Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Ablação por balão a laser em pacientes com fibrilação atrial persistente

Laser balloon ablation in patients with persistent atrial fibrillation

Ablación con balón láser en pacientes con fibrilación auricular persistente

Rafael Ferreira Daher[1], Gabriel Ferreira Daher[1], Maria Clara Azzi Vaz de Campos[1], Luiza Azzi Vaz de Campos[1], Marcela Gonçalves Adriano[1], Júlia Borges de Sá Guimarães[1], Antonio da Silva Menezes Junior[2].

RESUMO

Objetivo: Avaliar a eficácia e segurança da ablação por balão a laser no tratamento de pacientes com fibrilação atrial persistente. **Métodos:** Estudo descritivo do tipo revisão integrativa da literatura nas bases de dados MEDLINE via publicações médicas (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (SciElo), plataforma da Biblioteca Nacional de Medicina, EMBASE, Scopus, Web of Science e Cochrane. O estudo utilizou as etapas metodológicas propostas por Whittemore e Knafl e se baseou na pergunta PICO: ablação por balão a laser pode ser considerada um método eficaz e seguro para o tratamento de pacientes com fibrilação atrial persistente? Foram usados os descritores “laser balloonablation”, “LBA”, “efficacy”, “safety”, “atrial fibrillation”, “AF” e “persistent”. **Resultados:** Foram selecionados onze estudos, dos quais foram extraídos dados relacionados ao tempo de procedimento, às complicações relacionadas ao procedimento e à eficácia a longo prazo. O tempo de procedimento variou entre 77±16e 226 minutos; a complicação mais frequente foi paralisia do nervo frênico; a eficácia variou entre 68,5% e 81,1% em um período de 1 ano. **Considerações finais:** A ablação por balão a laser mostra-se promissora, no tocante à eficácia e à segurança, para o tratamento de pacientes com fibrilação atrial persistente.

Palavras-chave: Ablação por balão a laser, Eficácia, Segurança, Fibrilação atrial persistente.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the efficacy and safety of laser balloon ablation in the treatment of patients with persistent atrial fibrillation. **Methods:** This descriptive, integrative literature review was conducted in the MEDLINE (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciElo), the National Library of Medicine platform, EMBASE, Scopus, Web of Science, and Cochrane databases. The study used the methodological steps proposed by Whittemore and Knafl and was based on the PICO question: Can laser balloon ablation be considered an effective and safe method for the treatment of patients with persistent atrial fibrillation? The descriptors "laser balloon ablation," "LBA," "efficacy," "safety," "atrial fibrillation," "AF," and "persistent" were used. **Results:** Eleven studies were selected, from which data related to procedure time, procedure-related complications, and long-term efficacy were extracted. The procedure time ranged from 77±16 to 226 minutes; the most frequent complication was phrenic nerve palsy; efficacy ranged from 68.5% to 81.1% over a 1-year period. **Final considerations:** Laser balloon ablation shows promise, in terms of efficacy and safety, for the treatment of patients with persistent atrial fibrillation.

Keywords: Laser balloon ablation, Efficacy, Safety, Persistent atrial fibrillation.

[1] Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO.
[2] Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO.

SUBMETIDO EM: 11/2025 | **ACEITO EM: 12/2025** | **PUBLICADO EM: 1/2026**

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la eficacia y seguridad de la ablación láser con balón en el tratamiento de pacientes con fibrilación auricular persistente. **Métodos:** Esta revisión bibliográfica descriptiva e integradora se realizó utilizando las bases MEDLINE (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciElo), la plataforma de la Biblioteca Nacional de Medicina, EMBASE, Scopus, Web of Science y Cochrane. El estudio utilizó los pasos metodológicos propuestos por Whittemore y Knafl y se basó en la pregunta PICO: ¿Puede la ablación láser con balón considerarse un método eficaz y seguro para el tratamiento de pacientes con fibrilación auricular persistente? Los descriptores utilizados fueron “laser balloon ablation”, “LBA”, “efficacy”, “safety”, “atrial fibrillation”, “AF” e “persistent”. **Resultados:** Se seleccionaron once estudios, de los cuales se extrajeron datos sobre el tiempo del procedimiento, las complicaciones relacionadas con el procedimiento y la eficacia a largo plazo. El tiempo del procedimiento osciló entre 77 ± 16 y 226 minutos; la complicación más frecuente fue la parálisis del nervio frénico; la eficacia osciló entre 68,5 % y 81,1 % durante un año. **Consideraciones finales:** La ablación con balón láser se muestra prometedora, en términos de eficacia y seguridad, para el tratamiento de pacientes con fibrilación auricular persistente.

Palabras clave: Ablación con balón láser, Eficacia, Seguridad, Fibrilación auricular persistente.

INTRODUÇÃO

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia cardíaca mais comum da prática clínica, sendo associada a uma alta morbimortalidade. O isolamento das veias pulmonares (IVP) baseado em cateter é um das principias formas de tratamento para a restauração do ritmo sinusal nos pacientes com FA, principalmente com a utilização ablação por radiofrequência (RF), por meio da necrose de coagulação ponto a ponto do óstio das veias pulmonares (VP) (WU C, et al., 2023).

Todavia, a ablação por RF apresenta desvantagens como curva de aprendizado íngreme do operador, tempos processuais prolongados, recorrência de FA e complicações do procedimento (formação de trombos, tamponamento cardíaco, lesões do nervo frênico, estenose das VP e fístula átrio-esofágica) (SKEETE JR, et al., 2021).

A ablação por balão a laser (laser balloonablation - LBA) surgiu como uma alternativa à ablação por RF e utiliza uma haste de cateter com um balão inflável e um refletor de energia laser na extremidade distal, que gera a lesão no tecido cardíaco e o isolamento elétrico, sem gerar ruptura do endotélio ou ablação no óstio das VP (diferentemente da RF), evitando a formação de trombos e estenose das VP. Ela permite a visualização direta do tecido com o uso de um endoscópio e possibilita a "costura" de aplicações sequenciais de energia, diminuindo o risco de reconexões das veias pulmonares e de recorrência de FA (SKEETE JR, et al., 2021; DUKKIPATI SR, et al., 2015).

Sabe-se que a ablação por cateter em pacientes com fibrilação atrial (FA) paroxística sintomática deve ter como objetivo o IVP. Entretanto, o papel dos cateteres-balão no tratamento de pacientes com FA persistente, sobretudo a LBA, permanece mal definido (BORDIGNON S, et al., 2016). Sendo assim, esta revisão integrativa da literatura tem o objetivo de avaliar a eficácia e a segurança da LBA no tratamento de pacientes com FA persistente.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo do tipo revisão integrativa da literatura, que utilizou as etapas metodológicas propostas por Whittemore e Knafl – identificação do problema, busca na literatura, avaliação dos dados, síntese dos dados e apresentação dos resultados (WHITTEMORE; KNAFL, 2005).

Identificação do problema

O estudo se baseou na seguinte pergunta PICO: ablação por balão a laser pode ser considerada um método eficaz e seguro para o tratamento de pacientes com fibrilação atrial persistente?

Busca na literatura

A busca foi realizadas em restrição de idiomas. Os artigos foram selecionados nas bases de dados MEDLINE via publicações médicas (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (SciElo), plataforma da Biblioteca Nacional de Medicina, EMBASE, Scopus, Web of Science e Cochrane. A plataforma Rayyan foi utilizada para auxílio na seleção e triagem dos artigos.

Os descritores usados foram “laser balloon ablation”, “LBA”, “efficacy”, “safety”, “atrial fibrillation”, “AF” e “persistent”, conforme o Medical Subject Heading Terms (Mesh Terms). Os operadores booleanos AND e OR foram utilizados para a pesquisa dos artigos.

Os critérios de inclusão foram artigos possíveis de serem analisados, como artigos publicados em periódicos, estudos observacionais, estudos randomizados e artigos cuja temática seja a segurança e/ou eficácia da ablação por balão a laser em pacientes com fibrilação atrial persistente.

Os critérios de exclusão foram artigos em formato de carta ao leitor, editoriais, revisões sistemáticas, abstracts e biografias, além de artigos que não abordam a segurança e/ou eficácia da ablação por balão a laser em pacientes com fibrilação atrial persistente.

Avaliação dos dados

A avaliação metodológica dos estudos foi realizada pela classificação do nível de confiança das evidências, utilizando-se uma adaptação descritiva do sistema GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation), adequada ao contexto de revisões integrativas.

Assim, os estudos foram categorizados em três níveis de confiança: alto, moderado e baixo, de acordo com o tipo de desenho, a robustez amostral, o controle de vieses e a consistência dos resultados entre os trabalhos.

Análise dos dados

Após a seleção dos artigos para a síntese, foram coletados dados populacionais e dados relacionados ao tempo e complicações do procedimento e à eficácia a longo prazo.Os dados foram analisados de forma integrativa e descritiva.

Apresentação dos resultados

Os resultados foram apresentados em forma narrativa e tabular.

RESULTADOS

Foram selecionados 11 estudos, cujas características estão presentes na **Tabela 1.**

Tabela 1 - Características dos estudos.

Estudo	Ano de publicação	Design	População	FA persistente	Sexo masc. (LBA) n (%)	Idade (LBA) Média ± DP	IMC, kg/m2 (LBA) Média ± DP	HAS (LBA) n (%)	DM (LBA) n (%)	DAC (LBA) n (%)	DAE, mm (LBA) Média ± DP	FEVE, % (LBA) Média ± DP
Šedivá L, et al. (2014)	2014	Retrospectivo observacional	194 (LBA:194)	8,25% (16)	131 (67,53%)	61,2±10,5	NR	110 (57,21%)	28 (14,43%)	24 (12,37%)	42,2±5,3	58,1±7,7
Bordignon S, et al. (2016)	2016	Prospectivo observacional	80 (LBA:40)	100% (LBA: 40; RF: 40)	31 (78%)	66±9	NR	33 (82,5%)	5 (12,5%)	8 (20%)	43±5	62±7
Osca J, et al. (2016)	2016	Prospectivo observacional	71 (LBA:71)	19,7% (14)	49 (69%)	56±11	29,2±6	36 (51%)	6 (9%)	NR	26±8 (área, mm^2)	62,1±11
Schmidt B, et al. (2017)	2017	Randomizado prospectivo	134 (LBA:68)	100% (LBA: 68; RF: 66)	41 (60%)	65±9	28±4	48 (71%)	6 (9%)	15 (22%)	39,5±12,1	61±8
Heeger CH, et al. (2020)	2020	Prospectivo observacional	15 (LB3: 15)	60% (9)	8 (53%)	67±6	NR	9 (60%)	2 (13%)	2 (13%)	26,8±4,1 (área, ml/m^2)	NR
Chun JKR, et al. (2021)	2021	Randomizado prospectivo	200 (LBA:100)	50% (LBA: 50; CB: 50)	54 (54%)	66,5±9,4	28,0±5,6	68 (68%)	9 (9%)	21 (21%)	39,8±5,2	61,5±5,6
Rovaris G, et al. (2021)	2021	Retrospectivo observacional	73 (LBA:73)	26% (19)	50 (68%)	59,8±11,3	26,4±3,4	43 (59%)	NR	6 (8%)	39,1±7,2	59,4±4,2
Funasako M, et al. (2024)	2024	Prospectivo observacional	110 (LBA:110)	20% (22)	73 (66,4%)	62±13	NR	57 (51,8%)	12 (10,9%)	5 (4,5%)	NR	NR
Urbanek L, et al. (2024)	2024	Retrospectivo observacional	538 (LB1:427; LB2:111)	42% (LB1: 168; LB2: 58)	306 (56.9%)	66±10	28±5	380 (70,6%)	64 (11,9%)	105 (19,6%)	40±5	62±7
Kawase K, et al. (2025)	2025	Transversal retrospectivo	179207 (LBA: 3193)	42,6% (LBA: 431; RF: 68410; CB: 7639)	2256 (70,7%)	67±10	24,1±3,3	2499 (78,3%)	575 (18%)	609 (19,1%)	NR	NR
Martignani C, et al. (2025)	2025	Prospectivo observacional	427 (LB3: 427)	27,9% (119)	309 (72,4%)	62±10	NR	239 (56%)	42 (9,8%)	NR	NR	NR

Legenda: a) FA - fibrilação atrial; b) LBA – laser balloonablation (ablação por balão a laser); c) LB1 – primeira geração de balão a laser; d) LB2 – segunda geração de balão a laser; e) CB – crioablação; f) RF – radiofrequência; g) masc. – masculino; h) IMC – índice de massa corporal; i) HAS – hipertensão arterial sistêmica; j) DM – diabetes mellitus; k) DAC – doença arterial coronariana; l) DAE – diâmetro do átrio esquerdo; m) FEVE – fração de ejeção do ventrículo esquerdo; n) n – número absoluto; o) DP – desvio padrão; p) NR – não relatado.
Fonte: Daher RF, et al., 2026.

Desses estudos, foram extraídos dados relacionados ao tempo de procedimento, às complicações relacionadas ao procedimento, à eficácia a longo prazoe aos principais achados, conforme **Tabela 2**.

Tabela 2 - Tempo de procedimento, complicações, eficácia e principais achados da LBA

Estudo	Tempo de procedimento LBA (minutos)	Complicações LBA	Eficácia LBA	Principais achados
Šedivá L, et al. (2014)	226	4 PNF, 1 tamponamento pericárdico, 1 AIT, 6 injúrias vasculares	75% (12 meses)	Atribui o sucesso do procedimento no grupo FA persistente ao isolamento antral das VP; considera que a ablação com IVP antral com LBA é adequada mesmo para pacientes com FA persistente.
Bordignon S, et al. (2016)	133±35	1 pseudoaneurisma	72% (12 meses)	Ablação por cateter em pacientes com FA persistente em estágios iniciais facilita o procedimento e melhora os resultados, e o IVP puro pode ser suficiente nesses pacientes; não foram observadas diferenças entre LBA e RF, e a LBA pode ser considerada uma alternativa à RF em casos de FA persistente refratária a medicamentos.
Osca J, et al. (2016)	154±25	4 PNF, 3 hematomas femorais leves, 1 pseudoaneurisma femoral, 2 tamponamentos pericárdicos	Recorrência de 30% em 420±193 dias	Demonstra resultados promissores da LBA em pacientes com FA persistente; taxa de complicações semelhantes a outras técnicas de ablação descritas em outras publicações.
Schmidt B, et al. (2017)	135±38	3 AVE, 1 IAM, 1 pseudoaneurisma e 1 PNF	71,2% (entre 90 e 365 dias)	Eficácia semelhante entre LBA e RF em pacientes com FA persistente; ambos os grupos com incidência de eventos adversos semelhantes, porém com perfis de segurança diferentes.
Heeger CH, et al. (2020)	77±16 (LB3)	1 tamponamento pericárdico (LB3)	93% (3 meses; 3 recorrências de FA – LB3)	LB3 foi altamente eficaz, com 100% de IVP sem a necessidade de retoque com RF; tempo de procedimento significativamente menor em comparação com LB2; taxa de complicações relativamente baixa e sem diferença significativa entre os grupos.
Chun JKR, et al. (2021)	96,0±20,4	1 AIT e 2 PNF	72% (12 meses)	Taxa de sucesso maior em FA paroxística em relação a FA persistente, porém IVP isolado em ambos resultou em um desfecho rítmico favorável semelhante; baixo risco de tamponamento cardíaco e de eventos neurológicos no uso de dispositivo de balão; IVP com balão padronizado pode ser qualificado como ablação índice de FA paroxística e persistente e, se necessário, uma nova IVP guiada por radiofrequência em um segundo procedimento pode evitar o sobretratamento empírico.
Rovaris G, et al. (2021)	81,5±30,1	1 PNF transitória, 1 derrame pericárdico, 4 recorrências precoces de FA durante a internação hospitalar	73,7% (livres de taquiarritmia atrial com duração >24 horas em 12 meses)	LB2 é seguro e eficaz para o IVP no tratamento de FA; pacientes com FA paroxística responderam melhor à LBA do que aqueles com FA persistente; uma estratégia invasiva precoce pode combater um dano crônico e progressivo relacionado à FA de longa duração e pode estar relacionada a menores taxas de recorrência quando a ablação é realizada em um estágio inicial da doença.
Funasako M, et al. (2024)	80,2±29,5	3 PNF temporárias	81,1% (12 meses)	LB3 é seguro e eficaz tanto para FA paroxística quanto para FA persistente; a combinação de energia laser eficaz e lesão contínua resulta em IVP rápido e duradouro, sem complicações graves.

Estudo	Tempo de procedimento LBA (minutos)	Complicações LBA	Eficácia LBA	Principais achados
Urbanek L, et al. (2024)	116±33	6 AVE/ AIT, 3 tamponamentos, 11 PNF persistentes, 21 complicações no local de acesso, 1 complicação ventilatória, 2 elevações transitórias do seguimento ST, 1 pneumotórax, 1 descompensação hidroelétrica, 1 estenose da VP	69,3% (12 meses)	Houve diferença significativa na eficácia entre FA paroxística (76%) e persistente (69,4%), mas houve uma pequena perda de significância em LB2 (81,1% na FA paroxística e 68,8% na FA persistente); FA persistente foi considerado um preditor de recorrência; LB1 e LB2 foram consideradas seguras e eficazes; taxa de complicação tende a ser maior em LB1; tempos de procedimento menores em LB2.
Kawase k, et al. (2025)	-	1 morte, 4 IAM, 7 síndromes do seio nasal doente, 2 bloqueios atrioventriculares completos, 17 tamponamentos cardíacos, 8 pneumotórax, 8 pneumonias, 50 AVE, 3 PNF, 3 hematomas, 3 pseudoaneurismas, 15 transfusões de glóbulos vermelhos, 27 readmissões de emergência	-	A análise de um banco de dados que inclui 800 hospitais no Japão revelou que a LBA representou apenas 1,8% de todos os procedimentos de ablação de fibrilação atrial, sugerindo que ainda não foi amplamente adotada; LBA foi associada a um maior risco de complicações peri-procedimentais em relação à RF (3,2% vs 2,4%; OR 1.64; 95% IC 1,15–2,37); LBA foi associada a uma maior incidência de AVE em comparação com RF (1,6% vs 0,4%; OR 7,18; IC 95% 3,47–14,9; P < 0,001) ou por CB (1,6% vs 0,3%; OR 4,79; IC 95% 1,88–12,2; P = 0,01); a taxa de AVE na LBA (1,6%) foi maior em relação às outras complicações; a mortalidade hospitalar, a readmissão de emergência e as taxas de outras complicações não diferiram de acordo com o sistema de ablação.
Martignani C, et al. (2025)	107±62	7 PNF (6 transitórias e 1 persistente), 10 derrames pericárdicos, 5 complicações vasculares (3 maiores e 2 menores)	68,5% (12 meses)	O sucesso da LBA é multifatorial; LB3 é segura e eficaz no tratamento de FA; foram identificados três preditores independentes de recorrência de arritmia em 12 meses: substrato clínico do paciente (IC*), experiência processual (curva de aprendizado) e anatomia específica do paciente (variantes venosas); o tipo de FA não foi considerado um preditor independente de recorrência.

Legenda: a) LBA – laser balloonablation (ablação por balão a laser); b) LB2 – segunda geração de balão a laser; c) LB3 – terceira geração de balão a laser; d) RF – radiofrequência; e) CB – crioablação; f) FA – fibrilação atrial; g) VP – veia pulmonar; h) IVP – isolamento das veias pulmonares; i) AVE – acidente vascular encefálico; j) AIT – ataque isquêmico transitório; k) PNF – paralisia do nervo frênico; l) IC* – insuficiência cardíaca; m) IAM – infarto agudo do miocárdio; n) IC – intervalo de confiança; o) OR – oddsratio (razão de chances).
Fonte: Daher RF, et al., 2026.

O estudo de Šedivá L, et al. (2014) mostra os resultados clínicos a longo prazo de pacientes tratados com ablação a laser guiada visualmente em uma população de 194 pacientes dos quais 8,25% (n=16) apresentavam FA persistente. O tempo médio de procedimento foi de 226 minutos. Dos pacientes com FA persistente que atingiram 12 meses de seguimento, 75% permaneceram livres de FA nesse período, enquanto 82,3% dos pacientes com FA paroxística que atingiram 12 meses de seguimento permaneceram livres de FA. As complicações observadas foram paralisia do nervo frênico (PNF) (2,06%), tamponamento pericárdico (0,51%), AIT (0,51%) e injúria vascular (3,09%). Não houve casos de estenose de VP ou de fístula átrio-esofágica.

O estudo de Bordignon S, et al. (2016) comparou a eficácia e segurança do LBA em relação à RF em pacientes com FA persistente, tendo sido incluídos 80 pacientes (40 em cada grupo). O tempo de procedimento foi menor no grupo RF (100±37 minutos) do que no LBA (133±35 minutos). A única complicação apresentada pelo grupo LBA foi 1 caso de pseudoaneurisma, enquanto no grupo RF, houve 3 complicações no acesso vascular, 2 casos leves a moderados de estenose de VP e 1 caso de derrame pericárdico. No grupo LBA, a taxa de sobrevida livre de FA ou taquicardia atrial (TA) em um ano foi de 72% no grupo LBA e de 76% no grupo RF. Durante todo o seguimento (517±170 dias), 13 (32,5%) e 16 (40%) pacientes apresentaram recorrência de FA/TA nos grupos LBA e RF, respectivamente.

O estudo de Osca J, et al. (2016) avaliou a eficácia e segurança da LBA em pacientes com FA paroxística e persistente. Um total de 71 pacientes foram incluídos, dos quais 14 apresentavam FA persistente. O tempo de procedimento foi de 154±25 minutos. A taxa de recorrência de arritmia em um período de seguimento de 420±193 dias foi de 30% na FA persistente e de 12% na FA paroxística, sendo que este grupo apresentou maior sobrevida livre de arritmia em comparação àquele (FA paroxística: 21 meses; FA persistente: 12,9 meses). A complicação mais comum foi PNF (5,6%). Outras complicações presentes no estudo foram hematomas femorais leves (4,2%), pseudoaneurisma femoral (1,4%), tamponamento pericárdico (2,8%). Nenhum caso de fístula átrio-esofágica ou de AVE foram observados.

O estudo de Schmidt B, et al. (2017), que comparou a eficácia e segurança da LBA com a RF em pacientes com FA persistente, relatou a ocorrência de 6 eventos adversos no seguimento de uma população de 68 pacientes submetidos à LBA, sendo 3 acidentes vasculares encefálicos (AVEs), 1 infarto agudo do miocárdio (IAM), 1 pseudoaneurisma e 1 PNF; e a ocorrência de 3 eventos adversos nos pacientes submetidos à RF, sendo 2 pseudoaneurismas e 1 IAM. O tempo de procedimento no grupo LBA foi de 135±38 minutos, comparado a 128±51 minutos no grupo RF. A eficácia, definida como a não ocorrência de fibrilação atrial entre 90 e 365 dias após o procedimento, teve um resultado de 71,2% no grupo LBA e de 69,3% no grupo RF em 12 meses.

O estudo de Heeger CH, et al. (2020) comparou a segurança, eficácia e características do procedimento da terceira geração de balão a laser (LB3) com a segunda geração (LB2). Foram incluídos 15 pacientes de forma prospectiva, que foram tratados com LB3. Os dados do procedimento foram comparados aos últimos 15 pacientes consecutivos tratados com LB2.A FA persistente estava presente em 9 e 15 pacientes no grupo LB3 e LB2, respectivamente. Os tempos de procedimento foram de 77±16 minutos no grupo LB3 e de94±16 minutos no grupo LB2. As taxas de complicações foram as mesmas em ambos (6,7%), sendo que 1 paciente apresentou tamponamento pericárdico no LB3 e 1 apresentou PNF no LB2.Em relação à eficácia, 3 pacientes no grupo LB3 e 4 no grupo LB2 apresentaram recorrência de FA em um período de 3 meses, sendo a eficácia de 93% no grupo LB3.

O estudo de Chun JKR, et al. (2021) comparou a eficácia e segurança da LBA com a crio ablação (CB) em uma população de 200 pacientes, dos quais 100 foram tratados com LBA – destes, 50 apresentavam FA persistente. Foi relatado 1 caso de ataque isquêmico transitório (AIT) e 2 de PNF persistente, não havendo complicações maiores, como morte, fístula átrio-esofágica ou tamponamento pericárdico. A eficácia no grupo LBA na população com FA persistente, em um período de 12 meses, foi de 72%, não havendo diferença significativa com o grupo submetido à CB (78%). Além disso, em relação ao tipo de FA, a eficácia foi > 70% na FA persistente e > 80% na FA paroxística. O tempo de procedimento do grupo LBA foi de 96,0±20,4 minutos, sendo consideravelmente maior em relação ao grupo CB (50,9±21,0 minutos).

O estudo de Rovaris G, et al. (2021) avaliou a eficácia e a segurança da segunda geração de LBA em uma população de 73 pacientes com FA, dos quais 19 (26%) apresentavam FA persistente. O tempo de procedimento médio foi de 81,5±30,1 minutos, sendo que todas as VP foram isoladas e 85% delas, na primeira tentativa. Um paciente apresentou PNF transitória, um apresentou derrame pericárdico pós-procedimento (não necessitando de pericardiocentese) e 4 (5%) apresentaram recorrência precoce de FA durante a internação hospitalar, não havendo eventos adversos relacionados ao acesso femoral ou complicações maiores. Os pacientes com FA persistente apresentaram maior recorrência de TA com duração acima de 24 horas em relação aos pacientes com FA paroxística, sendo que a não recorrência foi observada em, respectivamente, 73,7% e 91,4%.

O estudo de Funasako M, et al. (2024) analisou os resultados a curto e a longo prazo da terceira geração de LBA guiado visualmente para o IVP, sendo que 20% (n=22) dos pacientes submetidos ao procedimento apresentavam FA persistente. O tempo de procedimento nesse grupo foi de 80,2±29,5 minutos, comparado com 76,2±20,7 minutos na FA paroxística. Um total de 3 pacientes apresentaram PNF temporária. Após um ano do procedimento, taquiarritmias supra-ventriculares (TSV) foram observadas em 20 pacientes, dos quais 6 apresentavam FA persistente. A taxa de não recorrência de TSV foi de 81,1% e de 93,7% nos grupos de FA persistente e paroxística, respectivamente.

O estudo de Urbanek L, et al. (2024) comparou os dados do procedimento e do seguimento de pacientes tratados com LBA de primeira (LB1=427) e de segunda (LB2=111) gerações em uma população de 538 pacientes, dos quais 42% (n=226) apresentavam FA persistente. O tempo de procedimento, considerando ambos os grupos, foi de 116 ± 33 minutos, tendo sido considerado significativamente menor no grupo LB2 (99 ± 22 minutos) em relação ao LB1 (120 ± 33 minutos). Em relação à segurança, o estudo relatou uma taxa de 8,9% de complicações, sendo 6 AVE/ AIT, 3 tamponamentos, 11 PNF persistentes, 21 complicações no local de acesso da punção, 1 complicação associada a ventilação, 2 elevações transitórias do seguimento ST, 1 pneumotórax, 1 descompensação hidroelétrica e 1 estenose de VP. O grupo LB2 apresentou uma taxa de complicação menor em comparação ao LB1 (4,5% vs. 10,1%, respectivamente). No tocante à eficácia, a taxa de liberdade de FA no período de 1 ano foi de 69,3% nos pacientes com FA persistente e de 73,7% naqueles com FA paroxística, não havendo diferença significativa entre os grupos LB1 e LB2.

O estudo de Martignani C, et al. (2025) avaliou a segurança e eficácia a longo prazo da terceira geração de LBA em pacientes com FA paroxística e persistente, sendo que 427 pacientes foram incluídos, dos quais 119 (27,9%) apresentavam FA persistente. O tempo de procedimento foi de 107 ± 62 minutos. No tocante à segurança, 7 pacientes apresentaram PNF (sendo 6 transitórias e 1 persistente), 10 apresentaram derrame pericárdico sem tamponamento e 5 apresentaram complicações vasculares (sendo 3 maiores e 2 menores). Em relação à eficácia, a taxa de liberdade de qualquer taquiarritmia atrial em 12 meses foi de 73,8%, considerando ambos os tipos de FA; 68,5%, na FA persistente; 75,9%, na FA paroxística.

O estudo de Kawase K, et al. (2025) comparou a segurança de procedimento da LBA com RF e CB em pacientes com FA, sendo que 179207 pacientes foram incluídos, dos quais 3193 foram submetidos à LBA. Destes, 101 (3,2%) apresentaram complicações peri-procedimentais, sendo elas: morte intra-hospitalar (0,03%), IAM (0,1%), síndrome do seio nasal doente (0,2%), bloqueio atrioventricular completo (0,1%), tamponamento cardíaco (0,5%), pneumotórax (0,3%), pneumonia (0,3%), AVE (1,6%), PNF (0,1%), hematoma (0,1%), pseudoaneurisma (0,03%), transfusão de glóbulos vermelhos (0,5%), readmissão na emergência dentro de 30 dias da alta (0,8%).

Os estudos foram categorizados em três níveis de confiança, utilizando-se uma adaptação descritiva do sistema GRADE: alto (SCHMIDT B, et al., 2017; CHUN JKR, et al., 2021; MARTIGNANI C, et al., 2025), moderado (BORDIGNON S, et al., 2016; HEEGER CH, et al., 2020; ROVARIS G, et al., 2021; FUNASAKO M, et al., 2024; URBANEK L, et al., 2024; KAWASE k, et al., 2025) e baixo (ŠEDIVÁ L, et al., 2014; OSCA J, et al., 2016), conforme **Tabela 3**.

Tabela 3 - Nível de confiança dos estudos – GRADE (adaptado)

Estudo	Design	População com FA persistente	Comparação	Eficácia (12 meses)	Tempo de procedimento (minutos)	Principais complicações	Nível de confiança	Justificativa
Šedivá L, et al. (2014)	Retrospectivo observacional	8,25% persistente (n=16/194)	LBA (sem comparação)	LBA: 75% livres de FA em 12 meses	LBA: 226	LBA: 4 PNF, 1 tamponamento, 1 AIT, 6 injúrias vasculares	Baixo	Pequeno subgrupo persistente, delineamento retrospectivo e risco de viés; achados úteis, porém com imprecisão.
Bordignon S, et al. (2016)	Prospectivo observacional	100% persistente (n=80)	LBA vs RF	LBA: 72%; RF: 76%	LBA: 133 ± 35; RF: 100 ± 37	LBA: 1 pseudoaneurisma; RF: complicações vasculares leves e 2 estenoses de VP	Moderado	Comparação prospectiva com pareamento adequado; risco moderado de confundimento, mas resultados coerentes com ensaios clínicos.
Osca J, et al. (2016)	Prospetivo observacional	20% persistente (n=14/71)	LBA (sem comparação)	LBA: 70% (persistente: 30% de recorrência)	LBA: 154 ± 25	LBA: 4 PNF, 2 tamponamentos, 3 hematomas, 1 pseudoaneurisma	Baixo	Série única com pequeno subgrupo de FA persistente e ausência de grupo controle; precisão limitada.
Schmidt B, et al. (2017)	Randomizado multicêntrico	100% persistente (n=134)	LBA vs RF	LBA: 71,2%; RF: 69,3%	LBA: 135 ± 38; RF: 128 ± 51	LBA: 3 AVE, 1 pseudoaneurisma, 1 PNF, 1 IAM; RF: 2 pseudoaneurismas	Alto	Delineamento randomizado e multicêntrico, baixo risco de viés e resultados consistentes; limitações residuais pouco prováveis de alterar as conclusões.
Heeger CH, et al. (2020)	Prospectivo observacional	60% persistente (n=9/15)	LB3 vs LB2	Não relatada em 12 meses; eficácia de 93% em 3 meses (LB3); 3 recorrências de FA no grupo LB3 e 4 no grupo LB2	LB3: 77 ± 16	LB3: 1 tamponamento pericárdico; LB2: 1 PNF	Moderado	Estudo prospectivo comparativo com evidência direta sobre a terceira geração do dispositivo. Resultados consistentes e reprodutíveis, com boa aplicabilidade clínica, embora o tamanho amostral limite a generalização.
Chun JKR, et al. (2021)	Ensaio clínico randomizado	50% (LBA: 50; CB: 50)	LBA vs CB	LBA: 72%; CB: 80%	LBA: 96 ± 20,4; CB: 50,9 ± 21,0	LBA: 2 PNF persistentes e 1 AIT; CB: 8 PNF transitórias	Alto	Ensaio randomizado com acompanhamento adequado e achados consistentes entre desfechos de eficácia e segurança.
Rovaris G, et al. (2021)	Retrospectivo observacional	26% persistente (n=19/73)	LBA (LB2, sem comparação)	LB2: 73,7% (livres de taquiarritmia atrial com duração >24 horas em 12 meses)	LB2: 81,5 ± 30,1	LB2: 1 derrame pericárdico leve, 1 PNF transitório	Moderado	Acompanhamento contínuo por monitorização implantável; resultados consistentes apesar do delineamento retrospectivo.

Estudo	Design	População com FA persistente	Comparação	Eficácia (12 meses)	Tempo de procedimento (minutos)	Principais complicações	Nível de confiança	Justificativa
Funasako M, et al. (2024)	Prospectivo observacional	20% persistente (n=22/110)	LBA (LB3, sem comparação)	LB3: 81,1% (FA persistente)	LB3: 80,2 ± 29,5	LB3: 3 PNF transitórias	Moderado	Série prospectiva com novo dispositivo e achados consistentes; pequena amostra e ausência de grupo controle.
Urbanek L, et al. (2024)	Retrospectivo observacional	42% (LB1: 168; LB2: 58)	LBA (LB1 vs LB2)	69,3% (persistente)	LB1: 120 ± 33 LB2: 99 ± 22	LB1: 10,1% de complicações; LB2: 4,5%	Moderado	Grande amostra e métodos detalhados; não randomizado, mas resultados consistentes entre gerações do dispositivo.
Kawase k, et al. (2025)	Transversal retrospectivo	42,6% (LBA: 431; RF: 68410; CB: 7639)	LBA vs RF vs CB	Não avaliado – foco: segurança	Não avaliado – foco: segurança	LBA: 3,2%; RF: 2,4%; CB: 1,8%	Moderado	Grande coorte nacional (n = 179207; LBA = 3193), com propensity score matching e regressão logística multivariada robusta, o que fortalece a validade interna. Limitações: natureza retrospectiva e dependência de dados administrativos (possível subnotificação de eventos leves e ausência de variáveis clínicas detalhadas, como tipo de FA e dados ecocardiográficos). Ausência de avaliação de eficácia a longo prazo. Conclusões consistentes com literatura prévia.
Martignani C, et al. (2025)	Prospectivo observacional	27,9% persistente (n=119/427)	LBA (LB3, sem comparação)	LB3: 68,5% (FA persistente)	LB3: 107 ± 62	LB3: 7 PNF, 10 derrames pericárdicos, 5 complicações vasculares	Alto	Grande coorte prospectiva multicêntrica, com delineamento robusto e resultados consistentes entre centros. Baixa taxa de eventos adversos e boa precisão estatística conferem alta confiabilidade aos achados.

Legenda: a) LBA – laser balloonablation (ablação por balão a laser); b) LB2 – segunda geração de balão a laser; c) LB3 – terceira geração de balão a laser; d) RF – radiofrequência; e) CB – crioablação; f) FA – fibrilação atrial; g) AVE – acidente vascular encefálico; h) PNF – paralisia do nervo frênico; i) IAM – infarto agudo do miocárdio; j) VP – veia pulmonar; k) AIT – ataque isquêmico transitório.
Fonte: Daher RF, et al., 2026.

DISCUSSÃO

Sabe-se que a ablação por balão a laser guiada visualmente apresenta algumas vantagens em relação a outras técnicas de IVP para o tratamento de FA, sobretudo relacionadas à visualização direta do tecido com a utilização de um endoscópio, à não ruptura do endotélio (evitando a formação de trombos) e à não ablação no óstio das VP (evitando sua estenose) (SKEETE JR, et al., 2021).

Essas vantagens são mais bem descritas na literatura para o tratamento da FA paroxística, sendo que, no tocante à FA persistente, o papel do balão a laser ainda permanece mal definido (BORDIGNON S, et al., 2016). Esta revisão integrativa incluiu 11 estudos e teve o objetivo de avaliar a eficácia e segurança desse método no tratamento de FA persistente.

Um artigo, de Funasako M, et al. (2023), comparou os tempos de procedimento nos grupos FA persistente e FA paroxística, não havendo diferença significativa entre eles. Em relação às outras técnicas de ablação, o estudo de Chun JKR, et al. (2021) comparou LBA com crio ablação e o tempo médio de procedimento foi significativamente maior no grupo LBA, o que pode ser justificado pela visualização do potencial de veia pulmonar na crio ablação, juntamente com o rápido isolamento em tempo real, o que não é possível na LBA. Logo, os efeitos da ablação devem ser controlados após a ablação circular da veia pulmonar, aumentando os tempos de procedimento. Dois estudos compararam LBA com RF, sendo que os tempos de procedimento foram similares em ambos os grupos no estudo de Schmidt B, et al. (2017), e maiores no grupo LBA no estudo de Bordignon S, et al. (2016). O estudo de Urbanek L, et al. (2024) foi o único que comparou a primeira e a segunda geração de LBA, sendo o tempo de procedimento menor na segunda. Já o estudo de Heeger CH, et al. (2020) comparou a terceira e a segunda geração de LBA, sendo o tempo menor na terceira. Segundo Nakahara S, et al. (2024), a terceira geração de LBA tem o potencial de reduzir os tempos de procedimento, por possuir um motor que permite a navegação automática da rota do cateter em aproximadamente 160 segundos, mantendo a eficácia e segurança do procedimento, o que foi percebido em nosso estudo, já que os tempos de procedimento nos artigos que abordaram a terceira geração foram menores em relação aos tempos mencionados na maioria dos estudos (**Tabela 2**).

A complicação mais importante dentre os estudos incluídos nesta revisão foi a paralisia do nervo frênico (transitória ou persistente), estando presente em 9 dos 11 estudos. Esse achado é semelhante aos resultados da revisão sistemática e metanálise realizada por Reynolds MR, et al. (2018), em que 32 de 1162 pacientes apresentaram essa complicação, com uma incidência combinada de 2,6%. O autor ressalta que a lesão do nervo frênico é mais comum na LBA do que na RF e ocorre durante a ablação ao redor das VP direitas, sendo que, para mitigar seu risco, deve-se estimular o nervo frênico durante a ablação neste local. Já o estudo de Nakahara S, et al. (2024) destaca que as lesões no nervo frênico apresentam uma baixa taxa de recuperação, e a incidência de paralisia diafragmática em pacientes tratados com a primeira geração de LBA foi maior em relação aos pacientes tratados com RF (3,5% vs. 0,6%), apesar da estimulação diafragmática durante a ablação da veia pulmonar superior direita. Logo, é fundamental o monitoramento contínuo da função do nervo frênico, especialmente na ablação das VP direitas, e um grande diâmetro do sistema LBA é desejável para evitar ablação não intencional profundamente nas VP.

No estudo de Kawase K, et al. (2025), AVE apresentou uma incidência elevada nos pacientes tratados com LBA em relação àqueles tratados com outras técnicas, sendo que 86% deles receberam alta e 14% foram transferidos para outros hospitais, sugerindo que a maioria dos casos foi leve. O autor ressalta que o mecanismo relacionado à ocorrência de AVE pode ser associado ao aumento do risco de termo coagulação e tromboembolismo pela aplicação de laser adjacente ao sangue, à formação de microtrombos resultante de lesão endotelial e à predisposição à embolia gasosa devido ao ar aprisionado ao redor do balão.

Tanto o estudo de Reynolds MR, et al. (2018) quanto o de Nakahara S, et al. (2024) relataram a ausência de estenose da veia pulmonar, o que pode ser devido à ausência de efeito térmico na LBA, evitando a extensão de calor para a veia pulmonar distal (diferente de técnicas que utilizam energia térmica). Todavia, no nosso estudo, o artigo de Urbanek L, et al. (2024) relatou essa complicação em 1 paciente que foi submetido à LBA de primeira geração, o que não necessariamente implica uma redução na

segurança do procedimento, já que a incidência de estenose da veia pulmonar nos sistemas que utilizam balão para ablação tende a diminuir com a experiência do operador (TOKUDA M, et al., 2023).

No nosso estudo, a eficácia da LBA variou de 68,5% a 81,1% no período de 1 ano (**Tabela 2**). O estudo de Martignani C, et al. (2025) ressalta que a eficácia a longo prazo da LBA é multifatorial, e a insuficiência cardíaca (IC) é o mais forte preditor independente de recorrência, mais que dobrando seu risco, devido à fibrose subjacente no substrato atrial, tornando o IVP menos eficaz no controle duradouro do ritmo. O autor também destaca que o tipo de FA não é um preditor independente de recorrência, sendo a presença de IC, a inexperiência do operador e anatomia complexa preditores mais impactantes do resultado em 12 meses. Já no estudo de Sultan A, et al. (2017), tanto o tipo de FA (FA persistente de longa duração) quanto comorbidades como IC são preditores de recorrência em pacientes tratados com ablação por cateter.

De acordo com Chun JKR, et al. (2019), ensaios randomizados em larga escala comprovaram a não inferioridade da ablação guiada por balão (energia crio térmica e laser) em relação a operadores experientes que utilizaram ablação por RF tradicional "padrão ouro" em FA paroxística e persistente. Segundo ele, tanto a ablação por crio ablação quanto apor balão a laser podem oferecer uma alternativa à ablação por radiofrequência no tratamento de FA persistente, devido à reprodutibilidade e às altas taxas de durabilidade do IVP em um único procedimento. O autor ressalta uma taxa de 73% de ritmo sinusal após 12 meses de LBA relatados em um centro de FA persistente, o que reforça a abordagem com balão a laser nesses pacientes.

Este estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, poucos artigos avaliaram a ablação por balão a laser apenas em pacientes com FA persistente (a maioria também incluiu pacientes com FA paroxística e outras técnicas de IVP), o que pode tornar a análise menos objetiva. Ademais, apenas dois artigos foram randomizados e a maioria foi observacional. São necessários mais estudos randomizados que avaliem a LBA em pacientes com FA persistente para obter resultados mais confiáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ablação por balão a laser mostra-se promissora, no tocante à eficácia e à segurança, para o tratamento de pacientes com fibrilação atrial persistente, porém mais estudos randomizados são necessários para corroborar isso. O tempo de procedimento tende a ser maior na LBA em relação a outras técnicas, e o monitoramento contínuo da função do nervo frênico é importante para evitar a sua paralisia, tendo em vista a relevância dessa complicação, principalmente na ablação das veias pulmonares direitas. A eficácia do procedimento em 12 meses apresentou valores que variam de 68,5% a 81,1%, reforçando a não inferioridade da LBA em relação a outros métodos de isolamento das veias pulmonares.

REFERÊNCIAS

1. BORDIGNONS, et al. Visually guided pulmonary vein isolation in patients with persistent atrial fibrillation. Europace, 2016;18(4): 538–542.
2. CHUN JKR, et al. Cryoballoon Versus Laserballoon: Insights Fromthe First Prospective Randomized Balloon Trial in Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology, 2021; 14(2): E009294.
3. CHUN JKR, et al. Current status of atrial fibrillation ablation with balloon strategy. Korean Circulation Journal, 2019; 49(11): 991–1001.
4. DUKKIPATISR, et al. Pulmonary Vein Isolation Using the Visually Guided Laser Balloon. Journal of the American College of Cardiology, 2015; 66(12): 1350–1360.
5. FUNASAKO M, et al. Acute and long-term results with the 3rd generation visually guided laser balloon ablation system for pv isolation. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology, 2024; 67(1): 53–60.
6. HEEGER CH, et al. Rapid pulmonary vein isolation utilizing the third-generation laserballoon – The PhoeniX registry. IJC Heart and Vasculature, 2020;29:100576.

7. KAWASE K, et al. Periprocedural complications after laser balloon ablation procedures for atrial fibrillation: An analysis using a nationwide claims database. Heart Rhythm O2, 2025; 6(10): 1516–1523.
8. MARTIGNANI C, et al. Atrial fibrillation laser balloon ablation: Multicenter international study. Heart Rhythm O2, 2025; DOI: 10.1016/j.hroo.2025.09.004.
9. NAKAHARA S, et al. Current Balloon Devices for Ablation of Atrial Fibrillation. Reviews in Cardiovascular Medicine, 2024; 25(1): 34.
10. OSCA J, et al. Electrical Isolation of Pulmonary Veins Using Laser Catheter in the Treatment of Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation. One-year Results. Revista Española de Cardiología (English Edition), 2016; 69(5): 488–493.
11. REYNOLDS MR, et al. Laser balloon ablation for AF: A systematic review and meta-analysis. Journal of Cardiovascular Electrophysiology, 2018;29(10): 1363–1370.
12. ROVARIS G, et al. Second-generation laser balloon ablation for the treatment of atrial fibrillation assessed by continuous rhythm monitoring: The LIGHT-AF study. Europace, 2021; 23(9): 1380–1390.
13. SCHMIDTB, et al. Laser Balloon or Wide-Area Circumferential Irrigated Radiofrequency Ablation for Persistent Atrial Fibrillation: A Multicenter Prospective Randomized Study. Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology, 2017; 10(12): e005767.
14. ŠEDIVÁ L, et al. Visually guided laser ablation: A single-centre long-term experience. Europace, 2014; 16(12):1746–1751.
15. SKEETEJR, et al. Clinical applications of laser technology: Laser balloon ablation in the management of atrial fibrillation. Micromachines, 2021; 12(2):188.
16. SULTAN A, et al. Predictors of Atrial Fibrillation Recurrence after Catheter Ablation: Data from the German Ablation Registry. Scientific Reports, 2017; 7(1):16678.
17. TOKUDA M, et al. Pulmonary Vein Stenosis After Catheter Ablation of Atrial Fibrillation Using a Cryoballoon, Hot Balloon, or Laser Balloon. Circulation Journal, 2023; 87(12): 1711–1719.
18. URBANEK L, et al. Long-term follow-up of patients treated with laser balloon for atrial fibrillation: A high volume center experience with the first- and second-generation laser balloon. Journal of Arrhythmia, 2024; 40(4): 839–848.
19. WHITTEMORE R, KNAFLK. The integrative review: Updated methodology. Journal of Advanced Nursing, 2005; 52(5): 546–553.
20. WU C, et al. Bayesian network meta-analysis comparing hot balloon, laser balloon and cryoballoon ablation as initial therapies for atrial fibrillation. Frontiers in Cardiovascular Medicine,2023; 10:1184467.