Report on Seven Cases from a UK Tertiary Referral Centre. **Eur Urol** 2019; May;75(5):861-867.

Mandoorah Q, Rozet F, Muttin F, Barret E, Sanchez-Salas R, Cathelineau X. Hook Wire

Placement Facilitates Laparoscopic Excision of Endophytic Renal Tumor in Partial Nephrectomy. **J Endourol Case Rep** 2018; Oct 1;4(1):163-165.

Matsui T, Takahashi Y, Nakada T, Sakakura N, Hasegawa T, Sato Y, Inaba Y, Haneda H, Okuda K, Nakanishi R, Kuroda H. Preoperative percutaneous needle indigo carmine and lipiodol mixture marking in lung segmentectomy. **Eur J Cardiothorac Surg** 2022; Sep 2;62(4):ezac432.

Mettler FA Jr, Mahesh M, Bhargavan-Chatfield M, et al. Patient exposure from radiologic and nuclear medicine procedures in the United States: procedure volume and effective dose for the period 2006–2016. **Radiology** 2019;293(2):355-362.

Mihai I, Dura H, Teodoru C, Todor S, Ichim C, Grigore N, et al. Intraoperative Ultrasound: Bridging the Gap between Laparoscopy and Surgical Precision during 3D Laparoscopic Partial Nephrectomies. **Diagnostics** 2024; 14.

Minervini A, Grosso AA, Di Maida F. Management of Small Renal Masses <2 cm: Treatment. **Eur Urol Open Sci** 2025; Mar 25;74:73-74.

Mouracade P, Kara O, Maurice M, Dagenais J, Malkoç E, Nelson R, & Kaouk, J. Patterns and Predictors of Recurrence after Partial Nephrectomy for Kidney Tumors. **J Urol** 2017. 197, 1403–1409.

Okhawere K, Milky G, Shih I, Li Y, Badani K. Comparison of 1-Year Health Care Expenditures and Utilization Following Minimally Invasive vs Open Nephrectomy. **JAMA Netw Open** 2022; Sep 1;5(9):e2231885.

Partin AW, Peters CA, Kavoussi LR, et al. Campbell-Walsh-Wein Urology. 12th ed. Elsevier, 2021.

Pantuck AJ, Zisman A, Belldegrun AS. The changing natural history of renal cell carcinoma. **J Urol**. 2001; Nov, 166(5):1611-23. Review. PubMed PMID: 11586189.

Palumbo C, Pecoraro A, Knipper S, Rosiello G, Luzzago S, Deuker M, et al. Contemporary Age-adjusted Incidence and Mortality Rates of Renal Cell Carcinoma: Analysis According to Gender, Race, Stage, Grade, and Histology. **European Urology Focus**. 2021; 7(3), 644–652.

Peng D, He Z-S, Li X-S, Tang Q, Zhang L, Yang KW, et al. Partial nephrectomy for T3aN0M0 renal cell carcinoma: shall we step forward? **Int Braz J Urol** 2017; 43(5):849–56.

Renshaw AA, Powell A, Caso J, Gould EW. Needle track seeding in renal mass biopsies. **Cancer Cytopathol** 2019; Jun;127(6):358-361.

Rini BI, McKiernan JM, Chang SS, Choueiri TK, Kenney PA, Landman J, et al. Kidney. In: Amin MB, Edge S, Greene F, editor, et al. **AJCC cancer staging manual**. 8th ed. New York: Springer; 2017. p.739-48.

Rodríguez-Monsalve M, Del Pozo Jiménez G, Carballido J, Castellón Vela I. Nefrectomía parcial laparoscópica en tumores intrarrenales. Papel de la ecografía intraoperatoria [The role of intraoperative ultrasound in laparoscopic partial nephrectomy for intrarenal tumors.]. **Arch Esp Urol** 2019; Oct;72(8):729-737.

Rossi SH, Prezzi D, Kelly-Morland C, Goh V. Imaging for the diagnosis and response assessment of renal tumours. **World J Urol** 2018; 36(12):1927-1942.

Samara E, Williams M, Howlett DC. Current applications of ultrasound-guided wire localization in head and neck surgery. **Int J Oral Maxillofac Surg** 2019; Apr;48(4):443-446.

Schulz KF, Altman DG, Moher D; for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials, 2010. **The British Medical Journal**. 340:c332.

Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2024. **CA Cancer J Clin**. 2024;74(1):6-33.

Slotty P Jr, Kröpil P, Klingenhöfer M, Steiger HJ, Hänggi D, Stummer W. Preoperative localization of spinal and peripheral pathologies for surgery by computed tomography-guided placement of a specialized needle system. **Neurosurgery** 2010; Apr;66(4):784-7.

Tahbaz R, Schmid M, Merseburger AS. Prevention of kidney cancer incidence and recurrence: lifestyle, medication and nutrition. **Curr Opin Urol.** 2018 Jan;28(1):62-79.

Takagi T, Yoshida K, Wada A, Kondo T, Fukuda H, Ishihara H, et al. Predictive factors for recurrence after partial nephrectomy for clinical T1 renal cell carcinoma: a retrospective study of 1227 cases from a single institution. **International Journal of Clinical Oncology** 2020. 25, 892-898.

Tsivian M, Tsivian E, Stanevsky Y, Bass R, Sidi AA, Tsivian A. Laparoscopic partial nephrectomy for tumors 7cm and above. Perioperative outcomes. **Int Braz J.** 2017; 43(5):857–62.

Tsoumakidou G, Saltiel S, Villard N, Duran R, Meuwly JY, Denys A. Image-guided marking techniques in interventional radiology: A review of current evidence. **Diagn Interv Imaging** 2021; Dec;102(12):699-707.

Wong MCS, Goggins WB, Yip BHK, Fung FDH, Leung C, Fang Y, et al. Incidence and mortality of kidney cancer: temporal patterns and global trends in 39 countries. **Sci Rep** 2017. Nov 16; 7(1):15698.

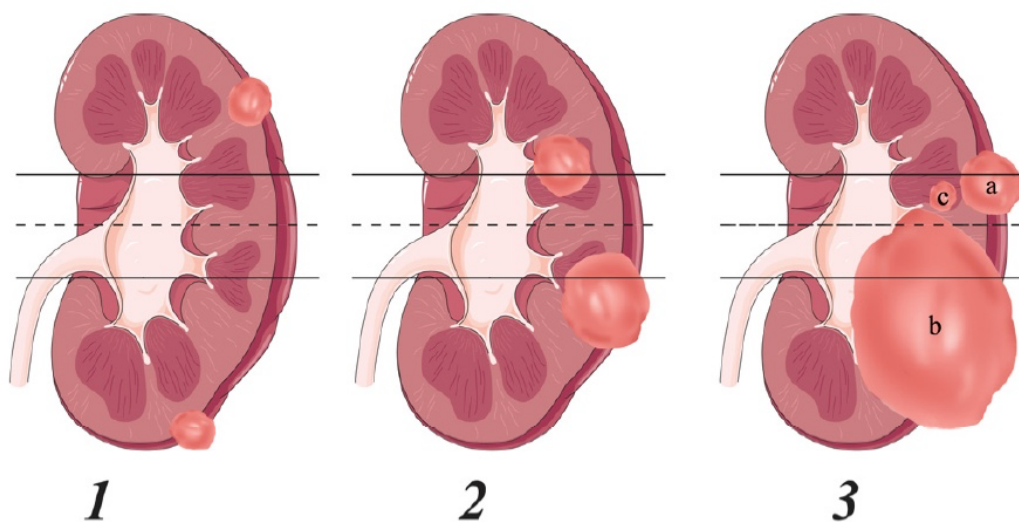
Wood E, Adibi M, Qiao W, Brandt J, Zhang M, Tamboli P, et al. Local Tumor Bed Recurrence Following Partial Nephrectomy in Patients with Small Renal Masses. **The Journal of Urology** 2018. 199, 393–399.

Zhang Y, Wei O, Wu B, Pokhrel G, Ding B, Xu H, et al. Robot-assisted partial nephrectomy with a standard laparoscopic ultrasound probe in treating endophytic renal tumor. **Asian journal of surgery** 2020. Feb;43(2):423-427.

Zargar H, Allaf ME, Bhayani S, Stifelman M, Rogers C, Ball MW, et al. Trifecta and optimal perioperative outcomes of robotic and laparoscopic partial nephrectomy in surgical treatment of small renal masses: a multi-institutional study. **BJU International**. 2015; 116(3), 407–414.

Anexo A - Pontuação nefrométrica R.E.N.A.L. Sistema padronizado para quantificar o tamanho, a localização e a profundidade do tumor renal.

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
(R)adius - diâmetro máximo em cm	≤ 4	> 4 mas < 7	≥ 7
(E)xophytic/endophytic	≥ 50%	< 50%	Totalmente endofítico
(N)earness - proximidade do tumor ao sistema coletor ou seio renal (mm)	≥ 7	> 4 mas < 7	≤ 4
(A)nterior/Posterior	Nenhum ponto é dado. Atribuído um descritor a, p, ou x.		
(L)ocation - posição em relação às linhas polares* *sufixo h é atribuído se o tumor toca a artéria ou veia renal principal	Totalmente acima da linha polar superior ou abaixo da linha polar inferior	Lesão cruza as linhas polares	> 50% da massa atravessa a linha polar (a) <u>ou</u> a massa cruza a linha renal axial média (b) <u>ou</u> a massa está inteiramente entre as linhas polares (c)



Complexidade: baixa (4-6 pontos), moderada (7-9 pontos) e alta (10-12 pontos).

Fonte: Adaptado de Kutikov et al. (2009).

Anexo B - Classificação TNM da “*American Joint Committee on Cancer's Cancer Staging Manual - 2017*”

Tx	Tumor primário não pode ser avaliado.
T0	Ausência de evidências de tumor primário.
T1	Tumor ≤ 7 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T1a	Tumor ≤ 4 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T1b	Tumor > 4 cm e ≤ 7 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T2	Tumor > 7 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T2a	Tumor > 7 cm e ≤ 10 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T2b	Tumor > 10 cm no maior diâmetro, limitado ao rim.
T3	Tumor estende-se para ramos venosos principais ou tecidos perirrenais, mas não à adrenal ipsilateral ou além da fáscia de Gerota.
T3a	Tumor estende-se para a veia renal ou seus ramos segmentares, ou invade o sistema pielocalicial, ou o tumor invade tecido adiposo perirrenal e/ou tecido adiposo do seio renal, mas não além da fáscia de Gerota.
T3b	Tumor macroscopicamente estende-se para a veia cava abaixo do diafragma.
T3c	Tumor macroscopicamente estende-se para a veia cava supradiafragmática ou invade a parede da veia cava.
T4	Tumor com invasão além da fáscia de Gerota (incluindo extensão para a glândula adrenal ipsilateral).
Nx	Linfonodos regionais não podem ser avaliados.
N0	Ausência de metástases linfonodais.
N1	Presença de metástase em 1 linfonodo regional.
N2	Presença de metástases em mais de 1 linfonodo regional.
Mx	Metástases a distancia não podem ser avaliadas.
M0	Ausência de metástases a distância.
M1	Presença de metástases a distância.

Fonte: Adaptado de RINI et al. (2017).

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

O (a) Sr (a). está sendo convidado a participar da pesquisa: “UMA TÉCNICA NOVA E DE BAIXO CUSTO PARA O TRATAMENTO DOS TUMORES RENAIIS TOTALMENTE ENDOFÍTICOS: AGULHAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO” que tem por objetivo avaliar a efetividade de uma nova técnica operatória para o tratamento de tumores renais de difícil localização. O que apenas era possível através da utilização de aparelhos de ultrassom intra-operatórios (equipamentos caros e muitas vezes não disponíveis), faremos através do posicionamento de uma agulha através da pele, guiada por um exame de tomografia, momentos antes da cirurgia.

Essa pesquisa será realizada com pacientes portadores de tumores renais totalmente endofíticos (localizados dentro do rim), com planejamento de extirpação apenas do tumor (preservando o restante do rim), que sejam de alguma forma difíceis de serem encontrados no momento da cirurgia. Não participarão da pesquisa pessoas com tumores exofíticos (cresçam insinuando para fora do rim), os quais não oferecem dificuldade de serem encontrados no momento da cirurgia.

Sua participação no estudo consistirá em submeter-se, momentos antes da cirurgia, a um exame de tomografia, quando será puncionado o tumor com um agulha fina através da pele. Todo o procedimento é realizado com medicação para sedação e anestesia local. Logo após você será encaminhado para a sala de cirurgia e o procedimento realizado de forma padrão (por videolaparoscopia).

Se houver algum problema relacionado com a pesquisa o senhor será encaminhado para o Serviço de Urologia da Santa Casa de Presidente Prudente onde será prontamente atendido pela equipe.

Os principais riscos com essa pesquisa compreendem incômodos no momento da aplicação da agulha; a necessidade de realizar um exame que demanda dose de radiação (tomografia com protocolo de baixa dose de radiação); e discussões acerca da violação do tumor pela agulha e possíveis contaminações locais.

O Sr.(a) não terá nenhuma despesa e não há compensação financeira relacionada à sua participação na pesquisa.

Caso tenha alguma dúvida sobre a pesquisa o Sr. poderá entrar em contato com o coordenador responsável pelo estudo: FELIPE DE ALMEIDA E PAULA, que pode ser localizado no consultório

(telefone 18-32219159) das 8 às 12h ou pelo email felipe.uro@hotmail.com. O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital do Câncer de Presidente Prudente, também poderá ser consultado caso o Sr.(a) tenha alguma consideração ou dúvida sobre a ÉTICA da pesquisa pelo telefone 18-21048000 ou pelo email cep@hrcpp.org.br.

Sua participação é importante e voluntária e vai gerar informações que serão úteis para que possamos divulgar uma técnica operatória, de baixo custo, para o tratamento de casos complexos de câncer de rim com cirurgia parcial (retirando apenas o tumor e preservando o rim).

Este termo será assinado em duas vias, pelo senhor e pelo responsável pela pesquisa, ficando uma via em seu poder.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do que li ou foi lido para mim, sobre a pesquisa: " UMA TÉCNICA NOVA E DE BAIXO CUSTO PARA O TRATAMENTO DOS TUMORES RENAIIS TOTALMENTE ENDOFÍTICOS: AGULHAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO ". Discuti com o pesquisador FELIPE DE ALMEIDA E PAULA ou com seu substituto, responsável pela pesquisa, sobre minha decisão em participar do estudo. Ficaram claros para mim os propósitos do estudo, os procedimentos, garantias de sigilo, de esclarecimentos permanentes e isenção de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____/____/____

Assinatura do entrevistado

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deste entrevistado OU REPRESENTANTE LEGAL (se for o caso) para a sua participação neste estudo.

_____/____/____

Assinatura do responsável pelo estudo.

Apêndice B - Demonstração do agulhamento renal guiado por tomografia computadorizada (ARgTC)

O presente apêndice disponibiliza vídeos demonstrativos do ARgTC, utilizado nesta tese para a marcação pré-operatória de tumores renais totalmente endofíticos. O material audiovisual tem caráter didático e ilustrativo, e apresenta as etapas pré e intraoperatórias.

Os vídeos podem ser acessados por meio dos links abaixo ou escaneando o QR Code correspondente:

	Agulhamento renal pré-operatório (rim direito)
	https://youtu.be/a9zm6JTyWPQ

	Agulhamento renal pré-operatório (rim esquerdo)
	https://youtu.be/hes_vRWsYLw

	Descrição técnica (institucional)
	https://youtu.be/1K-J6VYymnE