

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Tratamento Ablativo da Fibrilhação Auricular por Campo Pulsado: um Estudo Retrospetivo

Maria João Ribeiro Brás

M

2026



Tratamento Ablativo da Fibrilhação Auricular por Campo Pulsado: um Estudo Retrospetivo

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Medicina, submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar - Universidade do Porto

Estudante: Maria João Ribeiro Brás

Aluna do 6º ano profissionalizante do Mestrado Integrado em Medicina, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Endereço de correio eletrónico: up200903529@up.pt

Orientador: Dr. António Almerindo Carvalho Pinheiro Vieira

Assistente Hospitalar Graduado do Centro Hospitalar Universitário do Santo António - Serviço de Cardiologia

Professor Assistente do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Endereço de correio eletrónico: pinheirovieira@sapo.pt

Coorientador: Professor Doutor Mário André da Silva Santos

Assistente Hospitalar Graduado do Centro Hospitalar Universitário do Santo António - Serviço de Cardiologia

Professor Associado Convidado do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Endereço de correio eletrónico: massantos@icbas.up.pt



Assinatura da Estudante

(Maria João Ribeiro Brás)



Assinado por: António
Almerindo Carvalho Pinheiro
Vieira
Identificação: 8110123935
Data: 2026-06-04 às 23:47:43

Assinatura do Orientador

(António Almerindo Carvalho Pinheiro Vieira)

Assinado por: **Mário André da Silva Santos**
Num. de Identificação: 12472404
Data: 2026.06.05 09:15:08 +0100



Assinatura do Coorientador

(Mário André da Silva Santos)

Declaração de Integridade Científica

Eu, Maria João Ribeiro Brás, com nº mecanográfico 200903529, estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina, do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, declaro que a presente dissertação é um trabalho original, desenvolvido por mim no cumprimento dos princípios éticos e das normas académicas em vigor.

As ideias, dados e citações provenientes de outros autores foram devidamente identificadas e referenciadas, de acordo com as regras de referência científica aplicáveis.

Mais declaro que tenho conhecimento das implicações decorrentes da violação dos princípios de integridade científica, assumindo total responsabilidade pela autenticidade e rigor do trabalho apresentado.

Porto, junho de 2026.

A handwritten signature in blue ink, reading 'Maria João Ribeiro Brás', is written over a horizontal line. The signature is cursive and fluid.

Assinatura da Estudante

(Maria João Ribeiro Brás)

Agradecimentos

Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento ao Dr. António Almerindo Carvalho Pinheiro Vieira, orientador desta dissertação, pela disponibilidade, orientação, apoio e partilha de conhecimentos ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. A sua experiência clínica e científica foram fundamentais para a concretização deste projeto.

Ao Professor Doutor Mário André da Silva Santos, coorientador desta dissertação, agradeço a sua disponibilidade para assumir esta função e viabilizar a realização do presente estudo.

Agradeço igualmente ao Serviço de Cardiologia do Centro Hospitalar Universitário de Santo António pela colaboração que tornou possível a realização deste estudo.

À minha família, pelo apoio incondicional ao longo de todo o percurso académico, deixo um sincero agradecimento. Ao Tiago, em particular, por estar sempre presente, pela compreensão e pelo incentivo constantes, um agradecimento muito especial. O seu apoio foi fundamental para superar os desafios desta etapa.

Às minhas amigas, Joana e Sónia, agradeço a amizade, a motivação e os momentos de partilha que tornaram este percurso mais enriquecedor.

Resumo

INTRODUÇÃO: A ablação por campo pulsado (PFA) emergiu como uma alternativa promissora às técnicas ablativas térmicas convencionais para o tratamento da fibrilhação auricular (FA), combinando elevada eficácia com um perfil de segurança potencialmente superior. O Centro Hospitalar Universitário de Santo António (CHUdSA) introduziu esta tecnologia em dezembro de 2023, tornando pertinente a avaliação dos resultados obtidos na fase inicial da sua implementação.

OBJETIVOS: Avaliar a segurança e a eficácia da PFA no tratamento da FA numa coorte consecutiva de doentes submetidos ao procedimento no CHUdSA, bem como identificar potenciais preditores de recorrência arritmica e analisar a experiência inicial do centro com esta tecnologia.

MÉTODOS: Estudo observacional retrospectivo incluindo todos os doentes submetidos a ablação de FA por campo pulsado no CHUdSA entre dezembro de 2023 e agosto de 2025. Foram analisadas as características clínicas basais, os detalhes procedimentais, as complicações associadas ao procedimento e os resultados clínicos durante o seguimento. A sobrevivência livre de recorrência arritmica foi avaliada pelo método de Kaplan-Meier e os potenciais preditores de recorrência foram estudados através de regressão logística multivariável.

RESULTADOS: Foram incluídos 187 doentes, com idade média de $63,4 \pm 9,8$ anos, dos quais 59,9% eram do sexo masculino. O sucesso agudo do procedimento foi obtido em 100% dos casos com informação disponível. A análise de eficácia incluiu 173 doentes com *follow-up* disponível, com duração média de seguimento de $11,1 \pm 6,1$ meses. O sucesso primário, definido como ausência de recorrência arritmica após o período de *blanking* de 90 dias, foi alcançado em 76,9% dos doentes. A recorrência arritmica ocorreu em 23,1% dos casos, sendo a FA o tipo de recorrência mais frequente. Os doentes com FA paroxística apresentaram taxas de sucesso significativamente superiores às observadas nos doentes com FA persistente (85,4% vs. 66,7%; $p = 0,004$), constituindo o tipo de FA o único preditor independente de recorrência arritmica. Observou-se uma melhoria significativa da carga sintomática após a ablação, com aumento da proporção de doentes assintomáticos de 15,9% para 83,2% ($p < 0,001$). As complicações *major* ocorreram em 1,6% dos doentes e as complicações *minor* em 3,7%. A análise exploratória da experiência inicial do centro sugeriu uma otimização progressiva da eficiência técnica, traduzida por uma tendência para redução do tempo de fluoroscopia ao longo do período de estudo.

CONCLUSÃO: A PFA demonstrou ser uma estratégia eficaz e segura para o tratamento da FA nesta experiência inicial do CHUdSA, apresentando resultados comparáveis aos descritos nos principais registos internacionais. A melhoria significativa da sintomatologia, a baixa taxa de e a tendência para uma otimização progressiva da eficiência técnica observada durante a fase de implementação, reforçam o potencial desta tecnologia como opção terapêutica de primeira linha na ablação da FA.

PALAVRAS-CHAVE: Fibrilhação Auricular; Ablação por Campo Pulsado; Eletroporação; Recorrência Arritmica; Segurança; Resultados Clínicos.

Abstract

INTRODUCTION: Pulsed field ablation (PFA) has emerged as a promising alternative to conventional thermal ablation techniques for the treatment of atrial fibrillation (AF), combining high efficacy with a potentially improved safety profile. The Centro Hospitalar Universitário de Santo António (CHUdSA) introduced this technology in December 2023, making it relevant to evaluate the outcomes achieved during its initial implementation phase.

OBJECTIVES: To assess the safety and efficacy of PFA for the treatment of AF in a consecutive cohort of patients undergoing the procedure at CHUdSA, as well as to identify potential predictors of arrhythmia recurrence and evaluate the center's early experience with this technology.

METHODS: This retrospective observational study included all patients undergoing PFA for AF at CHUdSA between December 2023 and August 2025. Baseline clinical characteristics, procedural details, procedure-related complications and clinical outcomes during follow-up were analyzed. Arrhythmia-free survival was assessed using the Kaplan-Meier method, and potential predictors of recurrence were evaluated through multivariable logistic regression.

RESULTS: A total of 187 patients were included, with a mean age of 63.4 ± 9.8 years, of whom 59.9% were male. Acute procedural success was achieved in 100% of cases with available data. Efficacy analysis included 173 patients with available follow-up, with a mean follow-up duration of 11.1 ± 6.1 months. Primary success, defined as the absence of arrhythmia recurrence after the 90-day blanking period, was achieved in 76.9% of patients. Arrhythmia recurrence occurred in 23.1% of cases, with AF representing the most frequent recurrence pattern. Patients with paroxysmal AF showed significantly higher success rates than those with persistent AF (85.4% vs. 66.7%; $p = 0.004$), and AF type was the only independent predictor of recurrence. A significant improvement in symptom burden was observed, with the proportion of asymptomatic patients increasing from 15.9% to 83.2% ($p < 0.001$). Major complications occurred in 1.6% of patients and minor complications in 3.7%. Exploratory analysis of the learning curve suggested progressive technical optimization, reflected by a trend towards reduced fluoroscopy times over the study period.

CONCLUSIONS: PFA proved to be an effective and safe strategy for the treatment of AF in this initial CHUdSA experience, yielding results comparable to those reported in major international registries. The significant improvement in symptom burden, low complication rates and a trend towards progressive technical optimization during the implementation phase, support the potential of this technology as a first-line ablation strategy for AF.

KEYWORDS: Atrial Fibrillation; Pulsed Field Ablation; Electroporation; Arrhythmia Recurrence; Safety; Clinical Outcomes.

Lista de Abreviaturas

AE Aurícula Esquerda

AIT Acidente Isquémico Transitório

AVC Acidente Vascular Cerebral

CHUdSA Centro Hospitalar Universitário de Santo António

CVE Cardioversão Elétrica

DOACs *Direct Oral Anticoagulants* (Anticoagulantes Orais Diretos)

ECG Eletrocardiograma

EHRA *European Heart Rhythm Association*

ETE Ecocardiograma Transesofágico

FA Fibrilhação Auricular

FEVE Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

HTA Hipertensão Arterial

IC Insuficiência Cardíaca

IC95% Intervalo de Confiança a 95%

IMC Índice de Massa Corporal

OR *Odds Ratio*

PFA *Pulsed Field Ablation* (Ablação por Campo Pulsado)

PVI *Pulmonary Vein Isolation* (Isolamento das Veias Pulmonares)

SAOS Síndrome de Apneia Obstrutiva do Sono

CHA₂DS₂-VA Score de risco tromboembólico

VPs Veias Pulmonares

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Abstract	i ii
Lista de Abreviaturas.....	iv
Índice	v
Lista de tabelas	vi
Lista de gráficos	vii
Lista de anexos.....	viii
1. Introdução	1
2. Objetivos.....	3
3. Metodologia	
3.1. Desenho do estudo	4
3.2. População e critérios de elegibilidade	4
3.3. Fonte de dados e recolha de informação	4
3.4. Procedimento de ablação	5
3.5. Definição de resultados clínicos	5
3.6. Seguimento	5
3.7. Análise estatística	5
3.8. Considerações éticas	6
4. Resultados	
4.1. Características basais da população.....	7
4.2. Procedimento de ablação	8
4.3. Perfil de segurança e complicações.....	8
4.4. Eficácia e resultados clínicos	9
5. Discussão	
5.1. Características basais da população.....	12
5.2. Procedimento de ablação	13
5.3. Perfil de segurança e complicações.....	15
5.4. Eficácia e resultados clínicos	16
Conclusão.....	19
Conflitos de interesse.....	20
Apêndice	21
Anexo	33
Bibliografia.....	40

Lista de Tabelas

Tabela I - Características basais da população.....	21
Tabela II - Características do procedimento	23
Tabela III - Tempos de procedimento e fluoroscopia por período cronológico	24
Tabela IV - Complicações e segurança da ablação por campo pulsado	25
Tabela V - Eficácia e Resultados clínicos após ablação por campo pulsado	26
Tabela VI - Análise univariada dos preditores de recorrência arritmica	28
Tabela VII - Regressão logística multivariada para predição de recorrência arritmica	29
Tabela VIII - Evolução da classe EHRA entre a avaliação basal e o follow-up	30
Tabela IX - Métodos de avaliação durante o follow-up.....	31

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Curvas de Kaplan-Meier segundo o tipo de fibrilhação auricular	32
---	----

Lista de Anexos

Anexo A - Definição operacional das variáveis.....	33
---	----

1. Introdução

A fibrilhação auricular (FA) destaca-se como a arritmia cardíaca sustentada mais prevalente a nível mundial, representando um desafio significativo de saúde pública a nível global.^[1,2] Estima-se que afete mais de 50 milhões de pessoas em todo o mundo, com uma carga epidemiológica crescente, que duplicou entre 1990 e 2019, sendo que, na Europa, prevê-se um aumento de 8,8 milhões para 18 milhões até 2060.^[3] Este aumento acentuado da prevalência nas últimas décadas, deve-se, principalmente, ao envelhecimento populacional, à crescente prevalência da obesidade, a métodos de deteção aprimorados e à maior sobrevivência de doentes com patologia cardiovascular crónica.^[4] A FA afeta negativamente a qualidade de vida dos doentes, estando associada a uma elevada morbimortalidade,^[5] devido a complicações como o acidente vascular cerebral (AVC), insuficiência cardíaca (IC) e outras taquiarritmias, contribuindo substancialmente para a carga de doença cardiovascular,^[1,2,3] com elevado número de hospitalizações e impacto significativo nos custos em saúde.^[2]

Relativamente à fisiopatologia, a FA resulta da interação entre mecanismos elétricos e estruturais complexos, que contribuem para a sua iniciação e perpetuação.^[6] Os mecanismos predominantes incluem o remodelamento elétrico, que afeta os cardiomiócitos atriais, alterando os canais iónicos e a homeostase do cálcio, e o remodelamento estrutural, caracterizado por fibrose atrial, hipertrofia e dilatação.^[6,7] As veias pulmonares (VPs), com as suas propriedades anatómicas e eletrofisiológicas distintas, são reconhecidas como as fontes mais comuns de *triggers* elétricos que iniciam a FA, tornando o seu isolamento elétrico um pilar fundamental no tratamento invasivo da arritmia.^[8,9]

Do ponto de vista etiológico, são múltiplos os fatores de risco e comorbilidades que contribuem para o desenvolvimento e progressão da FA, influenciando o remodelamento atrial, destacando-se a idade avançada, hipertensão arterial (HTA), diabetes, obesidade, dislipidemia, IC, doença coronária, síndrome de apneia do sono (SAOS), tabagismo e o consumo excessivo de álcool.^[7,8]

Em relação ao tratamento da FA, este assenta em três pilares fundamentais: prevenção de eventos tromboembólicos, controlo do ritmo e da frequência cardíaca.^[10] Apesar dos avanços na anticoagulação oral e no tratamento antiarrítmico, muitos doentes mantêm sintomas significativos ou apresentam recorrência da arritmia, sendo a eficácia a longo prazo dos fármacos frequentemente limitada por efeitos adversos e pela própria falência terapêutica.^[12] Assim, a ablação por cateter surgiu como uma opção relevante para restaurar e manter o ritmo sinusal em doentes selecionados, sobretudo naqueles com FA sintomática e refratária à terapêutica farmacológica.^[11,12,13] Embora a ablação por cateter se tenha estabelecido como uma abordagem eficaz e superior à terapêutica com fármacos antiarrítmicos, as técnicas térmicas tradicionais, nomeadamente a ablação por radiofrequência e a crioablação, continuam associadas a limitações, incluindo recorrência de arritmia e complicações, tais como o risco de lesões colaterais em

estruturas adjacentes importantes, como o esófago e o nervo frénico, devido à natureza não seletiva da energia térmica.^[14,15,16]

Neste contexto, a ablação por campo pulsado (PFA, do inglês *Pulsed Field Ablation*) emergiu como uma modalidade terapêutica promissora, representando um avanço significativo no campo da eletrofisiologia. Distingue-se das abordagens térmicas pela sua natureza não térmica e pelo seu mecanismo de ação único.^[16,17] A PFA utiliza campos elétricos de alta voltagem e de curta duração para induzir a formação de nanoporos irreversíveis nas membranas celulares, um processo conhecido como eletroporação.^[17,18,19] Estes poros aumentam a permeabilidade da membrana celular, levando à perda da homeostase intracelular e, consequentemente, à morte celular (apoptose).^[20,21,22] Uma das principais vantagens da PFA reside na sua seletividade tecidual, a qual é atribuída às diferentes sensibilidades dos tipos de células aos campos elétricos.^[23, 24] Esta característica permite que o tecido miocárdico alvo seja ablacionado de forma seletiva, minimizando simultaneamente o dano a estruturas adjacentes importantes e melhorando o perfil de segurança desta modalidade, em comparação com os métodos ablativos térmicos convencionais.^[24]

Apesar dos avanços significativos e da crescente evidência internacional, que apontam a PFA como um método eficaz e com um perfil de segurança muito favorável,^[25,26,27] a experiência em contexto de prática clínica real com esta técnica continua em expansão, sendo crucial documentar os resultados em fases precoces de adoção desta tecnologia.^[28,29] A generalização da PFA à prática clínica diária levanta questões relevantes quanto ao seu desempenho em diferentes populações, e à ocorrência de eventos adversos raros ou específicos, que podem não ter sido totalmente captados nos ensaios clínicos iniciais, devido ao tamanho limitado das amostras e aos critérios de inclusão rigorosos.^[16,30]

No Centro Hospitalar Universitário de Santo António (CHUdSA), a PFA foi introduzida recentemente, em dezembro de 2023, como modalidade de ablação para o tratamento da FA, tornando pertinente a avaliação sistemática dos resultados obtidos nesta fase inicial. O presente estudo tem como objetivo avaliar a segurança e a eficácia da PFA no tratamento da FA, numa coorte consecutiva de doentes submetidos ao procedimento no CHUdSA, através de uma análise retrospectiva dos respetivos registos clínicos, entre dezembro de 2023 e agosto de 2025. A caracterização desta população permitirá descrever o perfil dos doentes tratados, os detalhes técnicos dos procedimentos realizados, o perfil de segurança e as taxas de recorrência de arritmias, bem como explorar potenciais fatores preditores de sucesso e de complicações. Deste modo, esta investigação pretende contribuir para o conhecimento sobre a aplicação clínica da PFA em contexto nacional, fornecendo informação útil para a otimização da prática local e servindo de base para comparações futuras e para eventuais estudos prospetivos.

2. Objetivos

Este estudo visa avaliar a segurança e a eficácia da PFA no tratamento da FA numa coorte consecutiva de doentes submetidos ao procedimento no CHUdSA entre dezembro de 2023 e agosto de 2025.

Os objetivos específicos deste estudo incluem a caracterização do perfil clínico dos doentes submetidos a PFA, a descrição das características técnicas e dos resultados imediatos dos procedimentos realizados, a avaliação da incidência e do perfil das complicações associadas ao procedimento, a determinação das taxas de recorrência arritmica e de sucesso clínico após a ablação, a análise da evolução da carga sintomática e da carga de FA durante o seguimento, a identificação de potenciais fatores preditores de recorrência arritmica e a exploração de uma eventual curva de aprendizagem associada à implementação desta técnica no centro, através da avaliação dos parâmetros procedimentais ao longo do tempo.

3. Metodologia

3.1. Desenho do estudo

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, de centro único, baseado na revisão de processos clínicos de uma coorte consecutiva de doentes submetidos ao tratamento ablativo da FA por PFA, no Laboratório de Eletrofisiologia do Serviço de Cardiologia do CHUdSA, atualmente integrado na Unidade Local de Saúde de Santo António (ULSSA). O período de inclusão decorreu entre dezembro de 2023, data de introdução da técnica no centro, e agosto de 2025.

3.2. População e critérios de elegibilidade

A amostra é constituída por 187 doentes adultos com idade igual ou superior a 18 anos, com diagnóstico de FA paroxística ou persistente, submetidos a um procedimento de ablação por cateter utilizando a tecnologia de PFA, durante o período definido do estudo. Foram incluídos quer doentes submetidos a primeira ablação, quer doentes em contexto de reablação. Não foram aplicados critérios de exclusão adicionais.

3.3. Fonte de dados e recolha de informação

A recolha de dados foi efetuada através da revisão padronizada dos registos clínicos eletrónicos dos doentes, no sistema SClínico hospitalar. Foram consultadas notas clínicas, relatórios de procedimentos, registos de internamento e exames complementares de diagnóstico relevantes. Para cada doente incluído foi preenchida uma folha de recolha de dados eletrónica, previamente estruturada.

As variáveis recolhidas foram organizadas em diferentes grupos, definidos com base nas recomendações EuroHeart para registos de FA e ablação, bem como na literatura recente sobre PFA. Foram considerados dados demográficos e clínicos basais, caracterização da FA, estratificação de risco tromboembólico e terapêutica prévia, dados eletrocardiográficos e ecocardiográficos basais, dados do procedimento, segurança e internamento, bem como dados de seguimento e eficácia.

Sempre que disponíveis múltiplos registos para a mesma variável, foi considerado o valor mais recente previamente ao procedimento ou, quando aplicável, o valor clinicamente mais relevante. Quando a informação não se encontrava claramente documentada ou era insuficiente para uma codificação inequívoca, a variável foi considerada em falta.

As variáveis incluídas foram previamente definidas de forma operacional, com critérios específicos de codificação e categorização (ver Anexo A).

3.4. Procedimento de ablação

O procedimento foi realizado por via percutânea, com suporte de mapeamento tridimensional, tendo como objetivo primário o isolamento elétrico das VPs. Todos os procedimentos foram realizados sob anestesia geral. Quando clinicamente indicado, foram realizadas lesões adicionais, de acordo com a decisão do operador e com as características anatômicas e eletrofisiológicas de cada caso. O sucesso agudo foi definido pela obtenção de isolamento elétrico das quatro VPs.

3.5. Definição de resultados clínicos

O sucesso primário de eficácia foi definido como a ausência de recorrência arritmica documentada após um período de *blanking* de 90 dias. Foram consideradas recorrências os episódios de FA, flutter auricular ou taquicardia atrial documentados por eletrocardiograma (ECG), monitorização Holter ou outro método de monitorização do ritmo cardíaco, com duração igual ou superior a 30 segundos. Foram ainda avaliados como resultados secundários de eficácia o sucesso agudo do procedimento, a carga de FA durante o *follow-up*, a evolução da carga sintomática avaliada através da classificação EHRA (*European Heart Rhythm Association*), a necessidade de cardioversão, a realização de reablação e a ocorrência de hospitalizações relacionadas com FA ou IC no período de seguimento. As complicações foram classificadas de acordo com a gravidade clínica e temporalidade, distinguindo-se complicações agudas (intra-procedimento até 24 horas), precoces (até 30 dias) e tardias (após 30 dias). Sempre que aplicável, foram consideradas complicações *major* e *minor*, de acordo com a relevância clínica e necessidade de intervenção. O resultado primário de segurança correspondeu à ocorrência de complicações *major* relacionadas com o procedimento, sendo igualmente analisada a incidência de complicações *minor*, reinternamentos relacionados com o procedimento e mortalidade durante o período de seguimento.

3.6. Seguimento

O seguimento foi realizado com base nas consultas de vigilância, registos de episódios em serviço de urgência, internamentos, eletrocardiogramas e outros exames realizados durante o período pós-procedimento. A data da última observação clínica foi registada para cálculo da duração total de *follow-up*.

3.7. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao *software* IBM SPSS Statistics® (versão 30.0). As variáveis contínuas foram apresentadas como média $\pm$ desvio padrão ou mediana (mínimo-máximo), conforme apropriado. As variáveis categóricas foram descritas através de frequências absolutas (n) e percentagens (%).

A comparação entre grupos para variáveis categóricas foi efetuada através do teste do qui-quadrado de Pearson ou do teste exato de Fisher, quando apropriado. Para variáveis contínuas, foram utilizados o teste t de Student para amostras independentes ou o teste de Mann-Whitney, consoante a distribuição das variáveis.

A sobrevivência livre de recorrência arritmica foi estimada pelo método de Kaplan-Meier e comparada entre grupos através do teste de Log-rank. Na análise de sobrevivência, o tempo até ao evento foi definido como o intervalo entre a data da ablação e a primeira recorrência arritmica documentada após o período de *blanking* de 90 dias, ou até à última observação clínica disponível na ausência de recorrência. As recorrências ocorridas durante o período de *blanking* não foram consideradas eventos e foram tratadas como observações censuradas aos 90 dias. Os doentes sem informação suficiente para determinar o tempo até ao evento ou o estado do desfecho de recorrência foram excluídos das análises de sobrevivência e dos modelos de regressão correspondentes.

Foi realizada uma análise univariada para identificação de fatores associados à recorrência arritmica após a ablação. As variáveis clinicamente relevantes e/ou associadas à recorrência na análise univariada foram posteriormente incluídas num modelo de regressão logística binária multivariável para identificação de preditores independentes de recorrência. Os resultados foram apresentados sob a forma de odds ratio (OR) e respetivos intervalos de confiança de 95%.

A evolução da carga sintomática foi avaliada através da comparação da classificação EHRA basal e no *follow-up* utilizando o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para amostras emparelhadas. Adicionalmente, foi efetuada uma análise exploratória da curva de aprendizagem do centro, avaliando a associação entre a ordem cronológica dos procedimentos e os tempos de procedimento e fluoroscopia através da correlação de Spearman. Foram ainda comparados diferentes períodos cronológicos da experiência do centro relativamente a estas variáveis utilizando o teste de Kruskal-Wallis.

Todos os testes estatísticos foram bicaudais, considerando-se estatisticamente significativo um valor de $p < 0,05$.

3.8. Considerações éticas

O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos aplicáveis à investigação clínica, tendo a sua realização sido previamente autorizada pelo Departamento de Ensino, Formação e Investigação do CHUdSA, pela Comissão de Ética CHUdSA/ICBAS e pelo Conselho de Administração da instituição. Foi assegurada a confidencialidade da informação e a anonimização dos dados analisados. O acesso aos registos clínicos foi limitado aos investigadores envolvidos no estudo, sendo os dados utilizados exclusivamente para fins científicos.

4. Resultados

4.1. Características Basais da População

Foram incluídos 187 doentes na análise. A idade média foi de $63,4 \pm 9,8$ anos, sendo 59,9% dos doentes do sexo masculino. O índice de massa corporal (IMC) médio foi de $28,4 \pm 3,9$ kg/m² (n = 156).

Relativamente às comorbilidades e fatores de risco cardiovascular, a HTA foi a mais prevalente (60,8%), seguida da dislipidemia (55,4%), diabetes mellitus (22,0%) e IC (23,7%). A doença coronária estava presente em 13,4% dos doentes, o AVC ou acidente isquémico transitório (AIT) prévios em 4,3%, a doença renal crónica em 5,9% e SAOS em 16,1% (n = 186). A obesidade foi identificada em 29,3% dos doentes (n = 181). O tabagismo foi distribuído da seguinte forma: 19,1% eram fumadores ativos, 44,5% ex-fumadores e 36,4% nunca fumaram (n = 110). O consumo de álcool estava presente em 65,7% dos doentes com dados disponíveis (n = 70).

A maioria dos doentes apresentava FA paroxística (54,8%) ou persistente (44,6%), sendo a forma persistente de longa duração rara (0,5%)(n = 186). A duração mediana da FA foi de 2 (0-25) anos (n = 184). A carga de FA, avaliada por Holter ou método equivalente, apresentou mediana de 21,9% (0–100) (n = 130). Em 10,8% dos casos estava presente flutter auricular concomitante (n = 186).

A maioria dos doentes era sintomática (91,2%, n = 182), sendo a classe EHRA II a mais frequente (48,4%), seguida da classe EHRA III (31,9%).

O score CHA₂DS₂-VA mediano foi de 2 (0–6) (n = 187). A anticoagulação oral prévia foi utilizada em 96,8% dos doentes (n = 185), na sua maioria com anticoagulantes orais diretos (DOACs, do inglês *Direct Oral Anticoagulants*) (98,3%, n = 178).

A terapêutica antiarrítmica prévia tinha sido utilizada em 76,8% dos doentes (n = 185), predominando a classe III (60,6%). A maioria dos doentes tinha sido previamente exposta a um único antiarrítmico antes da ablação (62,2%), enquanto 14,6% apresentavam exposição a ≥ 2 antiarrítmicos. A falência de antiarrítmicos ocorreu em 13,3% dos casos (n = 143).

Foi realizada cardioversão elétrica prévia ao procedimento em 53,0% dos doentes (n = 183) e 16,8% tinham história de internamento por FA (n = 184). A maioria dos doentes (82,4%) foi submetida a primeira ablação, enquanto 17,6% correspondiam a reablação.

A fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) estava preservada ($52,9 \pm 12,4\%$, n = 117). O diâmetro da aurícula esquerda foi de $43,8 \pm 9,8$ mm (n = 118), com volume auricular esquerdo médio de $90,6 \pm 28,2$ ml (n = 115). A dilatação grave da aurícula esquerda (AE) estava presente em 34,7% dos doentes (n = 176). Foi identificada valvulopatia significativa em 10,9% dos casos (n = 175) (ver Tabela I).

4.2. Procedimento de Ablação

Foram analisados os dados relativos ao procedimento de ablação nos doentes submetidos ao tratamento da FA por campo pulsado. A maioria dos doentes foi submetida a primeira ablação, correspondendo a 82,4%, enquanto 17,6% realizaram reablação.

O ecocardiograma transesofágico (ETE) pré-procedimento foi realizado em 21,9% dos casos.

Relativamente ao ritmo no início do procedimento, 67,7% dos doentes encontrava-se em ritmo sinusal, 28,1% em fibrilhação auricular e 4,2% em flutter auricular (n = 167).

A estratégia de ablação consistiu maioritariamente no isolamento exclusivo das VPs (79,0%), sendo realizada ablação adicional em 21,0% dos doentes com informação disponível (n = 167). Entre os doentes submetidos a lesões adicionais, as estratégias mais frequentes foram a ablação do istmo cavotricuspídeo (6,0%) e da parede posterior da aurícula esquerda (8,4%). Estratégias mais extensas, incluindo múltiplas linhas de ablação (4,8%) e ablação do istmo mitral (1,8%) foram menos frequentes. Foi ainda realizada ablação de flutter concomitante em 12,6% dos doentes.

O sucesso agudo do procedimento, definido como isolamento completo das veias pulmonares, foi documentado em 100% dos doentes com informação disponível (n = 186). O *first-pass isolation* (FPI) foi alcançado em 88,0% dos casos (n = 166).

No final do procedimento, foi necessária cardioversão elétrica (CVE) em 15,6% dos doentes com dados disponíveis (n = 167).

O tempo médio de fluoroscopia foi de $21,5 \pm 9,1$ minutos, enquanto o tempo total de procedimento foi de $103,7 \pm 49,2$ minutos (n = 179) (Ver Tabela II).

Numa análise exploratória da curva de aprendizagem, não se observaram diferenças significativas nos tempos de procedimento entre os diferentes períodos cronológicos da experiência do centro (Kruskal-Wallis H = 0,740; p = 0,691). Relativamente ao tempo de fluoroscopia, verificou-se uma tendência para redução ao longo do tempo, com valores médios de 23,7, 20,6 e 20,3 minutos no primeiro, segundo e terceiro terços da experiência, respetivamente (Kruskal-Wallis H = 5,974; p = 0,050) (ver Tabela III).

4.3. Perfil de Segurança e Complicações

A PFA demonstrou um perfil de segurança favorável, registando-se uma taxa global de complicações (*major* e *minor*) de 5,3%.

As complicações *major* ocorreram em 1,6% dos doentes, incluindo um caso de tamponamento cardíaco com necessidade de drenagem pericárdica, um AVC e uma lesão valvular iatrogénica (insuficiência tricúspide por rotura de corda tendinosa). Não se verificou mortalidade intra-hospitalar.

As complicações *minor* foram observadas em 3,7% dos doentes, sendo mais frequentemente representadas por pericardite aguda e complicações vasculares relacionadas com o acesso, tais como fístulas arteriovenosas e hematomas. Eventos adicionais incluíram hemorragia da orofaringe/hematoma faríngeo, relacionado ao ato anestésico, e derrame pleural direito associado a episódio de pericardite.

A maioria das complicações ocorreu no período agudo (≤ 24 horas) (4,3%; $n = 187$), tendo sido observadas apenas duas complicações precoces (≤ 30 dias) (1,2%) e sem registo de eventos tardios (>30 dias) ($n = 173$).

O internamento mediano foi de 1 dia (1-17), tendo-se verificado um caso de internamento prolongado associado a lesão valvular iatrogénica (17 dias). Um segundo internamento prolongado (13 dias) esteve relacionado com pielonefrite nosocomial por *Escherichia coli*, não associada ao procedimento de ablação.

O reinternamento até 30 dias ocorreu em 1,7% dos doentes, sendo dois casos (1,1%) relacionados com complicações do procedimento (AVC e pericardite com derrame pericárdico) e um caso (0,5%) secundário a patologia médica não relacionada com a ablação ($n = 173$) (ver Tabela IV).

4.4. Eficácia e Resultados Clínicos

A análise de eficácia incluiu 173 doentes com *follow-up* disponível (92,5%), com uma duração média de seguimento de $11,1 \pm 6,1$ meses.

O sucesso primário do procedimento (ausência de recorrência arritmica após o período de *blanking*) foi alcançado em 76,9% dos doentes (133/173). Os doentes com FA paroxística apresentaram uma taxa de sucesso significativamente superior à observada nos doentes com FA persistente (85,4% vs. 66,7%; $\chi^2 = 8,408$; $p = 0,004$). A análise de Kaplan-Meier corroborou estes resultados, demonstrando que os doentes com FA paroxística apresentaram uma probabilidade significativamente superior de permanecer livres de recorrência arritmica durante o *follow-up* quando comparados com os doentes com FA persistente (teste de Log-rank: $\chi^2 = 7,609$; $p = 0,006$) (ver Gráfico 1). Entre os doentes com sucesso primário e informação disponível relativamente à terapêutica antiarritmica após o período de *blanking* ($n = 123$), 99 destes (80,5%) mantiveram-se livres de terapêutica antiarritmica, enquanto 24 (19,5%) permaneceram sob tratamento antiarritmico.

Foi documentada recorrência arritmica em 23,1% dos doentes (40/173). Entre os doentes com informação disponível sobre o momento da recorrência ($n = 39$), o tempo mediano até à sua ocorrência foi de 8 meses (3–18). Foram ainda registadas recorrências precoces durante o período de *blanking* em 5,8% dos doentes (10/173). Numa análise exploratória, a ocorrência de recorrência precoce não se associou significativamente ao desenvolvimento de recorrência arritmica subsequente (33,3% vs. 22,1%; OR 1,76; IC95% 0,42 - 7,40; $p = 0,433$). No total, 46 doentes (26,6%)

apresentaram pelo menos um episódio de recorrência arritmica durante o seguimento. Entre os doentes com recorrência (n = 46), 58,7% apresentaram sintomas associados. A FA constituiu o tipo de recorrência mais frequente, ocorrendo em 67,4% dos casos, seguida do flutter auricular (32,6%), não tendo sido registados casos de taquicardia auricular isolada. A recorrência foi maioritariamente documentada por ECG (80,4%), sendo menos frequentemente identificada por monitorização Holter (10,9%) ou descrita em avaliação clínica (8,7%) (ver Tabela V).

As variáveis com associação potencial à recorrência, identificadas na análise univariada (ver Tabela VI), foram posteriormente incluídas num modelo de regressão logística multivariada. Nesta análise, que integrou o tipo de FA, a FEVE, a presença de dilatação grave da AE e a duração da FA, apenas o tipo de FA permaneceu associado de forma independente à recorrência arritmica. Os doentes com FA persistente apresentaram uma probabilidade significativamente superior de recorrência em comparação com os doentes com FA paroxística (OR 2,86; IC95% 1,10-7,41; p = 0,031). A FEVE apresentou uma tendência para associação inversa com a recorrência (OR 0,97; IC95% 0,93-1,00; p = 0,081), enquanto a dilatação grave da AE (OR 1,39; IC95% 0,56-3,48; p = 0,483) e a duração da FA (OR 1,05; IC95% 0,95-1,17; p = 0,359) não se associaram significativamente ao desfecho. Não se observaram diferenças significativas na taxa de recorrência arritmica entre os doentes submetidos a uma primeira ablação e aqueles submetidos a reablação (21,8% vs. 26,7%; OR 1,30; IC95% 0,53-3,21; p = 0,565) (ver Tabela VII).

A carga de FA após a ablação foi avaliada em 79 doentes, sendo a mediana de 0% (0-100%). Observou-se uma melhoria significativa da carga sintomática após a ablação, avaliada pela classificação EHRA. À data basal, 15,9% dos doentes encontravam-se em classe EHRA I, 48,4% em EHRA II, 31,9% em EHRA III e 3,8% em EHRA IV. No período de seguimento, 83,2% dos doentes encontravam-se assintomáticos (EHRA I), 15,6% apresentavam sintomas ligeiros (EHRA II) e apenas 1,2% mantinham sintomas moderados (EHRA III), não se registando doentes em classe EHRA IV. Globalmente, entre os 171 doentes com classificação EHRA disponível quer à data basal quer no *follow-up*, 128 (74,9%) apresentaram melhoria da classe EHRA, 39 (22,8%) permaneceram inalterados e apenas 4 (2,3%) agravaram a sintomatologia. Esta melhoria foi estatisticamente significativa (teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, p < 0,001) (ver Tabela VIII).

Relativamente à terapêutica durante o *follow-up*, 25,3% dos doentes mantinham tratamento com antiarrítmicos após o período de *blanking* (n = 162). A anticoagulação oral foi mantida em 84,5% dos doentes com informação disponível (n = 161), tendo sido suspensa em 19 doentes, com um tempo mediano até suspensão de 7 meses (2-20).

Durante o seguimento, 16 doentes (9,2%) foram submetidos a cardioversão, tendo sido elétrica em 9 casos (5,2%) e farmacológica em 7 (4,0%). Foi realizada reablação em 14 doentes (8,1%), com um tempo mediano até reintervenção de 8,5 meses (6-23).

No que respeita aos eventos clínicos durante o *follow-up*, verificaram-se hospitalizações por FA ou IC em 1,7% dos doentes (3/173). Foi ainda registado um evento neurológico isquémico (0,6%) e três óbitos (1,7%) de causa não cardiovascular, nomeadamente sépsis associada a pé diabético, cirrose hepática e síndrome mielodisplásica. De referir também a ocorrência de um AVC hemorrágico não relacionado com o procedimento de ablação, ocorrido potencialmente no contexto da terapêutica antitrombótica em curso.

A avaliação durante o seguimento foi realizada predominantemente através de métodos eletrocardiográficos objetivos. Aos 3, 6, 12 e >12 meses, respetivamente, 71,3%, 81,2%, 88,1% e 76,9% dos doentes avaliados dispunham de monitorização objetiva do ritmo cardíaco. Considerando todo o período de seguimento, 158 dos 173 doentes com informação disponível (91,3%) tiveram pelo menos uma avaliação objetiva do ritmo, através de ECG, monitorização Holter, registador de eventos ou dispositivos implantáveis (ver Tabela IX).

5. Discussão

5.1. Características Basais da População

Este estudo descreve uma coorte contemporânea de 187 doentes do CHUdSA submetidos ao tratamento ablativo da FA por PFA, cujas características demográficas são amplamente sobreponíveis às dos principais ensaios clínicos de referência. A idade média de 63,4 anos e a predominância do sexo masculino (59,9%) alinham-se estreitamente com a população do estudo ADVENT (62 anos; 65% homens) e do estudo MANIFEST-17K (63 anos; 63% homens).^[26,30]

O perfil de comorbilidades, marcado pela alta prevalência de HTA (60,8%) e dislipidemia (55,4%), reflete o substrato clássico da FA. Destaca-se ainda o impacto da obesidade (29,3%) e do IMC médio (28,4 kg/m²), uma vez que, na literatura recente, um IMC elevado tem sido apontado como um preditor independente de recorrência de arritmia pós-ablação, possivelmente devido à maior dificuldade técnica do procedimento, ao estado pró-inflamatório associado à obesidade e à dificuldade no controlo dos fatores de risco cardiovascular.^[31]

A distribuição entre FA paroxística (54,8%) e persistente (44,6%) demonstra que o CHUdSA utiliza a tecnologia PFA para um espectro alargado da doença, não se limitando apenas a casos paroxísticos. Comparativamente ao estudo ADVANTAGE AF, focado exclusivamente em doentes com FA persistente, a coorte do presente estudo apresenta características estruturais semelhantes, nomeadamente no diâmetro médio da aurícula esquerda (43,8 mm no CHUdSA vs. 43,1 mm no ensaio clínico).^[27] A elevada proporção de doentes com dilatação grave da aurícula esquerda (34,7%) sugere a presença de remodelação auricular significativa numa parte relevante da amostra, constituindo um marcador de substrato arritmogénico mais avançado e refletindo a complexidade de uma população em contexto de prática clínica real.^[31,32]

Em termos clínicos, a duração mediana da FA (2 anos) e a carga arritmica (mediana de 21,9%) apontam, globalmente, para um estágio ainda não avançado de progressão da doença. Ainda assim, estes dados devem ser interpretados à luz da heterogeneidade da amostra, já que, embora a maioria dos doentes não tenha atingido estádios de remodelação auricular exaustiva e fibrose extensa, característicos da FA persistente de longa duração, uma proporção relevante já apresenta alterações estruturais significativas da aurícula esquerda. A ampla variabilidade na carga de FA (0-100%) reforça esta heterogeneidade da amostra, abrangendo desde formas paroxísticas até FA persistente com elevada carga arritmica, à semelhança do descrito no estudo ADVANTAGE AF.^[27] Por contraste, no ensaio ADVENT, a população incluída apresentava, de forma geral, um diagnóstico mais recente, refletindo uma estratégia de intervenção mais precoce.^[26]

Quanto ao histórico terapêutico, a elevada taxa de sintomatologia (91,2% em EHRA II-III) e a exposição prévia a antiarrítmicos (76,8%) justificam a opção pela intervenção invasiva.

A taxa de doentes submetidos a reablação (17,6%) é superior à reportada em ensaios clínicos controlados, o que poderá ser explicado pelo facto de estes frequentemente excluírem doentes previamente submetidos a ablação.^[26] Esta inclusão confere ao presente estudo uma maior validade externa, refletindo a prática clínica hospitalar onde a PFA deve ser utilizada como ferramenta de resgate em isolamentos prévios realizados por fontes térmicas.^[27,29]

Por fim, a elevada taxa de anticoagulação oral (96,8%), maioritariamente com DOACs, sublinha a adesão às diretrizes atuais de prevenção tromboembólica, o que é fundamental para minimizar o risco de AVC periprocedimento, uma preocupação que o sistema de PFA tem demonstrado mitigar com sucesso devido ao seu perfil de segurança tecidual.^[26,30]

Globalmente, esta coorte representa uma população típica de doentes submetidos a ablação de FA em contexto e prática clínica real, com perfil de comorbilidades e fatores de risco cardiovasculares moderado, elevado impacto sintomático e evidência de remodelação auricular esquerda já estabelecida em cerca de um terço dos casos. No seu conjunto, a curta duração mediana da arritmia e a função ventricular preservada sugerem que uma proporção significativa dos doentes se encontra ainda numa fase da história natural da doença potencialmente mais favorável à intervenção. Estes achados reforçam a adequação da estratégia de controlo do ritmo com PFA nesta população, visando interromper o ciclo de progressão da arritmia e prevenir a remodelação estrutural adicional da aurícula esquerda, em plena concordância com a evidência atual que privilegia uma abordagem precoce de controlo precoce do ritmo.^[26,27,31]

5.2. Procedimento de Ablação

A análise dos dados relativos ao procedimento de ablação revela uma elevada eficácia e eficiência da PFA nesta coorte. O isolamento agudo de 100% das veias pulmonares confirma a eficácia da eletroporação na criação de lesões transmuralis imediatas, um achado transversal aos grandes ensaios clínicos de referência como o ADVENT, onde o sucesso agudo foi igualmente superior a 99%.^[26] Um dos indicadores mais robustos de eficiência técnica no presente estudo foi a taxa de FPI de 88,0%. Este valor é superior ao reportado em vários estudos iniciais de ablação por radiofrequência ou crioablação e alinha-se com a evidência contemporânea relativa à PFA, que sugere que a geometria circular/*pentaspline* do cateter permite um isolamento circunferencial mais simplificado e reproduzível.^[29,32] O FPI é um preditor clínico relevante, pois a necessidade de aplicações adicionais (*touch-ups*) está frequentemente associada a uma maior probabilidade de reconexão venosa tardia.^[31]

Relativamente à estratégia de ablação, o isolamento das veias pulmonares (PVI) foi realizado de forma exclusiva na maioria dos casos (79,0%). Nos restantes, procedeu-se a uma estratégia mais abrangente com lesões adicionais (21,0%), incluindo na parede posterior da aurícula esquerda

(8,4%) e no istmo cavotricuspídeo (6,0%). Esta abordagem alargada é consistente com o protocolo do estudo ADVANTAGE AF, que demonstrou a viabilidade da ablação da parede posterior com PFA em doentes com FA persistente, sem comprometer a segurança tecidual.^[27]

Os tempos de fluoroscopia e de procedimento observados no CHUdSA são consistentes com a literatura contemporânea em PFA, confirmando um perfil de elevada eficiência procedimental, com tempos reduzidos de exposição radiológica e uma duração global do procedimento relativamente curta. Em particular, estes tempos reforçam a curva de aprendizagem favorável desta tecnologia: o tempo médio total de procedimento (103,7 min) e o tempo médio de fluoroscopia (21,5 min) são competitivos quando comparados com a coorte europeia do MANIFEST-17K, onde o tempo médio de procedimento foi de aproximadamente 81 minutos, mas com variabilidade considerável entre centros (35-200 min).^[30] Além disso, a média de 103,7 minutos demonstra uma integração eficiente da PFA na rotina do laboratório de eletrofisiologia, aproximando-se da rapidez reportada em centros de elevado volume.^[29] Este resultado é particularmente relevante, uma vez que esta coorte inclui uma proporção de casos frequentemente com maior complexidade técnica, como reablações (17,6%) e ablações de flutter auricular concomitante (12,6%). Estas intervenções acrescentam habitualmente uma carga temporal significativa devido à necessidade de mapeamento tridimensional exaustivo para a identificação de eventuais *gaps* e dada a necessidade de linhas de ablação adicionais. Embora não se tenha observado redução significativa do tempo total de procedimento ao longo da experiência do centro, verificou-se uma tendência para diminuição do tempo de fluoroscopia, sugerindo uma otimização progressiva da eficiência técnica associada à curva de aprendizagem.

A estratégia seletiva de realização de ETE (21,9%) e a elevada taxa de ritmo sinusal no início do procedimento (67,7%) sugerem uma otimização clínica prévia rigorosa. A necessidade de CVE no final do procedimento em 15,6% dos doentes pode ser interpretada à luz da complexidade da amostra, que incluía 44,6% de doentes com FA persistente. Na literatura, o recurso à CVE pós-ablação é frequentemente necessário em doentes com remodelação auricular avançada, onde o isolamento das VP, embora necessário, pode não ser suficiente para a reversão imediata a ritmo sinusal devido à presença de *triggers* extra-venosos ou substrato arritmico persistente.^[27,31]

Globalmente, estes resultados demonstram que a ablação por campo pulsado nesta coorte foi altamente eficaz e eficiente, com elevada taxa de sucesso agudo, reforçando o papel desta tecnologia como uma abordagem contemporânea de primeira linha no tratamento da FA.^[33]

5.3. Perfil de Segurança e Complicações

A análise da segurança nesta coorte reafirma o perfil favorável da PFA, com uma taxa de complicações maior de 1,6% e ausência de mortalidade aguda. Estes valores são amplamente consistentes com os resultados do ensaio clínico de referência ADVENT, que reportou uma incidência de eventos adversos graves de 2,1%^[26], e aproximam-se dos 2,4% observados no estudo ADVANTAGE AF em populações com FA persistente.^[27] Embora a taxa no presente estudo seja ligeiramente superior aos 0,98% reportados no registo MANIFEST-17K,^[30] esta variação é expectável numa coorte de menor dimensão, onde um único evento tem um impacto percentual mais expressivo.

É fundamental destacar a ausência total de complicações específicas associadas à ablação com energias térmicas, como a fístula atrioesofágica, a estenose das veias pulmonares ou a paralisia persistente do nervo frénico. Esta seletividade tecidual é a principal vantagem da PFA, confirmada em larga escala no estudo MANIFEST-17K, que não registou qualquer caso de lesão esofágica em mais de 17.000 doentes.^[30] No presente estudo, as complicações observadas, como o tamponamento cardíaco (0,5%) e o AVC (0,6%), são classificadas como "complicações genéricas" do cateterismo cardíaco esquerdo, decorrentes da manipulação mecânica e do acesso transeptal, e não dependentes da fonte de energia utilizada.^[30,34] A ocorrência de uma lesão valvular iatrogénica (rotura de corda tendinosa), embora rara, reforça a necessidade de vigilância na manipulação de cateteres de maior calibre e rigidez no espaço auricular.

Relativamente à taxa de complicações *minor* (3,7%), maioritariamente devida a complicações relacionadas com o acesso vascular (2,7%), esta é consistente com os dados do estudo MANIFEST-17K, que reportou taxas de complicações *minor* de 3,21%, na sua maioria também devidas ao acesso vascular (2,7%).^[30] A taxa de pericardite aguda (1,1%) pode estar associada à resposta inflamatória pericárdica à eletroporação, um fenómeno que tem sido descrito, mas que habitualmente apresenta uma evolução benigna, como verificado nesta amostra.^[27]

A curta duração do internamento (mediana de 1 dia) constitui um indicador indireto de eficiência e segurança dos cuidados prestados. Esta capacidade de alta precoce é um dos pilares da sustentabilidade da PFA, permitindo uma rotatividade elevada das camas hospitalares sem comprometer a segurança do doente. Importa referir que a presente coorte ainda não reflete o protocolo atualmente em uso no CHUdSA, que preconiza alta no próprio dia do procedimento. A baixa taxa de reinternamento relacionada com o procedimento (1,7%) sublinha a estabilidade clínica pós-ablação.

Em suma, os dados sugerem que a PFA realizada no CHUdSA é um procedimento seguro, cujos riscos são minimizados pela experiência técnica da equipa e pela natureza intrinsecamente segura

da eletroporação, situando-se dentro dos padrões de excelência expectáveis para centros de referência.^[26,30]

5.4. Eficácia e Resultados Clínicos

A taxa de sucesso primário de 76,9% observada nesta coorte é encorajadora e concordante com dados de estudos internacionais em contexto de prática clínica real. No estudo MANIFEST-PF One-Year Outcomes, a taxa de sucesso clínico ao fim de um ano foi de 78%, com valores consistentes nas análises estratificadas por sexo (76,3%-79,0%).^[35]

Entre os doentes com sucesso primário e informação disponível sobre terapêutica antiarrítmica após o período de *blanking* (n = 123), 80,5% dos casos permaneceram livres de recorrência sem necessidade de terapêutica antiarrítmica após este período, um valor comparável aos 70,8% reportados no mesmo registo para sucesso sem fármacos ou reablação.^[35] Por outro lado, 19,5% dos doentes mantiveram ritmo sinusal sob terapêutica antiarrítmica, refletindo a necessidade de estratégias combinadas numa subpopulação com maior complexidade arrítmica. Dados de centros europeus de alto volume indicam que cerca de 13% dos doentes mantêm fármacos de classe I ou III ao fim de um ano após o procedimento de PFA.^[32] No seu conjunto, estes resultados sugerem que a PFA permite controlo eficaz do ritmo com suspensão da terapêutica antiarrítmica na maioria dos doentes, reservando o seu uso para um subgrupo minoritário em que a ablação atua como facilitador adicional do controlo arrítmico.

Um dos achados mais relevantes deste estudo foi a influência do tipo de FA nos resultados da ablação. Os doentes com FA paroxística apresentaram uma taxa de sucesso significativamente superior à observada nos doentes com FA persistente (85,4% vs. 66,7%), resultado corroborado pela análise de Kaplan-Meier, que demonstrou uma probabilidade significativamente superior de permanecer livre de recorrência arrítmica neste grupo. Adicionalmente, o tipo de FA constituiu o único preditor independente de recorrência na análise multivariável, reforçando a importância do substrato arrítmico na determinação dos resultados clínicos. Estes achados são consistentes com a literatura, que demonstra uma eficácia superior da ablação em fases mais precoces da doença, quando o grau de remodelação elétrica e estrutural auricular é menos avançado. De forma semelhante, no estudo PULSED AF observaram-se taxas de sucesso de 66,2% nos doentes com FA paroxística e de 55,1% nos doentes com FA persistente, corroborando o impacto do tipo de FA nos resultados clínicos após ablação.^[25]

A taxa de recorrência arrítmica de 23,1% observada nesta coorte reflete a natureza complexa da fibrilhação auricular e é consistente com os resultados reportados em grandes registos internacionais de PFA. O estudo MANIFEST-PF One-Year Outcomes reportou uma taxa de insucesso

clínico de aproximadamente 22% ao fim de 12 meses, valor muito próximo do observado na presente coorte.^[35] A existência de um período de *blanking* (os primeiros 90 dias após a ablação) encontra fundamento no processo de cicatrização e estabilização das lesões produzidas pela eletroporação.^[36,37] Ao contrário das energias térmicas, que induzem necrose por coagulação imediata, a PFA induz morte celular por apoptose, resultando numa formação de cicatriz mais gradual e controlada.^[24] Consequentemente, episódios arrítmicos observados nos primeiros meses após o procedimento podem não refletir falência definitiva do isolamento das veias pulmonares, justificando a sua exclusão da definição do sucesso primário. Por outro lado, as recorrências observadas após este período poderão refletir recuperação da condução elétrica em veias previamente isoladas, um fenómeno documentado em cerca de 48,9% dos doentes com recorrência no registo MANIFEST-PF One-Year Outcomes, não correspondendo necessariamente a uma falha técnica na execução do procedimento.^[35,40] O perfil das recorrências, maioritariamente FA (67,4%) seguida de flutter auricular (32,6%), é igualmente consistente com o observado no registo inicial MANIFEST-PF.^[34] Importa salientar que 91,3% dos doentes com informação disponível realizaram pelo menos uma avaliação objetiva do ritmo durante o *follow-up*, através de ECG, Holter ou outros métodos de monitorização, reforçando a robustez da deteção de recorrências nesta coorte.

Relativamente aos potenciais preditores de recorrência, observou-se na análise univariada uma associação entre FEVE mais baixa e maior probabilidade de recorrência. Contudo, esta associação perdeu significado estatístico após ajustamento multivariável. Por outro lado, variáveis frequentemente associadas a piores resultados em estudos prévios, como a duração da fibrilhação auricular, o índice de massa corporal, a dilatação grave da aurícula esquerda ou a realização prévia de ablação, não demonstraram associação significativa com a recorrência nesta coorte. Estes resultados poderão refletir a dimensão relativamente limitada da amostra e o reduzido número de eventos observados.

A melhoria sintomática observada foi particularmente expressiva. A proporção de doentes assintomáticos aumentou de 15,9% no período basal para 83,2% no final do *follow-up*, verificando-se uma redução significativa da classe EHRA após a ablação. Paralelamente, a mediana de carga de FA de 0% no seguimento constitui um indicador particularmente relevante, sugerindo que, mesmo nos doentes com alguma recorrência documentada, a redução global da carga arrítmica foi substancial. Estes resultados sublinham o impacto positivo da PFA na qualidade de vida, sugerindo que os seus benefícios clínicos vão além da simples prevenção de recorrências documentadas, traduzindo-se numa melhoria substancial da perceção sintomática e do bem-estar dos doentes. A proporção de doentes assintomáticos observada no final do *follow-up* foi ligeiramente superior à descrita em alguns estudos com técnicas ablativas térmicas convencionais, o que poderá estar

relacionado com a capacidade da PFA de produzir lesões mais seletivas e duradouras, com menor inflamação peri-procedimento.^[24]

A necessidade de reintervenção em 8,1% dos doentes (com um tempo mediano de 8,5 meses) está em linha direta com os resultados do estudo MANIFEST-PF One-Year Outcomes, que reportou taxas de reablação entre 8,3% e 10,0%.^[35] Este dado é fundamental, pois sugere que a durabilidade do isolamento das veias pulmonares com PFA no CHUdSA é comparável à dos centros europeus pioneiros na utilização desta energia.^[35]

Relativamente à anticoagulação oral, a taxa de manutenção de 84,5% após a ablação reflete uma atitude cautelosa, baseada mais no perfil de risco tromboembólico (score CHA₂DS₂-VA), do que propriamente na ausência de arritmia documentada.

Durante o seguimento, foi observado um AVC isquémico (0,6%), registados três óbitos (1,7%) por causas não cardiovasculares, nomeadamente sépsis associada a pé diabético, cirrose hepática e síndrome mielodisplásica, e ainda um AVC hemorrágico não relacionado com o procedimento de ablação, potencialmente associado à terapêutica antitrombótica em curso.

Em suma, os resultados deste estudo confirmam que a PFA permite alcançar resultados de eficácia e segurança consistentes com os principais registos internacionais, proporcionando uma melhoria substancial da carga sintomática e da qualidade de vida dos doentes. Adicionalmente, a melhoria progressiva dos resultados clínicos observada ao longo da experiência do centro sugere a existência de uma curva de aprendizagem favorável associada à implementação desta tecnologia.

6. Conclusão

O presente estudo permitiu caracterizar a experiência inicial do CHUdSA com a PFA no tratamento da FA, avaliando de forma abrangente a sua eficácia, segurança e aplicabilidade em contexto de prática clínica real.

Os resultados demonstraram que a PFA constitui uma estratégia terapêutica eficaz, com uma taxa de sucesso primário de 76,9% após um seguimento médio de 11,1 meses, valor comparável ao descrito nos principais registos internacionais. Verificou-se igualmente uma melhoria clínica significativa, traduzida por uma redução marcada da sintomatologia, com melhoria da classificação EHRA e por um mediana de carga de FA de 0% no período de seguimento. O tipo de FA revelou-se o principal determinante dos resultados clínicos, apresentando os doentes com FA paroxística taxas de sucesso significativamente superiores às observadas na FA persistente.

A PFA apresentou ainda um perfil de segurança muito favorável, com baixa incidência de complicações *major* e *minor*, ausência de mortalidade intra-hospitalar e reduzida taxa de reinternamento relacionado com o procedimento. As taxas de reablação e os restantes desfechos clínicos observados mostraram-se igualmente consistentes com os reportados em estudos multicêntricos internacionais.

Adicionalmente, a análise exploratória da curva de aprendizagem sugeriu uma otimização progressiva da eficiência técnica, traduzida por uma tendência para redução do tempo de fluoroscopia ao longo da experiência do centro.

Em suma, os resultados obtidos suportam a utilização da PFA como uma alternativa eficaz e segura para o tratamento da FA, confirmando a sua aplicabilidade em contexto nacional. Estudos prospetivos com amostras maiores e períodos de seguimento mais prolongados serão importantes para confirmar a durabilidade dos resultados observados e aprofundar a identificação de fatores preditores de sucesso clínico a longo prazo.

Conflitos de Interesse

Os autores não têm conflitos de interesse a declarar.

Apêndice

Apêndice 1 - Tabelas

Tabela I - Características basais da população (continua na página seguinte).

Características Basais	Total Doentes N = 187
Dados Demográficos	
Idade (anos)	63,4 ± 9,8
Sexo:	
Masculino	112 (59,9%)
Feminino	75 (40,1%)
IMC (kg/m ²)	28,4 ± 3,9 (<i>n</i> = 156)
Comorbilidades e Fatores de Risco	
Hipertensão arterial	113 (60,8%) (<i>n</i> = 186)
Diabetes mellitus	41 (22,0%) (<i>n</i> = 186)
Dislipidemia	103 (55,4%) (<i>n</i> = 186)
Insuficiência cardíaca	44 (23,7%) (<i>n</i> = 186)
Doença coronária	25 (13,4%) (<i>n</i> = 186)
AVC/AIT prévio	8 (4,3%) (<i>n</i> = 186)
Doença renal crónica	11 (5,9%) (<i>n</i> = 186)
SAOS	30 (16,1%) (<i>n</i> = 186)
Obesidade	53 (29,3%) (<i>n</i> = 181)
Tabagismo:	
Nunca	40 (36,4%) (<i>n</i> = 110)
Fumador ativo	21 (19,1%) (<i>n</i> = 110)
Ex fumador	49 (44,5%) (<i>n</i> = 110)
Consumo de álcool	46 (65,7%) (<i>n</i> = 70)
Caracterização da FA	
Tipo de FA:	
Paroxística	102 (54,8%) (<i>n</i> = 186)
Persistente	83 (44,6%) (<i>n</i> = 186)
Persistente de longa duração	1 (0,5%) (<i>n</i> = 186)
Duração da FA (anos desde o diagnóstico)	2 (0–25) (<i>n</i> = 184)
Flutter auricular concomitante	20 (10,8%) (<i>n</i> = 186)
FA sintomática	166 (91,2%) (<i>n</i> = 182)
Classe EHRA basal:	
EHRA I	29 (15,9%) (<i>n</i> = 182)
EHRA II	88 (48,4%) (<i>n</i> = 182)

EHRA III	58 (31,9%) (<i>n</i> = 182)
EHRA IV	7 (3,8%) (<i>n</i> = 182)
História Clínica da FA	
Carga de FA (%)	21,9 (0–100) (<i>n</i> = 130)
Cardioversões elétricas prévias	97 (53,0%) (<i>n</i> = 183)
Internamentos prévios por FA	31 (16,8%) (<i>n</i> = 184)
Primeira ablação	154 (82,4%)
Reablação	33 (17,6%)
Estratificação de Risco Tromboembólico	
CHA ₂ DS ₂ -VA	2 (0–6)
Terapêutica Prévia	
Anticoagulação oral	179 (96,8%) (<i>n</i> = 185)
Tipo de anticoagulação oral:	
AVK	3 (1,7%) (<i>n</i> = 178)
DOAC	175 (98,3%) (<i>n</i> = 178)
Antiarrítmicos	142 (76,8%) (<i>n</i> = 185)
Classe antiarrítmicos:	
Classe Ic	56 (39,4%) (<i>n</i> = 142)
Classe III	86 (60,6%) (<i>n</i> = 142)
Nº Antiarrítmicos usados:	
0	43 (23,2%) (<i>n</i> = 185)
1	115 (62,2%) (<i>n</i> = 185)
≥2	27 (14,6%) (<i>n</i> = 185)
Falência de antiarrítmicos	19 (13,3%) (<i>n</i> = 143)
Ecocardiograma Pré-procedimento	
FEVE (%)	52,9 ± 12,4 (<i>n</i> = 117)
Diâmetro AE (mm)	43,8 ± 9,8 (<i>n</i> = 118)
Volume AE (ml)	90,6 ± 28,2 (<i>n</i> = 115)
Dilatação grave AE	61 (34,7%) (<i>n</i> = 176)
Valvulopatia significativa	19 (10,9%) (<i>n</i> = 175)

Resultados apresentados como média ± desvio padrão, mediana (min-máx) ou *n* (%), quando aplicável. O número de doentes (*n*) varia entre variáveis devido a dados em falta.

IMC = índice de massa corporal; AVC = acidente vascular cerebral; AIT = acidente isquémico transitório; SAOS = síndrome de apneia obstrutiva do sono; FA = fibrilhação auricular; EHRA = European Heart Rhythm Association; CHA₂DS₂-VA = score de risco tromboembólico; AVK = antagonistas da vitamina K; DOAC = anticoagulantes orais diretos; FEVE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo; AE = aurícula esquerda.

Tabela II - Características do procedimento.

Procedimento de Ablação	Total Doentes N = 187
Características do Procedimento	
Primeira ablação	154 (82,4%)
Reablação	33 (17,6%)
ETE pré-procedimento	41 (21,9%)
Ritmo no início do procedimento:	
Sinusal	113 (67,7%) (<i>n</i> = 167)
Fibrilhação auricular	47 (28,1%) (<i>n</i> = 167)
Flutter auricular	7 (4,2%) (<i>n</i> = 167)
Estratégia de Ablação	
PVI exclusivo	132 (79,0%) (<i>n</i> = 167)
PVI com lesões adicionais	35 (21,0%) (<i>n</i> = 167)
Ablação de flutter concomitante	21 (12,6%) (<i>n</i> = 167)
Eficácia Aguda	
Sucesso agudo ¹	186 (100,0%) (<i>n</i> = 186)
First-pass isolation	146 (88,0%) (<i>n</i> = 166)
CVE no final do procedimento	26 (15,6%) (<i>n</i> = 167)
Tempo de procedimento	
Tempo total de procedimento (min)	103,7 ± 49,2 (<i>n</i> = 179)
Tempo de fluoroscopia (min)	21,5 ± 9,1 (<i>n</i> = 179)

Resultados apresentados como n (%) ou média ± desvio-padrão, quando aplicável. O número de doentes (n) varia entre variáveis devido a dados em falta.

ETE = ecocardiograma transesofágico; PVI = pulmonary vein isolation (isolamento das veias pulmonares); CVE = cardioversão elétrica.

¹ Sucesso agudo definido como isolamento completo das veias pulmonares.

Tabela III - Tempos de procedimento e fluoroscopia por período cronológico.

Período cronológico	Tempo procedimento (min)	Tempo fluoroscopia (min)
1.º terço	95,5	23,7
2.º terço	103,7	20,6
3.º terço	111,9	20,3
p	0,691	0,05

Os valores são apresentados como média (minutos). A comparação entre os três períodos cronológicos foi efetuada através do teste de Kruskal–Wallis.

Tabela IV - Complicações e segurança da ablação por campo pulsado.

Complicações e Segurança do Procedimento	Total Doentes N = 187
Complicações	
Complicações globais (major ou minor)	10 (5,3%)
Complicações major	3 (1,6%)
Complicações minor	7 (3,7%)
Agudas (≤ 24 horas)	8 (4,3%)
Precoces (≤ 30 dias)	2 (1,2%) (<i>n</i> = 173)
Tardias (> 30 dias)	0 (0%) (<i>n</i> = 173)
Mortalidade intra-hospitalar	0 (0%)
Complicações Major	
Tamponamento cardíaco	1 (0,5%)
AVC	1 (0,6%) (<i>n</i> = 173)
Complicação vascular major	0 (0%)
Hemólise com lesão renal aguda	0 (0%)
Vasoespasma coronário	0 (0%)
Lesão do nervo frénico persistente	0 (0%)
EAM	0 (0%)
Fístula atrioesofágica	0 (0%)
Estenose das veias pulmonares	0 (0%)
Morte súbita	0 (0%)
Outras complicações major ¹	1 (0,5%)
Complicações Minor	
AIT	0 (0%)
Pericardite aguda	2 (1,1%)
Complicação vascular minor	5 (2,7%)
Lesão transitória do nervo frénico	0 (0%)
Hemólise sem necessidade de diálise	0 (0%)
Outcomes de segurança hospitalar	
Duração do internamento (dias)	1 (1-17)
Reinternamento até 30 dias	3 (1,7%) (<i>n</i> = 173)

Resultados apresentados como n (%) ou mediana (mín-máx), conforme aplicável. O número de doentes (n) varia entre variáveis devido a dados em falta. AVC = acidente vascular cerebral; EAM = enfarte agudo do miocárdio; AIT = acidente isquémico transitório.

¹Outras complicações major incluem lesão valvular iatrogénica (insuficiência tricúspide por rotura de corda tendinosa).

Tabela V - Eficácia e resultados clínicos após ablação por campo pulsado (continua na página seguinte).

Eficácia e Resultados Clínicos	Total Doentes N = 187
Follow-up Global	
Duração do follow-up (meses)	11,1 ± 6,1 meses (<i>n</i> = 173)
Cumprimento de follow-up	173 (92,5%)
Eficácia	
Sucesso primário ¹	133 (76,9%) (<i>n</i> = 173)
Livre de antiarrítmicos	99 (80,5%) (<i>n</i> = 123)
Com manutenção de antiarrítmicos	24 (19,5%) (<i>n</i> = 123)
Sucesso primário – FA paroxística	82 (85,4%) (<i>n</i> = 96)
Sucesso primário – FA persistente	50 (66,7%) (<i>n</i> = 75)
Carga FA follow-up (%)	0 (0–100) (<i>n</i> = 79)
Classe EHRA follow-up:	
EHRA I	144 (83,2%) (<i>n</i> = 173)
EHRA II	27 (15,6%) (<i>n</i> = 173)
EHRA III	2 (1,2%) (<i>n</i> = 173)
EHRA IV	0 (0%) (<i>n</i> = 173)
Recorrência	
Recorrência arrítmica ²	40 (23,1%) (<i>n</i> = 173)
Recorrência precoce (≤90 dias)	10 (5,8%) (<i>n</i> = 173)
Tipo de arritmia:	
Fibrilhação auricular	31 (67,4%) (<i>n</i> = 46)
Flutter auricular	15 (32,6%) (<i>n</i> = 46)
Taquicardia auricular	0 (0%) (<i>n</i> = 46)
Tempo até recorrência (meses)	8 (3-18) (<i>n</i> = 39)
Recorrência sintomática	27 (58,7%) (<i>n</i> = 46)
Terapêutica no Follow-Up	
Antiarrítmicos	41 (25,3%) (<i>n</i> = 162)
ACO	136 (84,5%) (<i>n</i> = 161)
Tempo até suspensão de ACO (meses)	7 (2–20) (<i>n</i> = 19)
Intervenções no Follow-up	
Cardioversão total	16 (9,2%) (<i>n</i> = 173)
Tipo cardioversão:	
Química	7 (4,0%) (<i>n</i> = 173)
Elétrica	9 (5,2%) (<i>n</i> = 173)
Reablação	14 (8,1%) (<i>n</i> = 173)

Tempo até reablação (meses)	8,5 (6–23) (<i>n</i> = 14)
Eventos Clínicos no Follow-up	
Hospitalização por FA/IC	3 (1,7%) (<i>n</i> = 173)
AVC/AIT	1 (0,6%) (<i>n</i> = 173)

Os resultados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão, mediana (min-máx) ou *n* (%), conforme aplicável. O número de doentes (*n*) varia entre variáveis devido a dados em falta.

FA = fibrilhação auricular; EHRA = European Heart Rhythm Association; ACO = anticoagulação oral; IC = insuficiência cardíaca; AVC = acidente vascular cerebral; AIT = acidente isquémico transitório.

¹Sucesso primário definido como ausência de recorrência documentada de FA, flutter ou taquicardia auricular com duração ≥ 30 segundos após o período de blanking e até ao final do follow-up, independentemente da utilização de terapêutica antiarrítmica.

²Recorrência arrítmica definida como ocorrência documentada de FA, flutter auricular ou taquicardia auricular com duração ≥ 30 segundos após o período de blanking de 90 dias

Tabela VI - Análise univariada dos preditores de recorrência arritmica.

Variável	Sem recorrência	Recorrência	n	p
Tipo de FA				
FA paroxística	82 (62,1%)	14 (35,9%)	171	0,004
FA persistente	50 (37,9%)	25 (64,1%)	171	0,004
HTA	83 (62,4%)	23 (59,0%)	172	0,698
SAOS	19 (14,3%)	9 (23,1%)	172	0,191
Dilatação grave AE	38 (30,4%)	18 (47,4%)	163	0,054
Duração da FA (anos)	3,12 ± 4,33	4,13 ± 4,48	171	0,068
IMC (kg/m ²)	28,58 ± 4,21	28,06 ± 3,31	147	0,51
FEVE (%)	54,18 ± 11,78	48,47 ± 13,09	111	0,031

Resultados apresentados como n (%) ou média ± desvio padrão, conforme aplicável. O valor de p refere-se à comparação entre doentes com e sem recorrência arritmica. n corresponde ao número de doentes com dados disponíveis para cada variável.

FA = fibrilhação auricular; HTA = hipertensão arterial; SAOS = síndrome de apneia obstrutiva do sono; AE = aurícula esquerda; IMC = índice de massa corporal; FEVE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo.

Tabela VII - Regressão logística multivariada para predição de recorrência arritmica.

Variável	OR	IC95%	p
FA persistente	2,86	1,10–7,41	0,031
FEVE (%)	0,97	0,93–1,00	0,081
Dilatação grave da AE	1,39	0,56–3,48	0,483
Duração da FA (anos)	1,05	0,95–1,17	0,359

Resultados da regressão logística multivariada para identificação de preditores independentes de recorrência arritmica após ablação por campo pulsado.

OR = odds ratio; IC95% = intervalo de confiança de 95%; FA = fibrilhação auricular; FEVE = fração de ejeção do ventrículo esquerdo; AE = aurícula esquerda.

Tabela VIII - Evolução da classe EHRA entre a avaliação basal e o follow-up.

Classe EHRA	Basal n (%)	Follow-up n (%)
I	29 (15,9)	144 (83,2)
II	88 (48,4)	27 (15,6)
III	58 (31,9)	2 (1,2)
IV	7 (3,8)	0 (0,0)

Resultados apresentados como n (%). A comparação entre a classificação EHRA basal e no follow-up foi realizada através do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, $p < 0,001$.

EHRA = European Heart Rhythm Association.

Tabela IX - Métodos de avaliação durante o follow-up.

Momento do follow-up	n avaliados	Clínico	ECG	Holter	Outros métodos*	Monitorização objetiva do ritmo†
3 meses	94	26 (27,7%)	57 (60,6%)	9 (9,6%)	1 (1,1%)	67 (71,3%)
6 meses	101	19 (18,8%)	55 (54,5%)	22 (21,8%)	5 (5,0%)	82 (81,2%)
12 meses	101	12 (11,9%)	42 (41,6%)	40 (39,6%)	7 (6,9%)	89 (88,1%)
>12 meses	39	9 (23,1%)	20 (51,3%)	7 (17,9%)	3 (7,7%)	30 (76,9%)
Qualquer momento do follow-up	173	—	—	—	—	158 (91,3%)

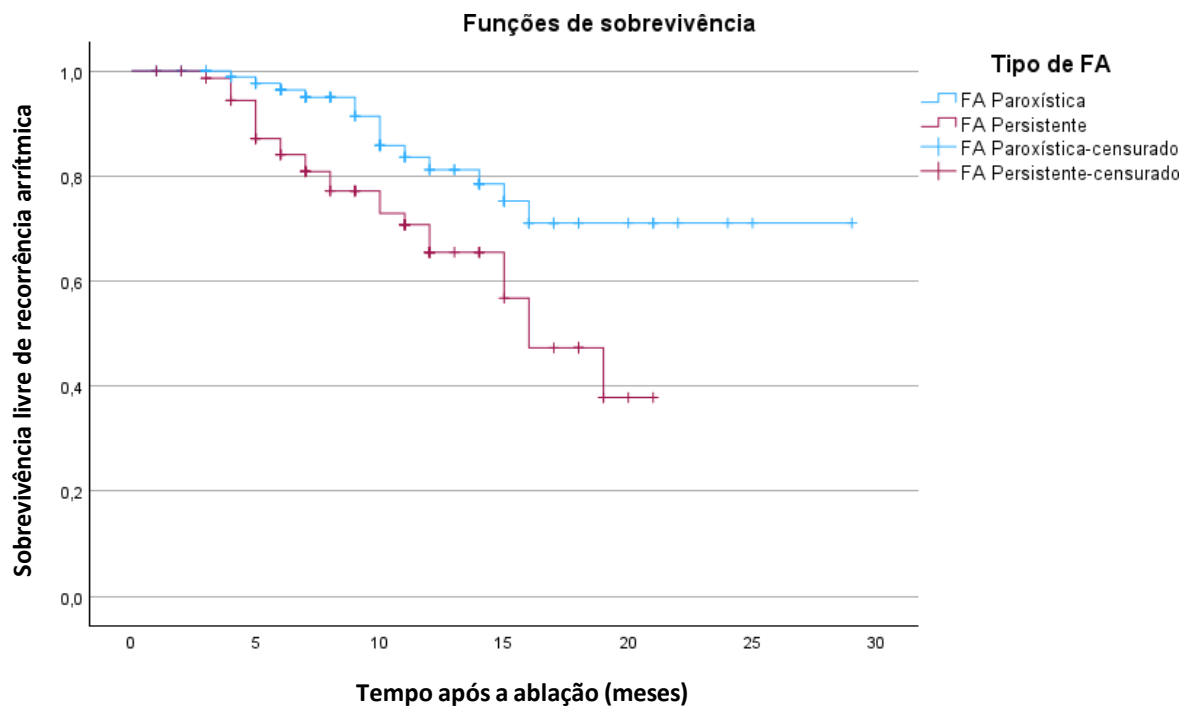
Os valores são apresentados como n (%) dos doentes avaliados em cada momento do follow-up.

* Registador de eventos, dispositivos implantáveis ou outros métodos de monitorização.

† Inclui ECG, monitorização Holter, registador de eventos e dispositivos implantáveis.

Apêndice 2 – Gráficos

Gráfico 1 - Curvas de Kaplan–Meier segundo o tipo de fibrilhação auricular.



Curvas de Kaplan–Meier de sobrevivência livre de recorrência arritmica após ablação por campo pulsado segundo o tipo de fibrilhação auricular. Os doentes com FA paroxística apresentaram uma probabilidade significativamente superior de permanecer livres de recorrência durante o follow-up quando comparados com os doentes com FA persistente (teste de Log-rank: $\chi^2 = 7,609$; $p = 0,006$).

Anexo

ANEXO A - Definição operacional das variáveis.

As variáveis incluídas no presente estudo foram previamente definidas de forma operacional, com base nas recomendações internacionais para registos de FA e na literatura recente sobre PFA. Quando disponíveis múltiplos registos, foi considerado o valor mais recente previamente ao procedimento ou, quando aplicável, o valor clinicamente mais relevante.

1. Dados demográficos e clínicos basais

- **Data de nascimento:** registada conforme processo clínico eletrónico.
- **Idade à data do procedimento:** calculada como a diferença entre a data do procedimento e a data de nascimento, expressa em anos completos.
- **Sexo:** classificado como masculino ou feminino.
- **Índice de massa corporal (IMC):** calculado como peso (kg) dividido pela altura ao quadrado (m^2), quando disponível.
- **Comorbilidades (hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, apneia do sono, doença coronária, insuficiência cardíaca, acidente vascular cerebral/acidente isquémico transitório prévio, doença renal crónica, obesidade):** consideradas presentes quando documentadas no processo clínico eletrónico ou quando existia terapêutica específica dirigida. A obesidade foi definida como $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ou diagnóstico clínico documentado.
- **Tabagismo:** categorizado como nunca fumou, fumador ativo e ex-fumador, de acordo com o registo clínico.
- **Consumo de álcool:** considerado presente quando existia registo de consumo habitual ou regular de álcool.

2. Caracterização da fibrilhação auricular

- **Tipo de FA:** classificada como paroxística, persistente ou persistente de longa duração, conforme registado no processo clínico.
- **Flutter auricular concomitante:** presença de flutter auricular em doentes com FA, documentado antes da ablação.
- **Data de diagnóstico da FA:** data do primeiro registo documentado de FA.
- **Duração da FA:** intervalo entre a data de diagnóstico e a data do procedimento, expresso em anos.
- **Sintomas prévios:** considerados presentes quando existia história documentada de sintomas atribuídos à FA em qualquer momento antes do procedimento.
- **Score EHRA basal:** classificado com base na sintomatologia registada no processo clínico, segundo a escala EHRA (*European Heart Rhythm Association*), com base na avaliação clínica mais recente previamente ao procedimento.

- **Carga de FA:** percentagem de tempo em FA em registo Holter ou método equivalente mais recente antes do procedimento.
- **Número de cardioversões elétricas prévias:** total de cardioversões elétricas documentadas antes da ablação.
- **Número de internamentos prévios por FA:** número total de episódios de internamento hospitalar por FA, considerados quando a duração da admissão foi igual ou superior a 24 horas e o motivo principal de internamento esteve diretamente relacionado com a arritmia, excluindo episódios de observação em serviço de urgência sem internamento formal.

3. Estratificação de risco e terapêutica prévia

- **Score CHA₂DS₂-VA:** calculado com base nas características clínicas registadas.
- **Anticoagulação oral (ACO) prévia:** considerada quando o doente se encontrava sob terapêutica anticoagulante antes da ablação.
- **Tipo de ACO:** classificado como antagonista da vitamina K (AVK) ou anticoagulante oral não antagonista da vitamina K (NOAC).
- **Fármaco ACO:** registado conforme processo clínico eletrónico.
- **Antiarrítmicos prévios:** considerados quando previamente utilizados antes da ablação.
- **Tipo de antiarrítmicos:** classificados de acordo com a classe farmacológica de Vaughan Williams.
- **Fármaco antiarrítmico:** identificado conforme registo no processo clínico eletrónico.
- **Número de antiarrítmicos:** número de fármacos antiarrítmicos aos quais o doente esteve previamente exposto antes da ablação.
- **Falência de antiarrítmicos:** definida como recorrência documentada de FA apesar de terapêutica antiarrítmica adequada ou necessidade de alteração terapêutica por ineficácia. Casos de suspensão por intolerância, efeitos adversos ou contraindicação não foram considerados como falência.
- **Efeitos adversos/toxicidade de antiarrítmicos:** considerada quando existia registo clínico documentado de efeitos adversos ou toxicidade atribuída à terapêutica antiarrítmica, que motivaram suspensão ou alteração do fármaco.
- **Terapêutica concomitante** (beta-bloqueador, verapamil/diltiazem digoxina, IECA/ARA/ARNI, estatina): considerados presentes quando documentados como medicação habitual no processo clínico eletrónico.

4. Dados ecocardiográficos

- **Aurícula esquerda:** avaliada através do diâmetro, volume ou volume indexado, conforme disponível no ecocardiograma mais recente prévio à ablação.

- **Dilatação grave da aurícula esquerda:** registada conforme classificação descrita no ecocardiograma mais recente prévio à ablação.
- **Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE):** valor percentual disponível no ecocardiograma mais recente prévio à ablação.
- **Valvulopatia significativa:** considerada presente quando descrita como moderada a grave no ecocardiograma mais recente prévio à ablação.
- **Pressão sistólica da artéria pulmonar:** valor estimado (mmHg) reportado no ecocardiograma mais recente prévio à ablação.

5. Dados eletrocardiográficos

- **Onda P, intervalo PR e duração do QRS:** medidos em milissegundos (ms) no ECG mais recente prévio à ablação.
- **Tipo de condução intraventricular:** classificado de acordo com a descrição eletrocardiográfica como normal, bloqueio de ramo direito, bloqueio de ramo esquerdo, bloqueio bifascicular, bloqueio fascicular anterior esquerdo, bloqueio fascicular posterior esquerdo ou distúrbio de condução intraventricular inespecífico.

6. Dados do procedimento

- **Data do procedimento:** registada conforme processo clínico eletrónico.
- **Primeira ablação vs reablação:** considerada reablação quando documentado qualquer procedimento prévio de ablação de FA, independentemente da técnica utilizada.
- **Número de ablações prévias:** número total de procedimentos prévios de ablação de FA.
- **Tipo de ablação:** caracterização da fonte de energia utilizada.
- **Tipo de anestesia:** classificado como anestesia geral ou sedação, conforme o relatório do procedimento.
- **Suspensão de anticoagulação:** considerada presente quando a anticoagulação foi interrompida antes do procedimento, segundo o plano peri-procedimento.
- **Uso de ecocardiograma transesofágico (ETE):** considerado presente quando foi realizado ecocardiograma transesofágico antes da ablação.
- **Mapeamento prévio:** considerado presente quando foi efetuado mapeamento eletroanatômico antes das aplicações.
- **Sistema de PFA utilizado:** classificado de acordo com o sistema tecnológico usado durante o procedimento de ablação de FA.
- **Número de aplicações nas veias pulmonares direitas/esquerdas:** número de aplicações dirigidas às veias pulmonares direitas e esquerdas.
- **Número total de aplicações:** total de aplicações realizadas durante o procedimento.

- **Tempo de procedimento:** duração total do procedimento, definida como o intervalo entre o início e o fim do procedimento, expressa em minutos (min).
- **Tempo de fluoroscopia:** tempo total de exposição fluoroscópica, em minutos (min).
- **Dose de radiação:** considerada pelo valor reportado de Dose Area Product ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$) e Air Kerma (mGy).
- **Estratégia de ablação:** classificada como isolamento exclusivo das veias pulmonares ou isolamento das veias pulmonares com realização de lesões adicionais.
- **Tipo de lesões adicionais:** classificado como ablação do istmo cavotricuspidéu, box da parede posterior, linha do istmo mitral/perimitral, *roof line* e outras lesões.
- **Utilização de nitratos na ablação do istmo mitral:** administração intraprocedimento de nitratos durante a ablação do istmo mitral, conforme documentado no relatório do procedimento.
- **Ablação de flutter concomitante:** realização de ablação de flutter auricular durante o mesmo procedimento de ablação de FA.
- **Tipo de flutter:** classificado como flutter típico (dependente do istmo cavotricuspidéu) ou flutter atípico, de acordo com informação no processo clínico.
- **Energia adicional utilizada:** classificada de acordo com a utilização de fontes adicionais de energia durante o procedimento, para além da ablação por campo pulsado (PFA), como nenhuma, radiofrequência ou crioablação.
- **Sucesso agudo:** definido como isolamento elétrico das quatro veias pulmonares no final do procedimento.
- **First-pass isolation:** considerado presente quando o isolamento elétrico das veias pulmonares foi obtido após a primeira aplicação, sem necessidade de reforço adicional.
- **Ritmo no início do procedimento:** classificado como ritmo sinusal, FA ou flutter, de acordo com o relatório do procedimento de ablação.
- **Cardioversão no final do procedimento:** considerada presente quando foi necessária cardioversão elétrica antes da conclusão da ablação, de acordo com o relatório do procedimento.
- **Operador:** registado conforme descrito no relatório de procedimento de ablação.

7. Internamento e segurança

- **Data da alta:** data em que o doente teve alta hospitalar.
- **Duração do internamento:** número de dias entre o procedimento e a alta hospitalar.
- **Complicações:** classificadas como agudas (até 24h), precoces (até 30 dias) e tardias (>30 dias).
- **Complicações *major e minor*:** definidas de acordo com a gravidade clínica e necessidade de intervenção. Complicações *major* incluem eventos com impacto clínico significativo, risco de vida ou necessidade de intervenção invasiva (p. ex. tamponamento cardíaco, acidente

vascular cerebral ou complicações vasculares *major*), enquanto complicações *minor* incluem eventos autolimitados ou de menor gravidade clínica que não requerem intervenção invasiva.

- **Reinternamento até 30 dias:** nova admissão hospitalar com duração igual ou superior a 24 horas no período até 30 dias após o procedimento.
- **Motivo reinternamento:** classificado de acordo com a causa clínica principal documentada no processo clínico eletrônico, incluindo complicações relacionadas com o procedimento de ablação, recorrência de arritmia, eventos tromboembólicos, insuficiência cardíaca ou outras causas.
- **Mortalidade intra-hospitalar:** morte ocorrida durante o mesmo internamento em que a ablação foi realizada.
- **Causa de morte:** classificada como cardiovascular ou não cardiovascular, de acordo com o processo clínico eletrônico.

8. Seguimento e eficácia

- **Sucesso primário do procedimento:** definido como ausência de recorrência documentada de FA, flutter ou taquicardia auricular com duração ≥ 30 segundos após o período de *blanking* e até ao final do follow-up, independentemente da utilização de terapêutica antiarrítmica.
- **Manutenção de terapêutica antiarrítmica após o período de *blanking*:** considerada presente quando o doente mantinha terapêutica antiarrítmica de classe I ou III após os 90 dias do procedimento de ablação e na última avaliação de follow-up.
- **Fármaco antiarrítmico:** identificado conforme registo no processo clínico eletrônico.
- **Manutenção de ACO:** considerada presente quando o doente permanecia sob anticoagulação na última avaliação de follow-up.
- **Fármaco ACO:** identificado conforme processo clínico eletrônico.
- **Data suspensão ACO:** data de interrupção da anticoagulação oral após o procedimento, quando aplicável.
- **Tempo até suspensão de ACO:** intervalo entre o procedimento e a interrupção da anticoagulação, expresso em meses.
- **Recorrência arrítmica:** presença documentada de fibrilhação auricular, flutter auricular ou taquicardia auricular com duração ≥ 30 segundos após o período de *blanking* de 90 dias.
- **Recorrência precoce:** recorrência ocorrida durante o período de *blanking* de 90 dias.
- **Recorrência tardia:** recorrência ocorrida após o período de *blanking* de 90 dias.
- **Data da 1ª recorrência:** data do primeiro episódio arrítmico documentado após o período de *blanking* de 90 dias.
- **Tempo até 1ª recorrência:** definido como o intervalo (meses) entre o procedimento de ablação e a primeira recorrência documentada após o período de *blanking* de 90 dias.

- **Tipo de recorrência:** FA, flutter ou taquicardia auricular, conforme descrito no processo clínico.
- **Recorrência sintomática:** considerada presente quando o episódio de recorrência documentada foi associado a sintomas referidos pelo doente.
- **Local de detecção da recorrência:** classificado de acordo com o contexto clínico em que a recorrência foi identificada, nomeadamente em consulta externa ou serviço de urgência.
- **Método de detecção da recorrência:** classificado de acordo com o meio de documentação da arritmia, incluindo avaliação clínica (sintomas com decisão médica, sem registo eletrocardiográfico no momento), ECG, monitorização Holter ou outro método de monitorização.
- **Sintomas pós-procedimento:** classificado com base na sintomatologia registada no processo clínico após a ablação, segundo a escala EHRA (*European Heart Rhythm Association*), com base na avaliação clínica mais recente no seguimento pós-procedimento.
- **Carga de FA pós-procedimento:** percentagem de tempo em FA em monitorização Holter ou método equivalente durante o follow-up.
- **Cardioversão durante o follow-up:** considerada presente quando foi realizada cardioversão após o procedimento de ablação, independentemente do método utilizado.
- **Tipo de cardioversão:** classificado como elétrica ou farmacológica, de acordo com o método utilizado.
- **Reablação durante o follow-up:** considerada presente quando foi realizado novo procedimento de ablação auricular durante o período de seguimento.
- **Data de reablação:** data do novo procedimento de ablação auricular realizado durante o follow-up, quando aplicável.
- **Tempo até reablação:** intervalo entre o procedimento *index* e a realização de reablação, expresso em meses.
- **Tipo energia utilizada na reablação:** classificado como radiofrequência, crioenergia ou campo pulsado, de acordo com a tecnologia utilizada no procedimento.
- **Hospitalização por FA ou IC durante follow-up:** ocorrência de episódios de internamento hospitalar após o procedimento, definidos como admissões com duração igual ou superior a 24 horas, com diagnóstico principal relacionado com FA ou IC, excluindo episódios de observação em serviço de urgência sem internamento formal.
- **Número de hospitalizações por FA ou IC:** total de episódios de internamento hospitalar relacionados com FA ou IC durante o período de follow-up.
- **AVC/AIT durante o follow-up:** ocorrência de evento neurológico isquémico documentado após a ablação, confirmado clinicamente e/ou por imagiologia cerebral.
- **Morte durante o follow-up:** considerada presente quando ocorreu morte durante o período de seguimento.

- **Causa de morte:** classificada como cardiovascular ou não cardiovascular, de acordo com a informação clínica disponível.
- **Data de morte:** data do óbito documentada no processo clínico.

9. Follow-up

- **Duração do follow-up:** intervalo entre o procedimento e a última observação clínica, expresso em meses.
- **Follow-up aos 3, 6 e 12 meses:** considerados quando existia avaliação clínica dentro de intervalos temporais pré-definidos e não sobrepostos: 3 meses (≥ 2 e < 5 meses), 6 meses (≥ 5 e < 9 meses) e 12 meses (≥ 9 e < 18 meses). Avaliações realizadas antes dos 2 meses pós-procedimento foram classificadas como follow-up precoce e não incluídas nas janelas formais de análise. Quando existiam múltiplas avaliações dentro da mesma janela temporal, foi considerada a avaliação mais próxima do tempo alvo de follow-up. Em caso de igual proximidade temporal, foi selecionada a avaliação mais completa do ponto de vista clínico.
- **Follow-up prolongado (>12 meses):** considerado quando existia pelo menos uma avaliação clínica após os 18 meses do procedimento, inclusive.
- **Número total de visitas:** número total de consultas e avaliações clínicas realizadas durante o período de follow-up.
- **Método de monitorização:** classificado em cada ponto de follow-up (3, 6, 12 meses ou posterior) de acordo com o método de deteção de arritmia utilizado nesse momento. Quando mais do que um método era realizado no mesmo ponto temporal, foi registado o método de maior sensibilidade diagnóstica (ECG, Holter, registador de eventos e outros). A categoria “outros” incluiu interrogação de dispositivos cardíacos implantáveis, como pacemaker, cardioversor desfibrilhador implantável (ICD), dispositivo de ressincronização cardíaca (CRT) e *loop recorder* (registador de eventos implantável).

Bibliografia

1. Jiao M, Liu C, Liu Y, Wang Y, Gao Q, Ma A. Estimates of the global, regional, and national burden of atrial fibrillation in older adults from 1990 to 2019: insights from the Global Burden of Disease study 2019. *Front Public Health*. 2023;11:1137230. doi:10.3389/fpubh.2023.1137230.
2. Li H, Song X, Liang Y, et al. Global, regional, and national burden of disease study of atrial fibrillation/flutter, 1990–2019: results from a global burden of disease study, 2019. *BMC Public Health*. 2022;22:2015. doi:10.1186/s12889-022-14403-2.
3. Cheng S, He J, Han Y, Han S, Li P, Liao H, Guo J. Global burden of atrial fibrillation/atrial flutter and its attributable risk factors from 1990 to 2021. *Europace*. 2024;26(7). doi:10.1093/europace/euae195.
4. Xie M, Zhao X, He B, Lian C, Zhao J, Li X, Lin Q. The burden of atrial fibrillation/atrial flutter in Europe from 1990 to 2021, with a forecast of incidence through 2044. *Front Cardiovasc Med*. 2025;12:1606024. doi:10.3389/fcvm.2025.1606024.
5. Scanavacca M, Pisani C. Impact of pulsed field ablation on atrial fibrillation. *Arq Bras Cardiol*. 2024;121(10). doi:10.36660/abc.20240565.
6. Huang J, Wu B, Qin P, Cheng Y, Zhang Z, Chen Y. Research on atrial fibrillation mechanisms and prediction of therapeutic prospects: focus on the autonomic nervous system upstream pathways. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1270452. doi:10.3389/fcvm.2023.1270452.
7. Mickiewicz K, Lisowska A, Knapp M. Cardiac fibrosis and atrial fibrillation. *Adv Hyg Exp Med*. 2022;76(1):307-314. doi:10.2478/ahem-2022-0035.
8. Leventopoulos G, Koros R, Travlos C, Perperis A, Chronopoulos P, Tsoni E, et al. Mechanisms of atrial fibrillation: how our knowledge affects clinical practice. *Life (Basel)*. 2023;13(6):1260. doi:10.3390/life13061260.
9. Tzeis S, Gerstenfeld EP, Kalman J, Saad EB, Sepehri Shamloo A, Andrade JG, et al. 2024 European Heart Rhythm Association/Heart Rhythm Society/Asia Pacific Heart Rhythm Society/Latin American Heart Rhythm Society expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2024;26(4). doi:10.1093/europace/euae043.
10. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-3414. doi:10.1093/eurheartj/ehae176.
11. Cui YK, Dong JZ, Du X, Hu R, He L, Jia CQ, et al. Comparison of prognosis and outcomes of catheter ablation versus drug therapy in patients with atrial fibrillation and stable coronary artery disease: a prospective propensity-score matched cohort study. *Clin Cardiol*. 2021;44(10):1422-1431. doi:10.1002/clc.23699.
12. Chander S, Kumari R, Luhana S, Shiwani S, Parkash O, Sorath F, et al. Antiarrhythmic drug therapy and catheter ablation in patients with paroxysmal or persistent atrial fibrillation:

a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2024;24(1):321. doi:10.1186/s12872-024-03983-z.

13. Saglietto A, Gaita F, De Ponti R, De Ferrari GM, Anselmino M. Catheter ablation vs. anti-arrhythmic drugs as first-line treatment in symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:664647. doi:10.3389/fcvm.2021.664647.
14. Natale A, Mohanty S, Goldstein L, Gomez T, Hunter TD. Real-world safety of catheter ablation for atrial fibrillation with contact force or cryoballoon ablation. *J Interv Card Electrophysiol.* 2021;60(3):445-452. doi:10.1007/s10840-020-00734-w.
15. Jackson LR 2nd, Holmqvist F, Parish A, Green CL, Piccini JP, Bahnson TD. Safety of continuous left atrial phased-array intracardiac echocardiography during left atrial ablation for atrial fibrillation. *Heart Rhythm O2.* 2022;3(6 Pt A):673-680. doi:10.1016/j.hroo.2022.08.001.
16. Iyengar SK, Iyengar S, Srivathsan K. The promise of pulsed field ablation and the challenges ahead. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1235317. doi:10.3389/fcvm.2023.1235317.
17. Chen S. Pulsed field ablation versus thermal energy ablation for atrial fibrillation: the pulse era is arriving. *J Interv Card Electrophysiol.* 2024;67(3):425-428. doi:10.1007/s10840-023-01689-4.
18. Guo F, Wang J, Zhou L, Wang Y, Jiang H, Yu L. Advances in the application of pulsed field ablation for arrhythmia treatment. *Cardiovasc Innov Appl.* 2023;8(1). doi:10.15212/CVIA.2023.0019.
19. Sullivan AP, Aguilar M, Laksman Z. Pulsed field ablation: a review of preclinical and clinical studies. *Bioengineering (Basel).* 2025;12(4):329. doi:10.3390/bioengineering12040329.
20. Simon R, Mehta NK, Shah KB, Haines DE, Linte CA. Toward a quasi-dynamic pulsed field electroporation numerical model for cardiac ablation: predicting tissue conductance changes and ablation lesion patterns. *Comput Cardiol.* 2022;49. doi:10.22489/CinC.2022.233.
21. Di Monaco A, Vitulano N, Troisi F, Quadrini F, Romanazzi I, Calvi V, et al. Pulsed field ablation to treat atrial fibrillation: a review of the literature. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2022;9(4):94. doi:10.3390/jcdd9040094.
22. Pierucci N, Mariani MV, Laviola D, Silvetti G, Cipollone P, Vernile A, et al. Pulsed field energy in atrial fibrillation ablation: from physical principles to clinical applications. *J Clin Med.* 2024;13(10):2980. doi:10.3390/jcm13102980.
23. Htay PN, Aung MH, Sin TM, Oo MTN, Han SS, Naing EN, et al. Pulsed field ablation: a systematic review. *Health Sci Rep.* 2025;8(5). doi:10.1002/hsr2.70439.
24. Sun M, Fu X, Gao J, Guo M, Yin W, Wang R. Pulsed field ablation for atrial fibrillation: clinical applications and research advances. *Front Cardiovasc Med.* 2025;12:1679578. doi:10.3389/fcvm.2025.1679578.

25. Verma A, Haines DE, Boersma LV, Sood N, Natale A, Marchlinski FE, et al.; PULSED AF Investigators. Pulsed field ablation for the treatment of atrial fibrillation: PULSED AF pivotal trial. *Circulation*. 2023;147(19):1422-1432. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.063988.
26. Reddy VY, Gerstenfeld EP, Natale A, Whang W, Cuoco FA, Patel C, et al.; ADVENT Investigators. Pulsed field or conventional thermal ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2023;389(18):1660-1671. doi:10.1056/NEJMoa2307291.
27. Reddy VY, Gerstenfeld EP, Schmidt B, Nair D, Natale A, Saliba W, et al.; ADVANTAGE-AF Investigators. Pulsed field ablation for persistent atrial fibrillation: 1-year results of ADVANTAGE AF. *J Am Coll Cardiol*. 2025;85(17):1664-1678. doi:10.1016/j.jacc.2025.03.515.
28. Lemoine MD, Fink T, Mencke C, Schleberger R, My I, Obergassel J, et al. Pulsed-field ablation-based pulmonary vein isolation: acute safety, efficacy and short-term follow-up in a multi-center real-world scenario. *Clin Res Cardiol*. 2023;112(6):795-806. doi:10.1007/s00392-022-02091-2.
29. Magni FT, Mulder BA, Groenveld HF, Wiesfeld ACP, Tieleman RG, Cox MG, et al. Initial experience with pulsed field ablation for atrial fibrillation. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:959186. doi:10.3389/fcvm.2022.959186.
30. Ekanem E, Neuzil P, Reichlin T, Kautzner J, van der Voort P, Jais P, et al. Safety of pulsed field ablation in more than 17,000 patients with atrial fibrillation in the MANIFEST-17K study. *Nat Med*. 2024;30(7):2020-2029. doi:10.1038/s41591-024-03114-3.
31. Vio R, Forlin E, China P. Recurrences after pulsed field ablation of atrial fibrillation: incidence, mechanisms, predictors, and comparison with thermal energy. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(5):817. doi:10.3390/medicina60050817.
32. Schaack D, Schmidt B, Tohoku S, Bordignon S, Urbanek L, Ebrahimi R, et al. Pulsed field ablation for atrial fibrillation. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2023;12. doi:10.15420/aer.2022.45.
33. Verma A, Hocini M, Andrade J, Gerstenfeld E, Kapa S, Lakkireddy D, et al. 2026 HRS/EHRA scientific statement on pulsed field ablation for cardiac arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2026. doi:10.1016/j.hrthm.2026.02.006.
34. Ekanem E, Reddy VY, Schmidt B, Reichlin T, Neven K, Metzner A, et al.; MANIFEST-PF Cooperative. Multi-national survey on the methods, efficacy, and safety on the post-approval clinical use of pulsed field ablation (MANIFEST-PF). *Europace*. 2022;24(8):1256-1266. doi:10.1093/europace/euac050.
35. Turagam MK, Neuzil P, Schmidt B, Reichlin T, Neven K, Metzner A, et al. Safety and effectiveness of pulsed field ablation to treat atrial fibrillation: one-year outcomes from the MANIFEST-PF registry. *Circulation*. 2023;148(1):35-46. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.064959.
36. Urbanek L, Schaack D, Bordignon S, Garattini D, Steyer A, Hirokami J, et al. Early recurrence predicts late recurrence in pulsed field ablation of atrial fibrillation even with modified

blanking period: outcomes from a 1000-patient cohort. *Europace*. 2025;27(Suppl 1):172. doi:10.1093/europace/eaaf085.172.

37. Bisignani A, Solimene F, Iacopino S, Polselli M, Dello Russo A, Tondo C, et al. Insight into early recurrences after pulsed-field ablation for atrial fibrillation: results from a multicenter experience. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2025;36(6):1323-1332. doi:10.1111/jce.16670.
38. Ruwald MH, Haugdal M, Worck R, Johannessen A, Hansen ML, Sørensen SK, et al. Characterization of durability and reconnection patterns at time of repeat ablation after single-shot pulsed field pulmonary vein isolation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2024;67(2):379-387. doi:10.1007/s10840-023-01655-0.
39. Boersma LVA, Natale A, Haines D, DeLurgio D, Sood N, Marchlinski F, et al. Prevalence, timing, and impact of early recurrence of atrial tachyarrhythmias after pulsed field ablation: a secondary analysis of the PULSED AF trial. *Heart Rhythm*. 2025;22(4):884-890. doi:10.1016/j.hrthm.2024.06.036.
40. Benali K, Vlachos K, Reddy VY, Verma A, Chun J, Andrade J, et al. Pulsed field ablation for atrial fibrillation in real-life settings: efficacy, safety, and lesion durability in patients with recurrences. *Heart Rhythm*. 2024;21(6):962-964. doi:10.1016/j.hrthm.2024.02.010.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR

