



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES
(PPGCARDIO)**

PATRICIA FEITOSA FROTA DOS REIS

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DO *STRAIN* DO ÁTRIO ESQUERDO EM PACIENTES
PORTADORES DE FIBRILAÇÃO ATRIAL ANTES E APÓS ABLAÇÃO.**

**Fortaleza
2025**

PATRICIA FEITOSA FROTA DOS REIS

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DO *STRAIN* DO ÁTRIO ESQUERDO EM PACIENTES
PORTADORES DE FIBRILAÇÃO ATRIAL ANTES E APÓS ABLAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cardiovasculares, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Cardiovasculares. Área de concentração: epidemiologia e manifestações clínicas das doenças cardiovasculares.

Orientador: Professor Dr. Ricardo Pereira Silva.

Co-orientador(a): Professora Dra. Sandra Nívea Saraiva Falcão dos Reis.

Fortaleza

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Reis, Patricia Feitosa Frota dos.

Avaliação da técnica do strain do átrio esquerdo em pacientes portadores de fibrilação atrial antes e após ablação. / Patricia Feitosa Frota dos Reis. – 2025.
48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Cardiovasculares, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Pereira Silva.

Coorientação: Profa. Dra. Sandra Nívea Saraiva Falcão dos Reis.

1. strain do átrio esquerdo. 2. fibrilação atrial. 3. ablação. I. Título.

CDD 616.1

PATRICIA FEITOSA FROTA DOS REIS

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DO *STRAIN* DO ÁTRIO ESQUERDO EM PACIENTES
PORTADORES DE FIBRILAÇÃO ATRIAL ANTES E APÓS ABLAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cardiovasculares, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Cardiovasculares. Área de concentração: epidemiologia e manifestações clínicas das doenças cardiovasculares.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Almino Cavalcante Rocha Neto.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Diego Bastos Porto.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo Luiz Campos Vieira.
Universidade de São Paulo (USP)

Prof(a). Dra. Sandra Nívea Saraiva Falcão dos Reis.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Almino Cavalcante Rocha Neto, Prof. Dr. Diego Bastos Porto, Prof. Dr. Marcelo Luiz Campos Vieira e Prof(a). Dra. Sandra Nívea Saraiva Falcão dos Reis pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Ricardo Pereira Silva e Prof(a) Dra. Sandra Nívea Saraiva Falcão dos Reis pelo tempo, dedicação e ensinamentos.

Aos pacientes entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas.

Aos colegas de profissão, em especial Dr. Pedro Yuri Paiva e Dr. Lucas Goyanna, pelo apoio, confiança e parceria no encaminhamento de pacientes.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

RESUMO

Introdução: A avaliação diastólica em pacientes portadores de fibrilação atrial (FA) é uma tarefa complexa. Por ser a arritmia mais comum mundialmente, afetando cerca de 2% da população, o *strain* do átrio esquerdo (AE) tem emergido como uma ferramenta valiosa na avaliação de pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada e FA. Esta técnica não invasiva, consegue caracterizar e quantificar a deformidade regional do AE, refletindo a complacência e possível fibrose do AE. Ele é composto pelo *strain* reservatório, condutância e contração. Essa tecnologia vem sendo analisada para prever resposta de sucesso para ablação de FA, associação com presença de trombo no apêndice atrial esquerdo, além da presença de FA incidental em paciente com AVC criptogênico. **Objetivo:** Comparar o *strain* do AE nos pacientes portadores de fibrilação atrial antes e após ablação. **Metodologia:** Foi conduzido um estudo de coorte prospectiva, no período de junho de 2023 a janeiro de 2025, no serviço de ecocardiografia do Hospital Oto Aldeota, Fortaleza/Ceará. Foram analisados os dados de pacientes referenciados ao serviço para realização de ecocardiograma transesofágico antes da ablação de FA. Foram avaliadas múltiplas variáveis ecocardiográficas: fração de ejeção pelo método de *Simpson*, função diastólica, ondas *e'* septal e *e'* lateral, velocidade máxima de esvaziamento no AAE, *strain* do AE (reservatório, condutância e contração) nos cortes apicais quatro e duas câmaras. Após três meses, as mesmas variáveis foram obtidas e comparadas. Para a análise das variáveis contínuas normais, as comparações entre dois grupos dependentes, foram feitas usando o teste *t* pareado. Para variáveis consideradas não normais, foi usado o teste de *Wilcoxon* e teste de *McNemar*, para comparações entre variáveis categóricas antes e após ablação. **Resultados:** Foram analisados 39 pacientes portadores de FA (61,5% FA paroxística e 38,5% FA persistente) antes e após a realização da ablação. Observou-se incremento estatisticamente significativo dos parâmetros do *strain* reservatório, condutância e contração após ablação e manutenção em ritmo sinusal. Foi evidenciado ainda melhora da função diastólica, com redução dos valores da relação *E/e'* e das ondas *e'* septal e *e'* lateral, além de redução do volume e diâmetro do AE e melhora dos valores do SGL do VE. **Conclusão:** O *strain* do AE é uma ferramenta valiosa nos pacientes portadores de FA, com uma melhora expressiva dos seus valores após reversão para ritmo sinusal e aumento dos seus valores relacionados a redução do volume do átrio esquerdo e melhora da função diastólica.

Palavras-chave: *strain* do átrio esquerdo, fibrilação atrial, ablação.

ABSTRACT

Introduction: Diastolic assessment in patients with atrial fibrillation (AF) is a complex task. As the most common arrhythmia worldwide, affecting approximately 2% of the population, left atrial *strain* has emerged as a valuable tool in evaluating patients with heart failure with preserved ejection fraction and AF. This non-invasive technique can characterize and quantify the regional deformation of the left atrium, reflecting its compliance and potential fibrosis. It is composed of reservoir *strain*, conduit *strain*, and contraction *strain*. This technology has been investigated to predict successful response to AF ablation, its association with the presence of thrombus in the left atrial appendage, and the occurrence of incidental AF in patients with cryptogenic stroke. **Objective:** To compare left atrial *strain* in patients with atrial fibrillation before and after ablation. **Methods:** A prospective cohort study was conducted between June 2023 and January 2025 at the echocardiography department of Hospital Oto Aldeota, Fortaleza, Ceará, Brazil. Data were analyzed from patients referred to the service for transesophageal echocardiography prior to AF ablation. Multiple echocardiographic variables were assessed: ejection fraction by Simpson's method, diastolic function, septal and lateral e' waves, peak emptying velocity in the left atrial appendage, left atrial *strain* (reservoir, conduit, and contraction) in apical 4- and 2-chamber views. After three months, the same variables were obtained and compared. For the analysis of continuous variables with normal distribution, comparisons between two dependent groups were performed using the paired t-test. For non-normally distributed variables, the Wilcoxon test was applied, and the McNemar test was used for comparisons between categorical variables before and after ablation. **Results:** Thirty-nine patients with AF (61.5% paroxysmal AF and 38.5% persistent AF) were analyzed before and after ablation. A statistically significant increase was observed in reservoir, conduit, and contraction *strain* parameters after ablation and maintenance of sinus rhythm. Improvement in diastolic function was also noted, with reductions in E/e' ratio and septal and lateral e' wave values, as well as reductions in left atrial volume and diameter and improvements in left ventricular global longitudinal *strain* values. **Conclusion:** Left atrial *strain* is a valuable tool in patients with AF, showing a marked improvement after restoration of sinus rhythm and increased values associated with reduced left atrial volume and improved diastolic function. **Keywords:** left atrial *strain*, atrial fibrillation, ablation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características basais dos pacientes com fibrilação atrial.

Tabela 2 - Parâmetros de estrutura, dimensões cardíacas e função sistólica antes e após ablação da fibrilação atrial.

Tabela 3 - Parâmetros de função diastólica e hemodinâmica antes e após ablação da fibrilação atrial.

Tabela 4 - Avaliação da função do *strain* do AE antes e após ablação da fibrilação atrial.

Tabela 5 - Avaliação da velocidade máxima do AAE em pacientes em ritmo sinusal e em ritmo de FA antes da ablação.

Tabela 6 - Avaliação de associação da velocidade máxima do AAE com os valores do *strain* do átrio esquerdo reservatório, condutância e contração.

Tabela 7 - Correlação entre a relação E/e' média com os valores de *strain* do átrio esquerdo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do protocolo do estudo.

Figura 2 - Box-plot com dispersão vertical representando parâmetros de dimensões cardíacas que tiveram mudanças significativas antes e após ablação da fibrilação atrial.

Figura 3 - Box-plot com dispersão vertical, representando parâmetros de função sistólica do VE que tiveram mudanças significativas, antes e após ablação da fibrilação atrial.

Figura 4 - Box-plot com dispersão vertical representando parâmetros de função diastólica e hemodinâmica que tiveram mudanças significativas antes e após ablação da fibrilação atrial.

Figura 5 - Box-plot com dispersão vertical representando as mudanças significativas da função do átrio esquerdo por *strain* do AE antes e após ablação da fibrilação atrial.

Figura 6 - Evolução do *strain* do AE condutância 4AC e 2AC antes e após ablação comparando pacientes em ritmo de FA vs. ritmo sinusal pré ablação.

Figura 7 - Evolução do *strain* do AE reservatório 4AC e 2AC antes e após ablação comparando pacientes em ritmo de FA vs. ritmo sinusal pré ablação.

Figura 8 - Média e desvio padrão do *strain* reservatório do AE em 4AC e 2AC por subgrupos de pacientes.

Figura 9 - Média e desvio padrão do *strain* condutância do AE em 4AC e 2AC por subgrupos de pacientes.

Figura 10 - Box-plot com dispersão vertical representando a comparação entre as velocidades máximas no AAE nos pacientes em ritmo sinusal e nos pacientes em ritmo de FA antes da ablação.

Figura 11 - Correlação entre a velocidade máxima no apêndice atrial esquerdo com os valores de *strain* no átrio esquerdo contração no corte 2AC.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Átrio esquerdo
AAE	Apêndice atrial esquerdo
ASE	Sociedade Americana de Ecocardiografia
AVC	Acidente vascular cerebral
CCS	Canadian Cardiovascular Society
DT	Tempo de desaceleração
EACVI	Associação Europeia de Imagem Cardiovascular
ECG	Eletrocardiograma
ECOTT	Ecocardiograma transtorácico
ECOTE	Ecocardiograma transesofágico
FA	Fibrilação atrial
FEVE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
IC	Insuficiência cardíaca
ICFEP	Insuficiência cardíaca de fração de ejeção preservada
NYHA	New York Heart Association
ROI	“Region of interest” – Região de interesse
SGL	<i>Strain</i> global longitudinal
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico
VE	Ventrículo esquerdo
2AC	Apical 2 câmaras
4AC	Apical 4 câmaras

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 Objetivo geral	18
3.2 Objetivos específicos:	18
4. MATERIAL E MÉTODO	19
4.1. Dados clínicos.....	20
4.2. Ecocardiograma	20
4.3. Ablação.....	22
4.4. Análise estatística	23
5. RESULTADOS.....	25
5.1. Resultados demográficos e clínicos	25
5.2. Resultados ecocardiográficos	27
6. DISCUSSÃO.....	41
7. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

A função diastólica do ventrículo esquerdo (VE) é caracterizada pela análise de três variáveis: relaxamento, *recoil* diastólico precoce e rigidez muscular, determinantes das pressões de enchimento ventricular (NAGUEH, 2020). O reconhecimento destas variáveis pode ser estimado por parâmetros ecocardiográficos, que somados, predizem a presença ou ausência de disfunção diastólica e posteriormente a graduação desta disfunção. As variáveis são: a relação E/A, e' septal e e' lateral, relação E/e', tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), volume do átrio esquerdo (AE), tempo de desaceleração (DT) da velocidade da onda E mitral, pico da velocidade do jato do refluxo tricúspide, relação da velocidade máxima da sístole e da diástole da veia pulmonar (relação S/D), duração da onda "a" reversa da veia pulmonar menos a duração da velocidade da onda A mitral (Ar – A), *strain* rate no tempo de relaxamento isovolumétrico (SR- TRIV), *strain* rate durante diástole precoce (SR-E) e *strain* do AE (NAGUEH, 2020).

A avaliação da função diastólica em pacientes com fibrilação atrial (FA) é frequentemente considerada uma tarefa desafiadora, exigindo a análise de variáveis ecocardiográficas adicionais além dos parâmetros convencionais. Por tratar-se da arritmia mais comum mundialmente, afetando cerca de 2% da população, além de impactar em taxas de acidente vascular encefálico (AVC), eventos tromboembólicos, insuficiência cardíaca (IC), além de baixa qualidade de vida (CAMELI *et al.*, 2016), é indispensável que o ecocardiografista empregue os mais diversos parâmetros quantitativos e qualitativos para definir a função diastólica. A Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) e a associação Europeia de Imagem Cardiovascular (EACVI), ressaltando a importância de se definir a função diastólica nesse grupo especial populacional, sugere a avaliação de alguns parâmetros: taxa de aceleração da onda E mitral $\geq 1,900\text{cm/s}^2$, TRIV $\leq 65\text{ms}$, DT da onda E $\leq 160\text{ms}$ (em pacientes com fração de ejeção reduzida), relação E/Tempo de desaceleração da velocidade diastólica da veia pulmonar $\geq 1,4$ e relação E/e' septal ≥ 11 (NAGUEH, 2020; NAGUEH *et al.*, 2016).

O *strain* do AE está se tornando uma valiosa ferramenta em investigação nos pacientes portadores de IC de fração de ejeção preservada e FA, estabelecendo diagnóstico e quantificação da disfunção diastólica, além das pressões de enchimento no VE (HAJI *et al.*, 2019). Esta é uma técnica não invasiva, independente de ângulo de alinhamento pelo Doppler, que consegue caracterizar e quantificar a deformidade regional do AE, refletindo a complacência e possível fibrose do AE (HOIT, 2018; KUPCZYNSKA *et al.*, 2017; NIELSEN

et al., 2020; VIEIRA *et al.*, 2014). O parâmetro mais utilizado na maioria dos estudos é o *strain* longitudinal do AE, obtido a partir da janela apical de quatro câmaras (4AC) isolado ou combinado com a janela apical de duas câmaras (2AC), através do rastreamento de imagens acústicas (*speckles*), *frame por frame*, gerados pela interação do miocárdio com o ultrassom em uma determinada região de interesse (ROI) (HOIT, 2018)). Já o *strain rate* determina a velocidade com que a deformidade ocorre (TODARO *et al.*, 2012). A deformidade cíclica sofrida pelo AE é dividida em três fases:

- Reservatório: fase que consiste entre o fechamento e abertura da valva mitral (sístole ventricular). Corresponde a 40% do volume sistólico.
- Condutância: fase que consiste entre a abertura da valva mitral até o período de diástase, antes da contração atrial (diástole ventricular precoce). Corresponde a 35% do volume sistólico.
- Contração atrial (*booster*): início da contração do AE até fechamento da valva mitral (diástole ventricular tardia) (BADANO *et al.*, 2018). Corresponde a 25% do volume sistólico.

Os valores de *strain* do AE são classificados por cada fase do ciclo, sendo o valor do *strain* reservatório positivo e os valores do *strain* de condutância e de contração negativos, fornecidos em porcentagem (TODARO *et al.*, 2012). O *strain* reservatório é o que possui maior evidência científica de utilidade prognóstica na maioria dos estudos (FREED *et al.*, 2016). O valor de referência do ponto zero para o cálculo do *strain* mais utilizado é o fim da diástole (correspondendo a onda R pelo eletrocardiograma), o que favorece avaliar o *strain* tanto em pacientes em ritmo sinusal como em FA, além de ser uma facilidade no cálculo do *strain* reservatório (corresponde ao pico sistólico positivo) (BADANO *et al.*, 2018).

Após o surgimento mais abrangente de *softwares* ecocardiográficos direcionados a função do AE, foi publicado um documento britânico, em 2024, sobre análise diastólica sugerindo a incorporação do *strain* do AE reservatório menor que 16% como critério adjunto na avaliação das pressões de enchimento do VE em pacientes portadores de FA, além dos critérios já previstos em consensos anteriores (ROBINSON *et al.*, 2024). A última diretriz sobre avaliação diastólica publicado pela ASE havia sido em 2016, com atualização recente em julho de 2025, englobando e incluindo também o *strain* do AE como ferramenta adjuvante no diagnóstico de disfunção diastólica nos pacientes portadores de FA (NAGUEH *et al.*, 2025).

Pathan *et al.* realizaram uma metanálise de trinta e dois estudos com análise do *strain* do AE reservatório, condutância e contração em pacientes saudáveis, com o intuito de estabelecer valores de referência do *strain* do AE. Os valores encontrados foram: reservatório entre 27,6% e 59,8%, condutância entre 15,7% e 33,4% e contração entre 14 e 25%. Não houve diferença estatística nos valores absolutos do exame ao comparar estudos que analisaram valor de referência para cálculo do *strain* do AE a onda “R” ou a onda “P” da monitorização eletrocardiográfica. Tampouco houve diferença estatística ao realizar o cálculo com somente imagens ecocardiográficas bidimensionais na janela 4AC ou a junção das imagens de 4AC e 2AC, além de não ter sido observado diferenças entre aparelhos da marca GE e não GE. Houve ainda tendência de redução dos valores do *strain* após a sexta década de vida e em pacientes obesos (PATHAN *et al.*, 2017).

A variação do volume do AE e do *strain* do AE são preditores independentes de desfechos em pacientes com insuficiência cardíaca de fração de ejeção preservada (ICFEP). Porém, pouco é conhecido sobre o impacto prognóstico do *strain* do AE e das pressões de enchimento do VE em pacientes com FA (DONAL *et al.*, 2016; NAGUEH *et al.*, 2020). A persistência em ritmo de FA predispõe a fibrose e ao remodelamento do AE, acarretando a redução de complacência, maior diâmetro e volume de cavidade e piora do *strain* e *strain rate* do AE (NIELSEN *et al.*, 2020).

Com base nas evidências mais recentes, há recomendações cada vez mais robustas em favor da manutenção do ritmo sinusal em pacientes com FA, priorizando-se o uso de antiarrítmicos e procedimentos como a ablação, em detrimento da estratégia exclusiva de controle da frequência cardíaca. A permanência em ritmo sinusal está associada à redução de eventos cardiovasculares maiores. É descrito na literatura uma elevada recorrência de FA após realização de ablação, com taxas de sucesso entre 50% a 80%. Nesse contexto, diversos fatores têm sido investigados como preditores de sucesso da ablação ou de recorrência da FA, destacando-se, entre eles, a crescente valorização da avaliação funcional do AE, especialmente por meio da análise do *strain* atrial, ferramenta que permite caracterizar o remodelamento atrial (YU *et al.*, 2022).

Nielsen *et al.* (2020) analisaram, através de uma metanálise com doze estudos, determinadas características ecocardiográficas implicadas na recorrência de FA após ablação por um período mínimo de seguimento de seis meses. Surpreendentemente, não houve

associação significativa através da análise dos valores de base do volume do AE, relação E/e' ou fração de ejeção do VE. Em contrapartida, os valores do *strain* do AE foram significativamente mais baixos em pacientes com recorrência de FA após ablação, em relação aos pacientes que se mantiveram em ritmo sinusal. Após análise pós ROC, o *strain* do AE menor que 12,8% foi o valor associado a maior recorrência de FA, com uma sensibilidade de 80% e especificidade de 87%. O *strain* do AE maior que 20,5% foi o valor associado a maior chance de manutenção em ritmo sinusal, com uma sensibilidade de 76% e uma especificidade de 81%.

Um estudo retrospectivo, com oitenta e sete pacientes, analisou fatores associados à presença ou ausência de trombo AAE. Foi observado que os pacientes com presença de trombo no AAE apresentavam menor FEVE (principalmente FEVE<40%) e menores valores de *strain* do AE reservatório e condutância. Os pacientes sem a presença de trombo no AE apresentavam maiores valores de *strain rate* (KUPCZYNSKA *et al.*, 2017). Em pacientes com histórico de AVC criptogênico, sem diagnóstico de FA documentado, foi observado uma melhor correlação com o surgimento de FA quando analisados em conjunto os parâmetros clássicos do ecocardiograma transtorácico (ECOTT) e transesofágico (ECOTE) com o *strain* longitudinal global (SGL) do VE e *strain* do AE reservatório e contração atrial, além de atuarem como parâmetros independentes do surgimento de FA (PATHAN *et al.*, 2017). Em publicações realizadas em décadas passadas, a avaliação anatômica (volume máximo do AE) era um dos grandes preditores de desfechos cardiovasculares e estratificação de risco em pacientes portadores de FA. A partir de estudos mais recentes, fica evidente a demonstração do *strain* do AE na avaliação da função do AE, com informações prognósticas e mais preponderantes que a avaliação anatômica do AE isolada (HIROSE *et al.*, 2012; HOIT, 2018; KAWAKAMI *et al.*, 2020).

A avaliação do *strain* do AE se mostrou valiosa mesmo em pacientes portadores de FA de longa permanência (duração de FA maior que 1 ano) que foram submetidos a ablação via cateter ou por cirurgia. Khan *et al.* avaliaram oitenta e três pacientes submetidos à intervenção e observaram grande redução nos volumes máximo e mínimo do AE e aumento nos valores de *strain* reservatório e condutância do AE. Naqueles pacientes que permaneceram em ritmo sinusal após três e seis meses do procedimento, houve incremento dos valores de *strain* reservatório e contração do AE em relação aos pacientes que permaneceram em ritmo de FA, fato não observado com os valores de *strain* condutância do AE. Após análise multivariada, o

único fator independente de recorrência de FA foi o *strain* condutância do AE, com valores acima de 7,7% associados a 70,8% de taxas livres de recorrência de FA em 1 ano e valores abaixo de 7,7% com taxas de somente 18,8%. Diferentemente do estudo de Nielsen *et al.* (2020), pacientes com recorrência de FA apresentaram maiores valores da relação E/e', sugerindo relação entre aumento das pressões de enchimento do VE e recorrência de arritmia (KHAN *et al.*, 2023).

Esta técnica está mais em evidência nos últimos dez anos, com estudos demonstrando seu papel na análise do risco de fibrilação atrial como etiologia de AVC criptogênico. Foram analisados 3.031 pacientes, a partir da metanálise de treze estudos observacionais, com diagnóstico de AVC criptogênico. Os pacientes que desenvolveram FA possuíam menores valores de *strain* reservatório, condutância e contração atrial do AE. Essa metanálise demonstra como a ferramenta é válida para um seguimento mais próximo destes pacientes com valores de base mais baixos de *strain*, com indicação até mesmo de um *looper* para monitorização e indicação mais precoce de anticoagulação (HASSIB *et al.*, 2023).

Uma adequada investigação da função diastólica tem impacto direto no diagnóstico, na conduta terapêutica e no prognóstico dos pacientes com FA. Com base em evidências mais recentes sobre o uso do *strain* do AE como ferramenta complementar à avaliação diastólica, observa-se uma lacuna importante na literatura, especialmente no contexto da FA. A maior parte dos estudos disponíveis ainda é retrospectiva e utiliza softwares originalmente desenvolvidos para análise do *strain* do VE, o que limita a padronização da técnica. Nesse contexto, torna-se relevante explorar o comportamento do *strain* do AE em pacientes submetidos à ablação, buscando compreender as alterações funcionais à curto prazo e como esses parâmetros se correlacionam com outras medidas ecocardiográficas funcionais, como a velocidade máxima do fluxo no apêndice atrial esquerdo.

2. JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

A análise precisa da função diastólica é essencial na abordagem clínica dos pacientes com FA, impactando diretamente no diagnóstico, na escolha terapêutica e na definição do prognóstico. A ablação por cateter representa uma das principais estratégias terapêuticas atuais, com potencial para restaurar o ritmo sinusal e promover remodelamento reverso do AE. Nos últimos anos, o uso do *strain* do AE tem ganhado destaque por oferecer informações funcionais adicionais, especialmente em casos em que a avaliação convencional apresenta limitações. Apesar disso, ainda há pouca padronização em relação ao uso dessa técnica em pacientes com FA, sendo a maioria dos estudos retrospectivos e baseada em softwares inicialmente desenvolvidos para o VE. Além disso, a correlação entre o *strain* do AE e parâmetros funcionais do AAE, como a velocidade máxima de esvaziamento, permanece pouco explorada. Esses dados poderiam refletir de forma mais acurada a recuperação funcional do AE e do AAE, com potencial utilidade na prática clínica. Diante desse cenário, este estudo se propõe a comparar os valores do *strain* do AE antes e após a ablação da FA, bem como correlacioná-los com a velocidade máxima do fluxo no AAE, contribuindo com dados adicionais para a compreensão da recuperação funcional atrial após o procedimento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Comparar o *strain* do AE nos pacientes portadores de FA antes e após ablação.

3.2 Objetivos específicos:

1. Verificar a melhora da função diastólica após ablação da FA.
2. Correlacionar valores do *strain* do AE com a velocidade máxima de AAE (função do AAE).

4. MATERIAL E MÉTODO

Foi conduzido um estudo de coorte prospectiva, no período de junho de 2023 a janeiro de 2025, no serviço de ecocardiografia do Hospital Oto Aldeota, Fortaleza/Ceará. Durante o estudo, não houve perda de participantes, garantindo que todos os pacientes que iniciaram a pesquisa completaram os exames e a coleta de dados. A pesquisa foi conduzida em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela Declaração de Helsinque e as diretrizes da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, com aprovação prévia do Comitê de Ética em Pesquisa (número CAAE: 76075923.1.0000.5054).

O estudo incluiu pacientes com indicação de ablação de FA não valvar pelo médico assistente e referenciados ao serviço para realização de ECOTE como protocolo pré procedimento.

Os critérios de inclusão foram: idade ≥ 18 anos; ambos os sexos, diagnóstico de FA persistente (duração de FA maior que 7 dias e menor que 1 ano) ou paroxística (duração de FA menor que 7 dias) com indicação de ablação; documentação objetiva de ritmo pelo eletrocardiograma 12 derivações (ECG) e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios de exclusão foram: disfunção sistólica do VE, definida por FEVE $< 50\%$, doença valvar associada importante (estenose ou insuficiência); presença de trombo no AAE, gestantes e lactantes; janela ecocardiográfica inadequada (impossibilidade de visualização adequada de dois ou mais segmentos contíguos), doença cardíaca congênita; fase aguda de infarto do miocárdio e recusa do paciente em participar do estudo.

O protocolo do estudo consistiu em duas etapas, uma pré ablação (cerca de dois dias antes do procedimento) e uma pós ablação, após três meses do procedimento, período considerado de maior instabilidade elétrica atrial.

Na etapa pré ablação foi realizado a coleta de dados clínicos, registro dos exames realizados previamente para diagnóstico da FA (ECG de 12 derivações e holter de 3 canais digitais por 24 horas), que fazem parte da rotina institucional pré ablação. Nessa etapa, os pacientes foram submetidos ao ECOTT e ECOTE. Após o período de três meses, o paciente foi convidado para comparecer ao serviço de ecocardiografia do Hospital Oto Aldeota, a fim de realizar novamente o ECOTT, o holter digital de 3 canais por 24 horas e o ECG de 12 derivações, compondo a etapa de avaliação pós-ablação.

4.1.Dados clínicos

Os dados clínicos dos pacientes foram coletados tanto durante a entrevista antes da realização do ECOTE e ECOTT antes da ablação da arritmia, quanto através do prontuário eletrônico. Foram adquiridos os seguintes dados clínicos: idade, sexo, tempo entre o diagnóstico de FA e a indicação de ablação, comorbidades (questionados quanto a presença de hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, dislipidemia, obesidade, tabagismo ou uso prévio de tabaco, doença pulmonar obstrutiva pulmonar, doença renal crônica, AVC, infarto agudo do miocárdio prévio, cirurgia de revascularização do miocárdio e neoplasia), uso de medicações de uso domiciliar (beta bloqueador, bloqueador do canal de cálcio, amiodarona, anticoagulante, antiagregante plaquetário, estatina, inibidor da enzima conversora de angiotensina (IECA), bloqueador do receptor de angiotensina (BRA) e antidiabéticos orais), classe funcional de insuficiência cardíaca (classificação funcional de *New York Heart Association - NYHA*) e de angina (classificação funcional de *Canadian Cardiovascular Society - CCS*), além da quantificação dos escores CHA₂DS₂- VASc e HAS-BLED.

4.2.Ecocardiograma

Os pacientes foram submetidos a realização de ECOTT e ECOTE, com equipamento modelo CX50 Philips, equipado com sonda M5S para realização do ECOTT e sonda 3D X8-2T para realização do ECOTE, sempre pelo mesmo operador. Antes da ablação foi realizado tanto o ECOTT quanto ECOTE e após ablação foi realizado somente o ECOTT.

Todos os exames foram realizados por um único ecocardiografista, com experiência e treinamento adequados, conforme as diretrizes da ASE. Foram obtidos imagens e vídeos por ecocardiografia convencional, em escala bidimensional, com *frame rate* de 60-80Hz. O ECOTT foi realizado com o paciente posicionado em decúbito lateral esquerdo, monitorizado com eletrocardiograma. Os seguintes cortes ecocardiográficos foram obtidos: paraesternal eixo longo e eixo curto, apical 4 câmaras (4AC), apical 2 câmaras (2AC) e apical 3 câmaras (3AC). *Loops* foram armazenados digitalmente e analisados posteriormente em formato de *DICOM*, de forma *off-line* pelo programa Qlab, Philips.

O ECOTE foi realizado com o paciente em jejum de 6 a 8 horas e monitorizado continuamente (frequência cardíaca, saturação de oxigênio e pressão arterial), posicionado em decúbito lateral esquerdo. O paciente foi submetido a anestesia tópica da orofaringe com

lidocaína spray e sedação superficial, acompanhado de assistência anestésica. O transdutor transesofágico, após lubrificação adequada, foi introduzido pela cavidade oral até o esôfago, alcançando profundidade de 30 a 40 cm da arcada dentária. Todos os exames transcorreram sem intercorrências. Foram analisadas as seguintes variáveis durante o exame do ECOTE: velocidade máxima de esvaziamento do AAE, análise visual detalhada de toda a morfologia do AAE nos ângulos 0, 45, 90 e 135 graus, com intuito de excluir a presença de trombo no AAE.

Foram obtidas as seguintes variáveis durante o exame do ECOTT: FEVE (método *Simpson* – reconstrução biplanar 2D e método *Teicholz*), volume do AE indexado para a superfície corpórea (somatória de disco biplanar nas janelas 4AC e 2AC), diâmetro do AE, diâmetro diastólico do VE, diâmetro sistólico do VE, espessura do septo interventricular, espessura da parede posterior do VE, diâmetro do ventrículo direito, pressão sistólica da artéria pulmonar (PSAP), velocidade máxima no AAE, velocidades TDI da onda E' septal e E' lateral do anel da valva mitral, relação E/e', SGL do VE, *strain* do AE reservatório, *strain* do AE contração e *strain* condutância do AE, obtidos isoladamente nos cortes 4AC e 2AC. Nos pacientes em ritmo de FA, a análise foi feita mediante análise 5 batimentos cardíacos consecutivos. Nos pacientes em ritmo de FA, não foi contabilizado os valores do *strain* do AE contração, devido à ausência de onda p nestes pacientes. Todas as medidas foram obtidas conforme regras da diretriz da ASE (LANG *et al.*, 2015).

A avaliação da função diastólica foi realizada através da análise das velocidades de fluxo transmitral, utilizando o Doppler pulsátil na janela 4AC. O volume amostral foi posicionado entre as cúspides da valva mitral durante a diástole, com o feixe de Doppler perpendicular ao anel mitral. As medições foram feitas no final da expiração, durante a respiração normal, para obter a relação E/A e o DT. Foram registrados os valores de velocidade das ondas E e a (quando em ritmo sinusal).

A velocidade da onda e' foi obtida pelo Doppler tecidual, com o volume da amostra localizado entre 1 e 2mm acima do anel mitral na janela 4AC. Para o cálculo da relação E/e', foi feita uma média das velocidades da onda e' dos segmentos septal e lateral do anel mitral.

A massa ventricular esquerda foi calculada utilizando a fórmula da ASE, corrigida pela convenção de Penn. O cálculo envolve medidas do diâmetro diastólico do VE, da espessura do septo interventricular e da espessura da parede posterior. O índice de massa ventricular esquerda (IMVE) é então obtido dividindo-a pela área de superfície corporal.

A PSAP foi estimada pela soma da velocidade máxima do refluxo tricúspide e a pressão estimada do átrio direito. Esta última foi calculada com base no diâmetro e na variação inspiratória da veia cava inferior.

A técnica empregada para análise do *strain* do AE foi o *speckle tracking*. O valor de base zero para cálculo do *strain* foi o “QRS”. Os vídeos das janelas 4AC e 2AC foram armazenadas e processadas *off line* no programa Qlab. O contorno do AE foi tracejado manualmente e ajustado a região de interesse (*ROI*) de acordo com a espessura da parede da câmara, evitando contorno das veias pulmonares e do AAE, tanto durante a sístole quanto na diástole. Em alguns casos, com qualidade insuficiente do tracejado, houve ajustes manuais posteriormente. O programa calcula automaticamente a deformidade de cada segmento do AE, divididos automaticamente em seis segmentos, tanto em 4AC quando em 2AC, sendo avaliado a média entre todas as regiões. Foram registrados os valores das médias de todos os seguimentos do *strain* global do AE reservatório, *strain* global do AE condutância e *strain* global do AE contração tanto no corte 4AC quanto 2AC.

4.3.Ablação

O procedimento foi realizado com a monitorização e registro dos sinais elétricos em polígrafo de 32 canais e empregada anestesia geral após avaliação eletrofisiológica convencional. Acesso através da punção da veia femoral direita e esquerda, com emprego de cateter decapolar para detecção dos potenciais elétricos do anel atrioventricular esquerdo e do átrio esquerdo, com posterior acesso ao átrio esquerdo através de punção transeptal guiada por fluoroscopia. Realizado anticoagulação sistêmica com emprego de heparina em infusão contínua, mantida durante todo o procedimento. A temperatura esofágica foi monitorada com o emprego de termômetro esofágico. O procedimento foi guiado através do mapeamento eletroanatômico (*Carto – Biosense Webster*), para avaliação de possíveis cicatrizes no AE. Sendo assim realizado isolamento circunferencial das veias pulmonares direitas e esquerdas. Realizado também linha de bloqueio bidirecional ao longo do istmo cavo-tricuspídeo.

Os pacientes permaneceram em tratamento clínico medicamentoso e seguimento ambulatorial, conforme orientação do seu médico assistente, independente do estudo clínico. O fluxograma do protocolo do estudo está descrito na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do protocolo do estudo.



Fonte: Elaboração própria. ECG 12D = eletrocardiograma de 12 derivações. ECOTT = ecocardiograma Transtorácico. ECOTE = ecocardiograma transesofágico.

4.4. Análise estatística

O cálculo amostral foi feito baseado em estudos prévios, objetivando um nível de significância de 5% (alfa) e poder estatístico de 80% (1 – beta). Estimou-se a necessidade de pelo menos 35 pacientes. As variáveis categóricas foram apresentadas como contagens e frequência relativa em porcentagem. As variáveis contínuas foram avaliadas primeiramente quanto à normalidade, usando teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, bem como analisando gráficos Q-Q, histogramas, assimetria, curtose e medidas de dispersão. Variáveis consideradas normais foram apresentadas como média \pm desvio padrão e não normais como mediana e amplitude interquartil.

Para variáveis contínuas normais, as comparações entre dois grupos dependentes (antes e após ablação) foram feitas usando o teste *t* pareado. Para variáveis consideradas não normais foi usado o teste de *Wilcoxon*. Além disso, foi usado o teste de *McNemar* para comparações entre variáveis categóricas antes e após ablação. Por fim, análises de correlação entre variáveis contínuas foram realizadas usando o rho de *Spearman*. Os valores de interpretação do coeficiente de correlação de *Spearman* foram os seguintes:

- **0,00 a 0,19:** correlação muito fraca ou inexistente.
- **0,20 a 0,39:** correlação fraca.
- **0,40 a 0,59:** correlação moderada.

- **0,60 a 0,79:** correlação forte.
- **0,80 a 1,00:** correlação muito forte.

Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Os dados foram analisados pelo software R (v4.3.1; *R Core Team* 2021). Todos os dados foram incluídos na análise estatística, inclusive os *outliers*.

5. RESULTADOS

Foram incluídos 39 pacientes, sendo 61,5% com FA paroxística e 38,5% com FA persistente. Todos os pacientes incluídos apresentavam AAE livre de trombos, conforme avaliação por ECOTE, critério essencial para a realização segura do procedimento.

5.1. Resultados demográficos e clínicos

A maioria dos pacientes analisados foi do sexo masculino (71%), com uma média de idade de 63 anos. Dos 39 pacientes, 15 (38,5%) pacientes estavam em vigência de ritmo de FA durante a realização do ECOTE antes do procedimento, e somente 1 (2,5%) paciente manteve-se em ritmo de FA mesmo após ablação. Cerca de 2/3 dos pacientes eram hipertensos (67%), 38% diabéticos, 36% dislipidêmicos e 23% obesos. A maioria dos pacientes eram assintomáticos ou oligossintomáticos. Somente 12% referiram angina CCS2 e 26% dispneia NYHA II. Os pacientes estavam, em sua maioria, em uso de cronotrópico negativo: beta bloqueador (79%), bloqueador do canal de cálcio (23%) e amiodarona (36%). Todos os pacientes vinham em uso de anticoagulação. Os dados encontram-se expressos na tabela 1.

Tabela 1 – Características basais dos pacientes com fibrilação atrial.

Características basais	Número de pacientes (N = 39)
Sexo	
Feminino	11 (28,2%)
Masculino	28 (71,8%)
Idade (anos)	63,1 ± 14,6
Tipo de Fibrilação Atrial	
paroxística	24 (61,5%)
persistente	15 (38,5%)
Escalas de risco	
<i>CHA₂DS₂-VASc</i>	
<2	23 (59,0%)
≥2	16 (41,0%)
<i>HAS-BLED</i>	
<3	37 (94,9%)
≥3	2 (5,1%)
Tempo desde diagnóstico da FA (meses)	12 (6,0 – 24,0)

Tabela 1 – Características basais dos pacientes com fibrilação atrial (continuação).

Características basais	Número de pacientes (N = 39)
Comorbidades	
Hipertensão arterial	26 (66,7%)
Diabetes mellitus	15 (38,5%)
Dislipidemia	14 (35,9%)
Obesidade	9 (23,1%)
Ex-tabagista	3 (7,7%)
DPOC	1 (2,6%)
Doença renal crônica	1 (2,6%)
IAM prévio	4 (10,3%)
Cirurgia de revascularização	1 (2,6%)
Neoplasia	4 (10,3%)
AVC prévio	2 (5,1%)
Sintomas	
Angina	37 (88%)
CCS1	2 (12%)
CCS 2	
Dispneia	31(74%)
NYHA 1	8 (26%)
NYHA 2	
Medicações	
Betabloqueador	31 (79,5%)
Bloqueador canal de cálcio	9 (23,1%)
Anticoagulante oral direto	38 (97,4%)
Varfarina	1 (2,6%)
Amiodarona	14 (35,9%)
IECA ou BRA	21 (53,8%)
Antidiabéticos orais	15 (38,5%)
Estatina	15 (38,5%)
AAS	3 (7,7%)

Fonte: Elaboração própria. ¹ Dados categóricos expressos como contagem absoluta e porcentagens entre parêntesis. Dados quantitativos expressos como média \pm desvio padrão ou mediana e amplitude interquartil. IECA= Inibidor da enzima conversora de angiotensina. BRA = bloqueador do receptor de angiotensina.

5.2. Resultados ecocardiográficos

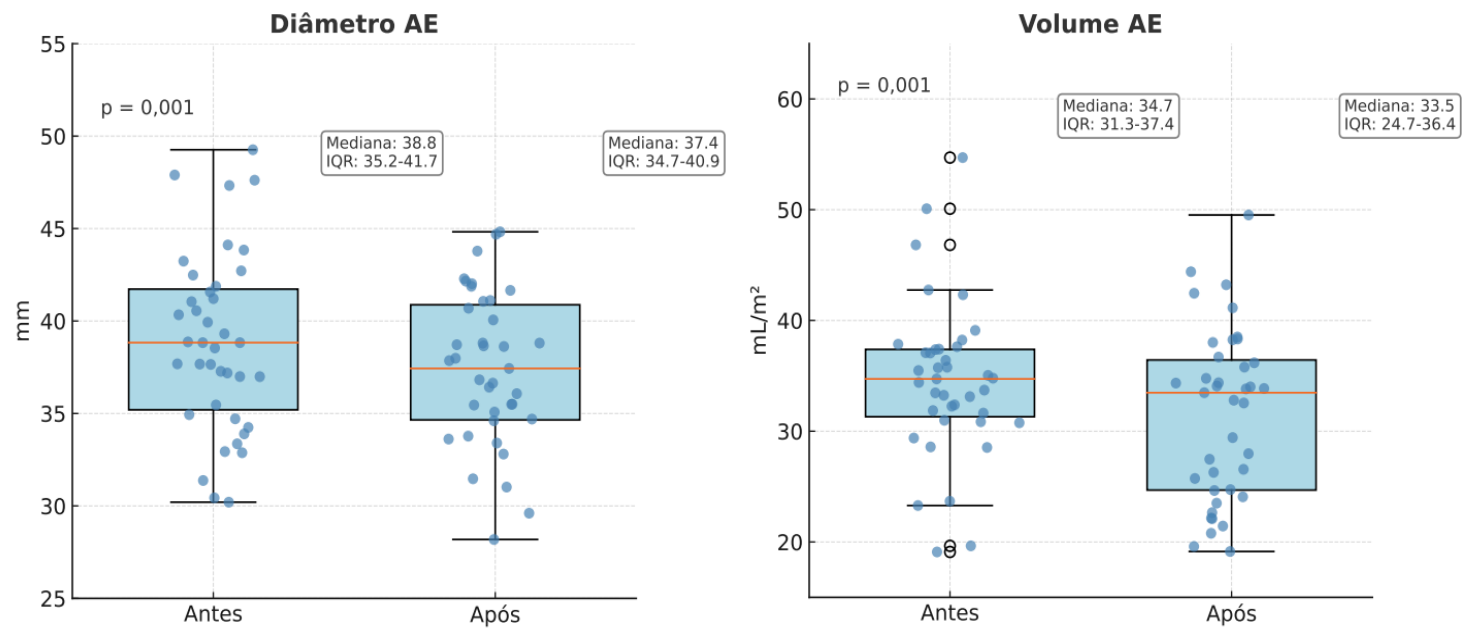
Foi observado redução tanto do diâmetro quanto do volume do AE após ablação da FA (diâmetro $39,6\text{mm} \pm 5,1$ vs $38,7\text{mm} \pm 4,3$, $p < 0,001$ e volume $36\text{ml/m}^2 \pm 8,6$ vs $34\text{ml/m}^2 \pm 7,6$, $p < 0,001$, antes e após ablação respectivamente). Apesar da variabilidade dentro da normalidade da FEVE e do SGL do VE, houve melhora da FEVE (Simpson $61,8\% \pm 4,3$ vs $64,1\% \pm 3,1$, $p < 0,001$, antes e após ablação respectivamente), além da melhora dos valores do SGL do VE (SGL $16,8\% \pm 3,6$ vs $19,4\% \pm 2,5$, $p < 0,001$, antes e após ablação respectivamente). Os dados encontram-se expressos na Tabela 2 e nas Figuras 2 e 3.

Tabela 2 - Parâmetros de estrutura, dimensões cardíacas e função sistólica antes e após ablação da fibrilação atrial.

	Ablação		p
	Pré	Pós	
Ritmo de FA	15 (38,5%)	1 (2,6%)	<0,001
Estrutura e dimensões cardíacas			
Diâmetro AE (mm)	$39,6 \pm 5,1$	$38,7 \pm 4,3$	<0,001
Volume AE (mL/m²)	$36,0 \pm 8,6$	$34,3 \pm 7,6$	<0,001
DDVE (mm)	$48,8 \pm 4,6$	$49,5 \pm 4,5$	0,143
DSVE (mm)	$31,6 \pm 3,3$	$31,6 \pm 3,2$	0,922
Espessura septo (mm)	$9,6 \pm 1,3$	$9,4 \pm 1,2$	0,043
Parede posterior (mm)	$9,1 \pm 1,1$	$9,1 \pm 1,1$	1
Geometria do VE			1
RC (nº de pacientes)	5 (12,8%)	3 (7,7%)	
HCVE (nº de pacientes)	4 (10,2%)	4 (10,2%)	
Diâmetro VD (mm)	$35,5 \pm 1,9$	$35,6 \pm 2,1$	0,67
Função sistólica do VE			
FEVE Teicholz (%)	$63,9 \pm 4,3$	$65,5 \pm 3,4$	0,021
FEVE Simpson (%)	$61,8 \pm 4,3$	$64,1 \pm 3,1$	<0,001
Strain longitudinal do VE (%)	$16,8 \pm 3,6$	$19,4 \pm 2,5$	<0,001

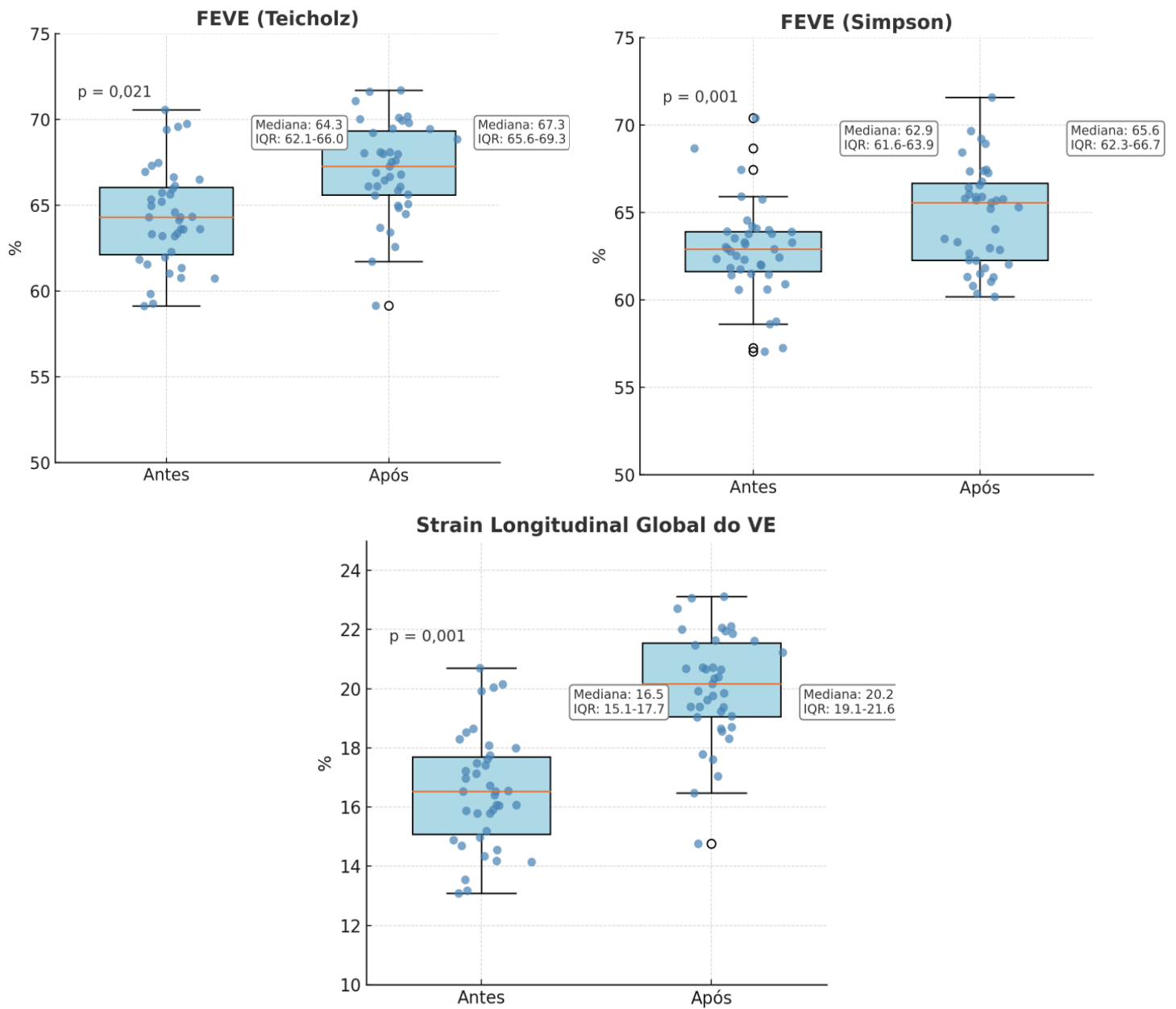
Fonte: Elaboração própria. ¹ Dados quantitativos expressos como média \pm desvio padrão ou como mediana e amplitude interquartil. ² Teste t pareado ou teste de Wilcoxon. DDVE = diâmetro diastólico do VE. DSVE = diâmetro sistólico do VE. RC = remodelamento concêntrico. HCVE = hipertrofia miocárdica concêntrica do ventrículo esquerdo. FEVE = fração de ejeção do VE.

Figura 2 - Box-plot com dispersão vertical representando parâmetros de dimensões cardíacas que tiveram mudanças significativas antes e após ablação da fibrilação atrial.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 - Box-plot com dispersão vertical, representando parâmetros de função sistólica do VE que tiveram mudanças significativas, antes e após ablação da fibrilação atrial.



Fonte: Elaboração própria.

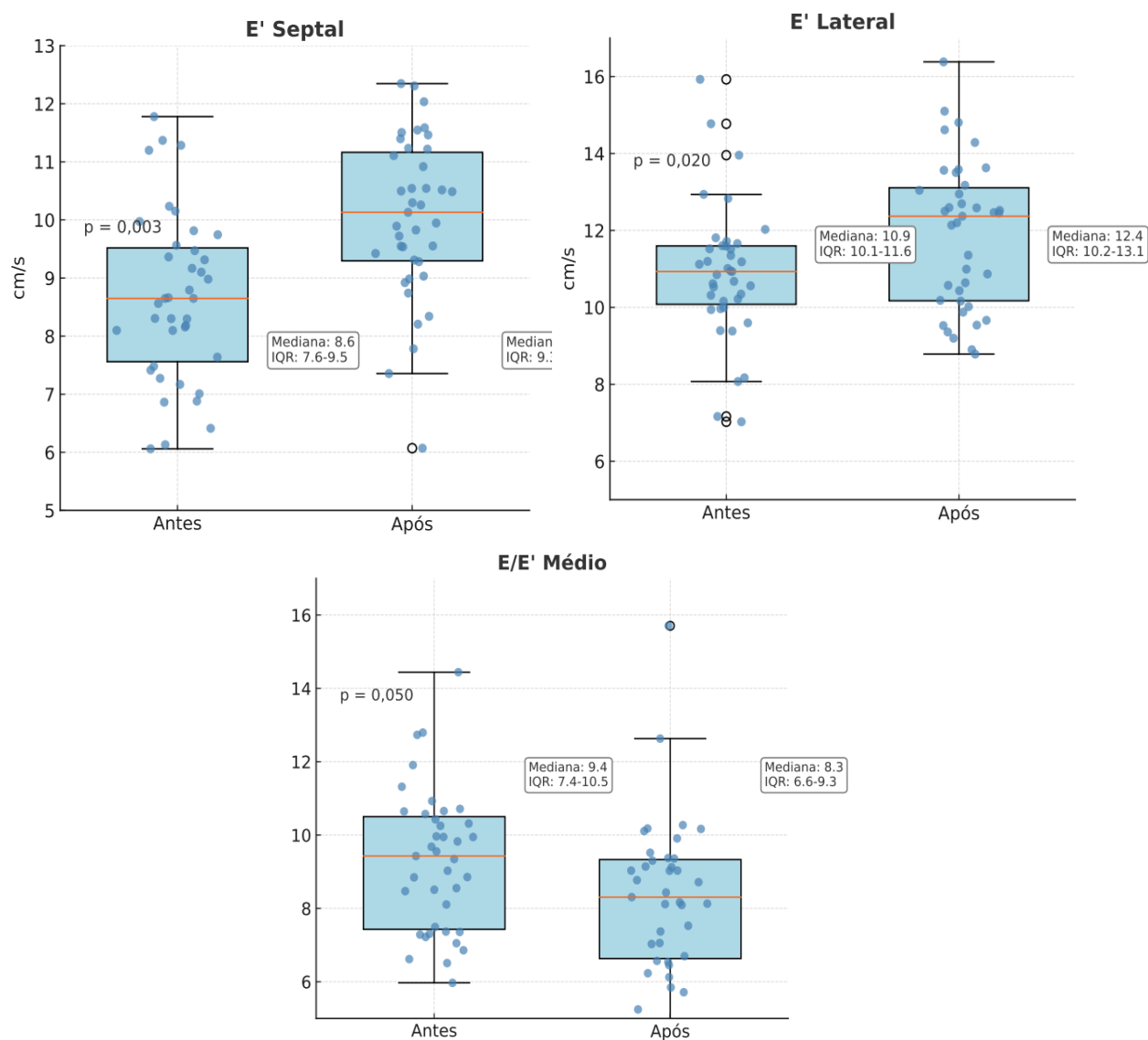
Em relação à análise da função diastólica, foi observada diferença nos valores absolutos das ondas e' septal e e' lateral, além da relação média E/e' com diferença estatística (valores absolutos $8,5 \pm 2,5$ vs $8,0 \pm 1,7$ $p = 0,05$ antes e após ablação respectivamente), sugerindo uma melhora na função diastólica. Os dados encontram-se expressos na Tabela 3 e Figura 4.

Tabela 3 - Parâmetros de função diastólica e hemodinâmica antes e após ablação da fibrilação atrial.

	Ablação		p
	Pré (n = 39)	Pós (n = 39)	
Função diastólica e hemodinâmica			
Onda E (cm/s)	92,2 ± 20,3	89,6 ± 16,2	0,244
Onda A (cm/s)	56,5 (48,9 – 74,4)	65,0 (52,0 – 72,0)	0,891
Relação E/A	1,5 ± 0,4	1,4 ± 0,3	0,576
Onda E' septal (cm/s)	9,1 ± 1,9	9,8 ± 1,7	0,003
Onda E' lateral (cm/s)	11,7 ± 3,0	12,5 ± 2,6	0,02
Relação E/E' média	8,5 ± 2,5	8,0 ± 1,7	0,05
PSAP (mmHg)	27,1 ± 4,3	26,1 ± 4,4	0,02

Fonte: Elaboração própria. Dados quantitativos expressos como média \pm desvio padrão ou como mediana e amplitude interquartil. Teste t pareado ou teste de Wilcoxon.

Figura 4 - Box-plot com dispersão vertical representando parâmetros de função diastólica e hemodinâmica que tiveram mudanças significativas antes e após ablação da fibrilação atrial.



Fonte: Elaboração própria.

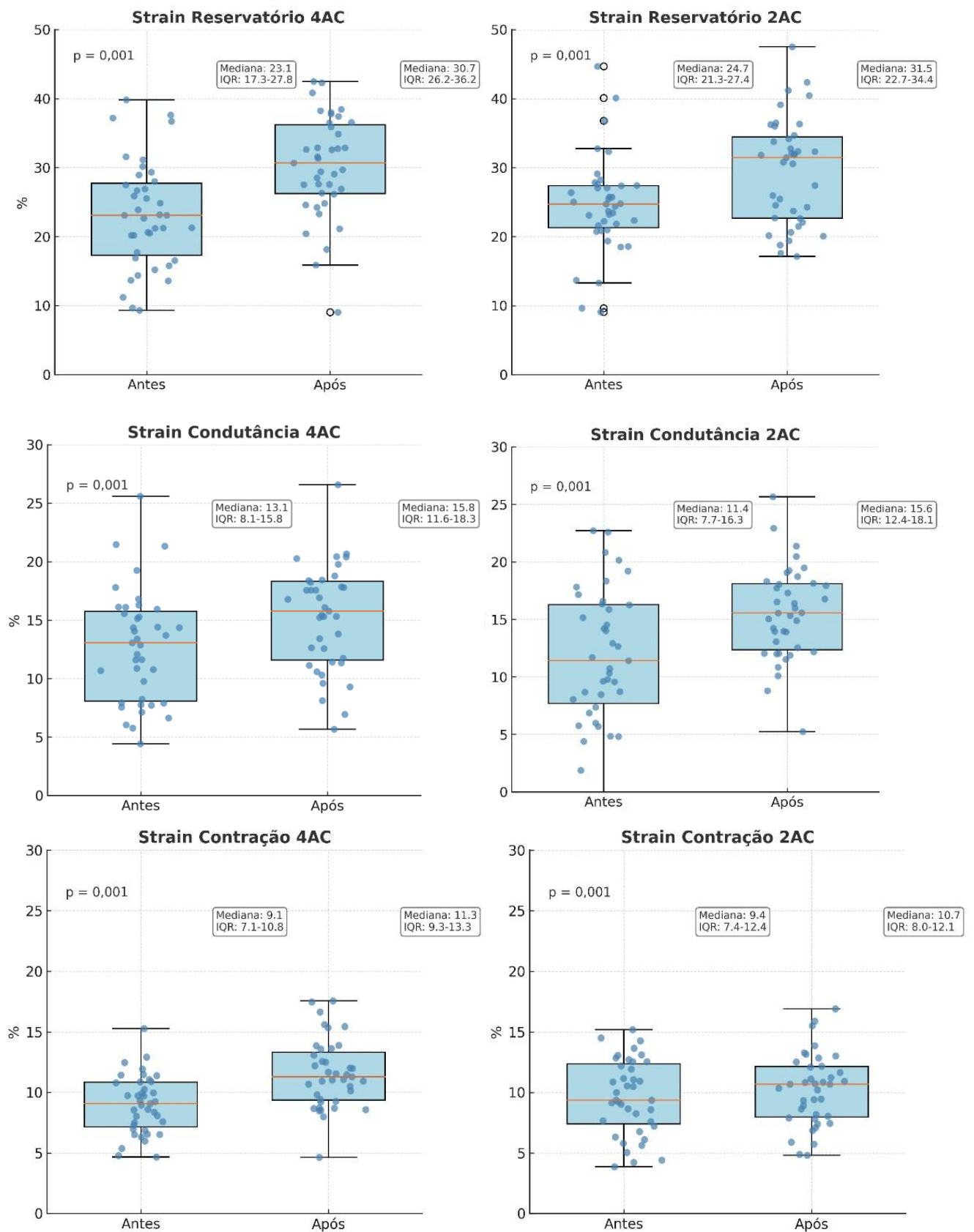
Após o procedimento de ablação, observou-se uma melhora expressiva nos valores de *strain* do AE nas três fases analisadas — reservatório, condutância e contração — tanto nas projeções ecocardiográficas apicais em 2AC quanto em 4AC. Em relação ao *strain* de reservatório, houve aumento da mediana de 20,4% (15,2% – 28,8%) para 29,1% (24,0% – 38,0%) em 4AC, e de 20,7% (14,1% – 31,9%) para 28,0% (22,0% – 35,4%) em 2AC, correspondendo a um incremento relativo de aproximadamente 40%. O *strain* de condutância passou de 13,2% (8,8% – 21,0%) para 16,4% (12,4% – 22,4%) em 4AC e de 14,6% (9,4% – 22,0%) para 18,8% (12,6% – 26,0%) em 2AC. Já o *strain* de contração aumentou de 8,3% (5,4% – 11,5%) para 10,5% (7,8% – 14,7%) em 4AC e de 6,6% (4,5% – 9,5%) para 9,8% (6,8% – 13,2%) em 2AC. Todas essas variações apresentaram $p < 0,001$. Esses achados reforçam a recuperação funcional do AE após a restauração do ritmo sinusal, com impacto positivo nas três fases do ciclo atrial. Esses resultados estão detalhados na Tabela 4 e na Figura 5.

Tabela 4 - Avaliação da função do *strain* do AE antes e após ablação da fibrilação atrial.

	Ablação			p
	n	Pré	Pós	
<i>Strain</i> atrial esquerdo (%)				
<i>Strain</i> reservatório 4AC	39	20,4 (15,2 – 28,8)	29,1 (24,0 – 38,0)	<0,001
<i>Strain</i> condutância 4AC	39	13,2 (8,8 – 21,0)	16,4 (12,4 – 22,4)	<0,001
<i>Strain</i> contração 4AC	24	8,3 (5,4 – 11,5)	10,5 (7,8 – 14,7)	<0,001
<i>Strain</i> reservatório 2AC	39	20,7 (14,1 – 31,9)	28,0 (22,0 – 35,4)	<0,001
<i>Strain</i> condutância 2AC	39	14,6 (9,4 – 22,0)	18,8 (12,6 – 26,0)	<0,001
<i>Strain</i> contração 2AC	24	6,6 (4,5 – 9,5)	9,8 (6,8 – 13,2)	<0,001

Fonte: Elaboração própria.

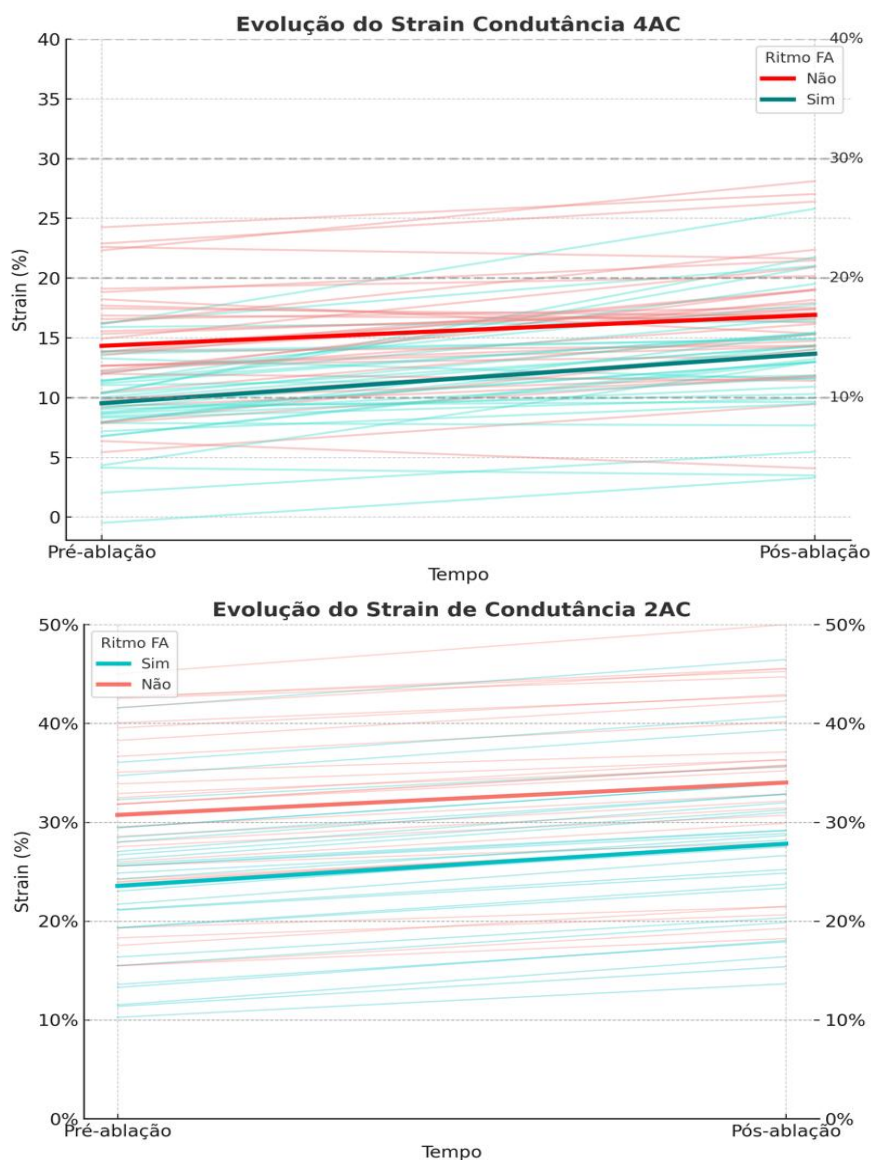
Figura 5 - Box-plot com dispersão vertical representando as mudanças significativas da função do átrio esquerdo por *strain* do AE antes e após ablação da fibrilação atrial.



Fonte: Elaboração própria

Ao compararmos os pacientes em FA, no momento da avaliação basal, com aqueles que se encontravam em ritmo sinusal antes da ablação, observou-se que os indivíduos em ritmo sinusal apresentavam valores iniciais de *strain* do AE superiores aos dos pacientes em FA. O *strain* do AE na fase de condutância apresentou, no corte 4AC, médias de 9,8% nos pacientes em ritmo de FA e 14,8% em ritmo sinusal. No corte 2AC, os valores foram de 23% e 31%, respectivamente. Ademais, após a ablação, os pacientes que já se encontravam em ritmo sinusal no período antes do procedimento continuaram a apresentar valores de *strain* do AE mais elevados em comparação com aqueles em ritmo de FA na avaliação basal. Esses achados estão ilustrados na figura 6.

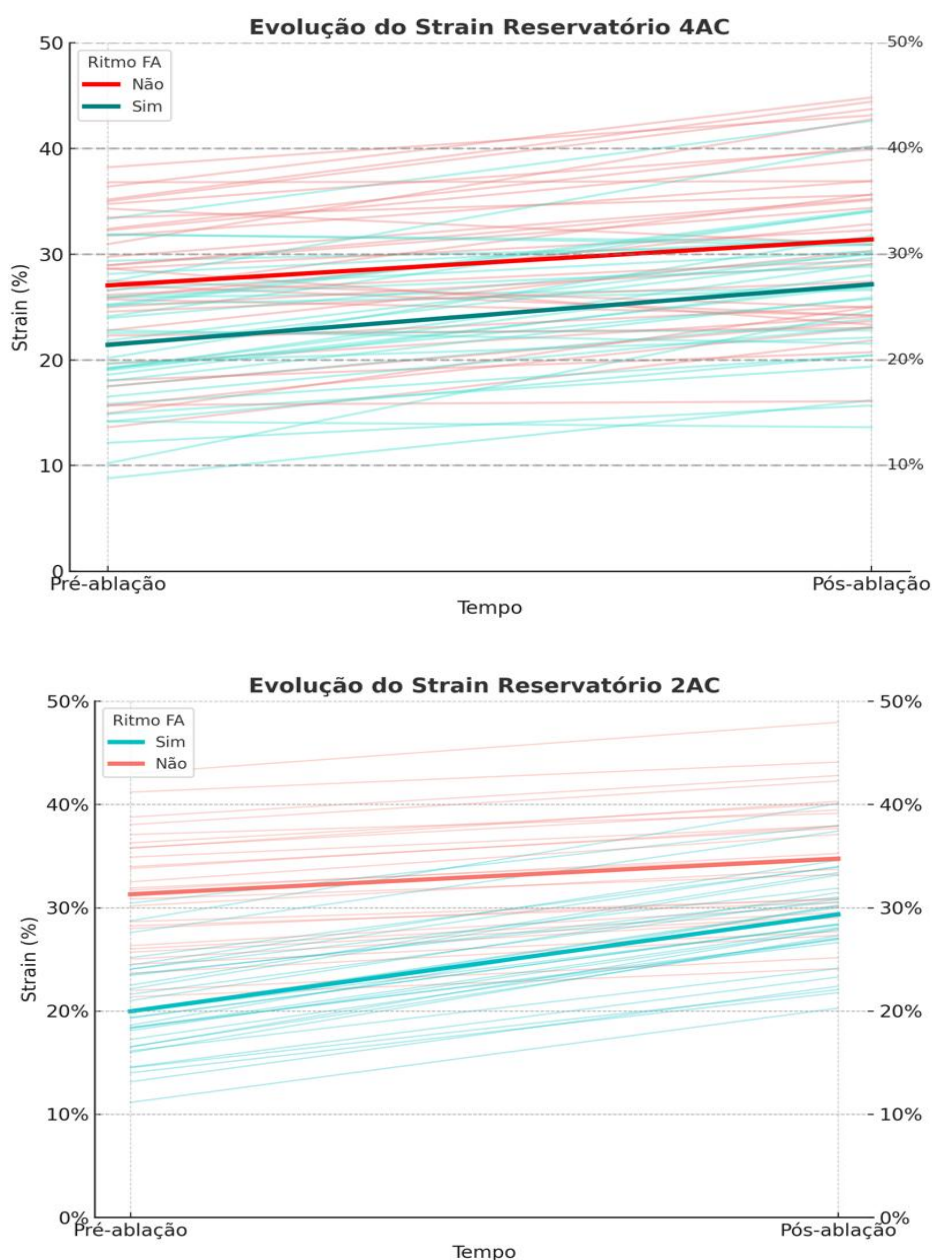
Figura 6 - Evolução do *strain* do AE condutância 4AC e 2AC antes e após ablação comparando pacientes em ritmo de FA vs. ritmo sinusal pré ablação.



Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao *strain* do AE na fase de reservatório, observou-se, no corte 4AC, uma média de 21% nos pacientes em ritmo de FA, em comparação a 27% naqueles em ritmo sinusal. Já no corte 2AC, os valores médios foram de 20% e 31%, respectivamente. Semelhante aos achados do *strain* do AE condutância, após a ablação, os pacientes em ritmo sinusal antes da ablação mantiveram valores do *strain* do AE reservatório mais elevados em comparação aos pacientes em ritmo de FA. Esses achados estão ilustrados na Figura 7.

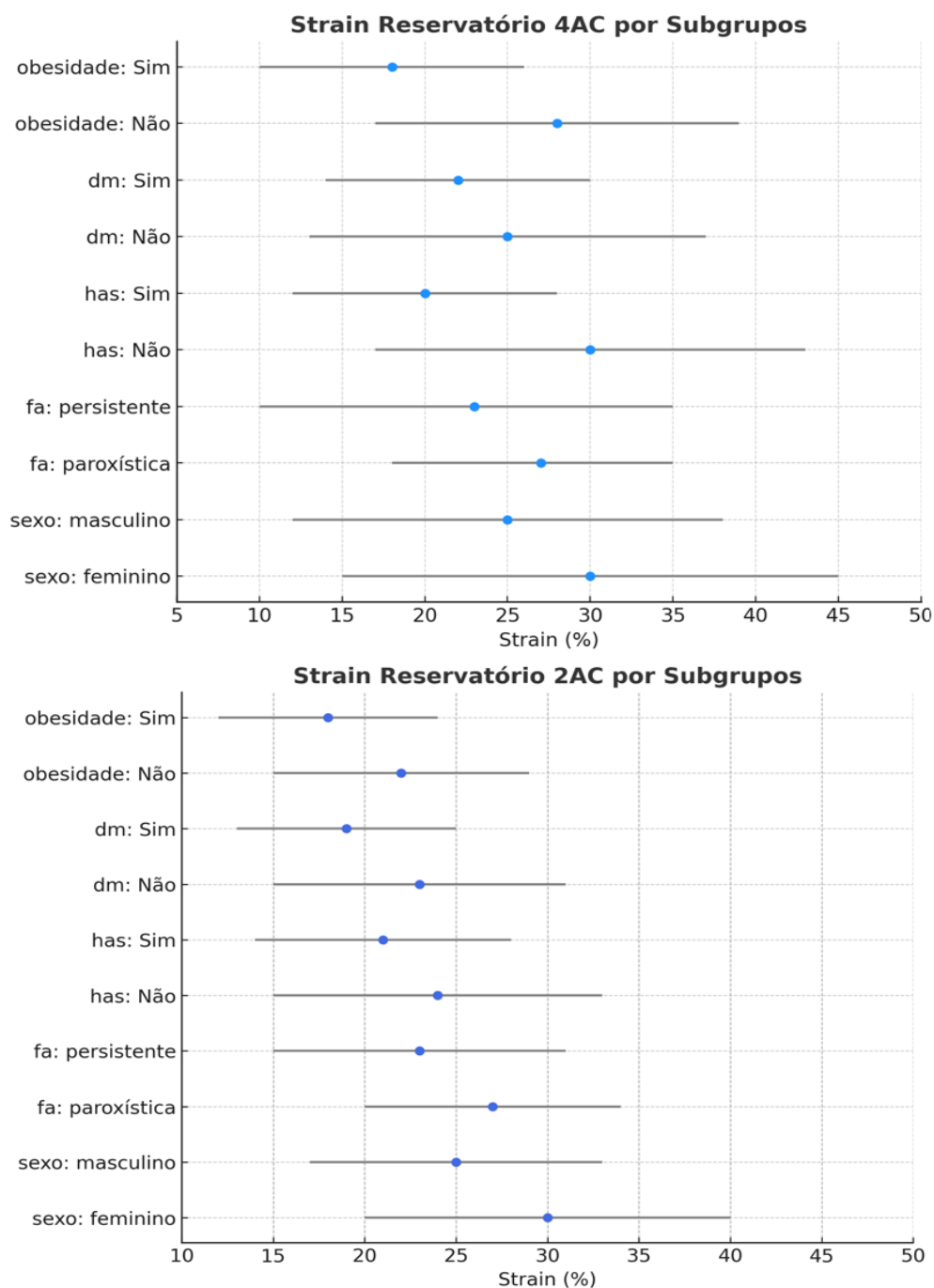
Figura 7 - Evolução do *strain* do AE reservatório 4AC e 2AC antes e após ablação comparando pacientes em ritmo de FA vs. ritmo sinusal pré ablação.



Fonte: Elaboração própria.

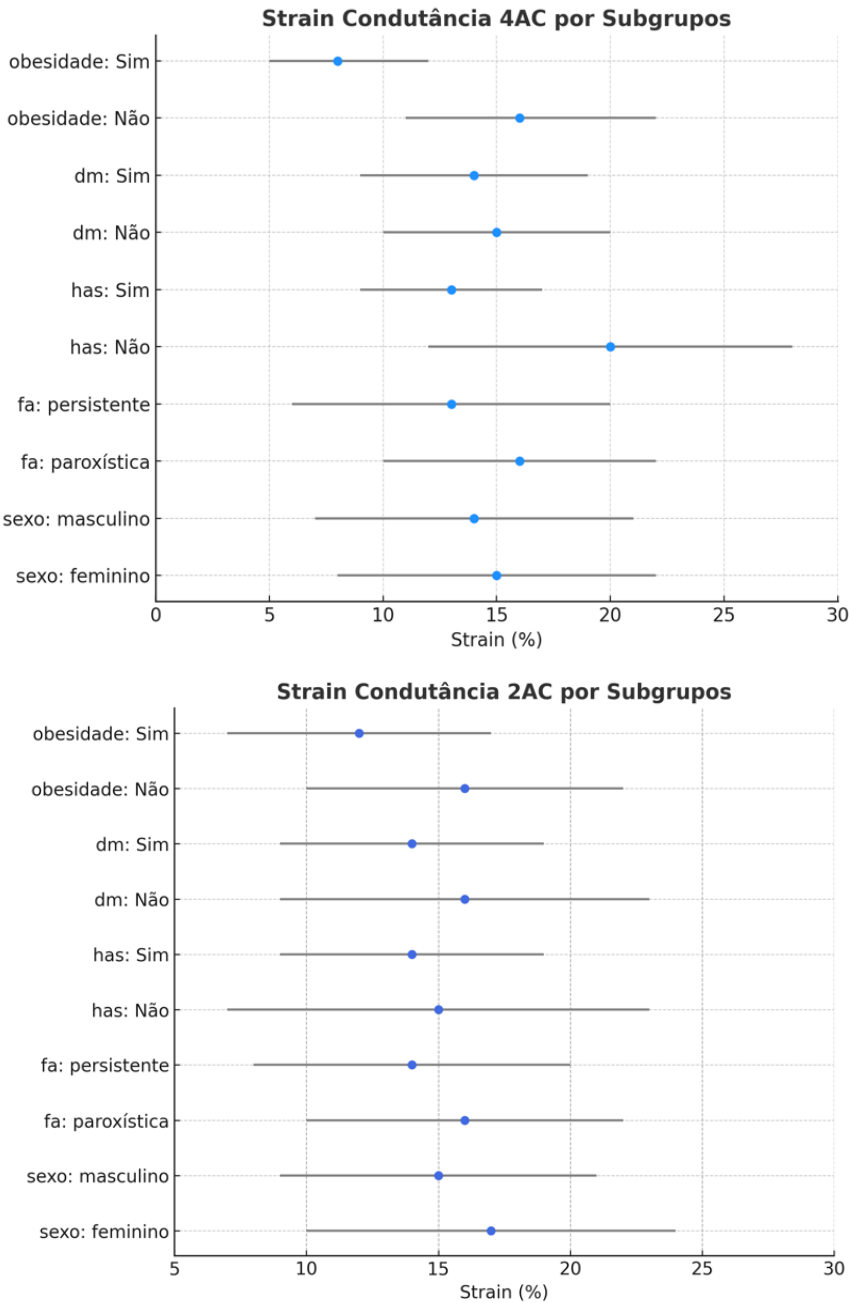
Realizamos, adicionalmente, uma análise comparativa entre as médias e desvio padrão nos diferentes subgrupos da amostra, avaliando os valores de *strain* do AE nas fases de reservatório e de condutância. Observou-se que pacientes com FA paroxística, do sexo feminino e sem obesidade apresentaram valores de *strain* significativamente superior aos demais subgrupos, refletindo um menor grau de remodelamento atrial. Esses resultados estão ilustrados nas Figuras 8 e 9.

Figura 8 - Média e desvio padrão do *strain* reservatório do AE em 4AC e 2AC por subgrupos de pacientes.



Fonte: Elaboração própria.

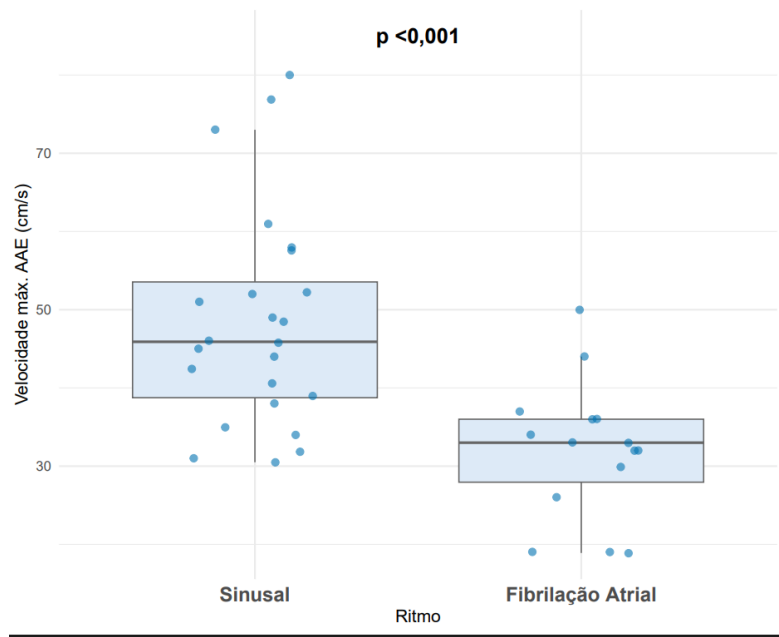
Figura 9 - Média e desvio padrão do *strain* condutância do AE em 4AC e 2AC por subgrupos de pacientes.



Fonte: Elaboração própria.

Durante a análise dos dados referentes à velocidade máxima de esvaziamento do AAE — parâmetro que reflete de forma indireta a função mecânica do átrio esquerdo — observou-se que os pacientes em ritmo de FA apresentaram velocidades significativamente inferiores em comparação aos pacientes em ritmo sinusal, na avaliação antes da ablação (média da Vmáx: 32 cm/s \pm 8,8 nos pacientes em FA vs. 48,4 cm/s \pm 13,8 nos pacientes em ritmo sinusal, $p < 0,001$). Esses resultados estão detalhados na Figura 10 e na Tabela 5.

Figura 10 - Box-plot com dispersão vertical, representando a comparação entre as velocidades máximas no AAE, nos pacientes em ritmo sinusal e nos pacientes em ritmo de FA, antes da ablação.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 - Avaliação da velocidade máxima do AAE em pacientes em ritmo sinusal e em ritmo de FA antes da ablação.

	Ritmo sinusal (n=24)	Ritmo FA (n=15)	p
Velocidade máxima do AAE (cm/s)			<0,001
Média \pm desvio padrão	48,4 \pm 13,8	32,0 \pm 8,8	
Mediana (interquartis 25 – 75%)	45,9 (38,5 - 54,9)	33,0 (26,0 - 36,0)	

Fonte: Elaboração própria.

Apesar da diferença significativa observada nos valores da velocidade máxima de esvaziamento do AAE entre os pacientes em ritmo sinusal e aqueles em FA, a análise demonstrou uma correlação fraca entre esses valores e os parâmetros de *strain* do AE. Apenas o componente de *strain* de contração do AE avaliado na projeção 2AC apresentou uma correlação moderada. Esses resultados estão apresentados na Tabela 6 e na Figura 11.

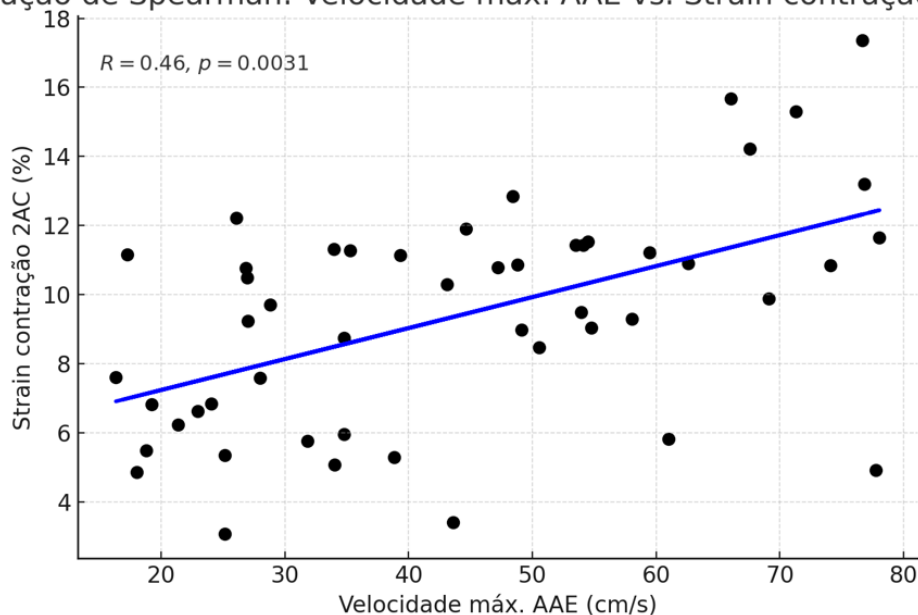
Tabela 6 - Avaliação de associação da velocidade máxima do apêndice atrial esquerdo com os valores do *strain* do átrio esquerdo reservatório, condutância e contração.

	Velocidade máxima do AAE		
	n	Coefficiente de <i>Spearman</i> (rho)	p
<i>Strain</i> reservatório 4AC	39	0,325	0,044
<i>Strain</i> condutância 4AC	39	0,303	0,061
<i>Strain</i> contração 4AC	24	0,361	0,024
<i>Strain</i> reservatório 2AC	39	0,359	0,025
<i>Strain</i> condutância 2AC	39	0,189	0,249
<i>Strain</i> contração 2AC	24	0,461	0,003

Fonte: Elaboração própria.

Figura 11 - Correlação entre a velocidade máxima no AAE com os valores de *strain* do AE contração 2AC.

Correlação de Spearman: Velocidade máx. AAE vs. Strain contração 2AC (pré)



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se também uma correlação fraca entre os valores de *strain* do AE e a relação E/e' nos pacientes avaliados no período antes da ablação. Embora tenha sido verificada uma melhora tanto nos valores da relação E/e' quanto nos parâmetros de *strain* do AE nos pacientes submetidos à ablação — achado que sugere uma melhora da função diastólica — não foi identificada uma correlação estatisticamente significativa entre essas variáveis. Os resultados estão detalhados na Tabela 7.

Tabela7 - Correlação entre a relação E/e' média com os valores de *strain* do AE.

	<i>E/E' médio</i>		
	n	Coefficiente de Spearman (rho)	p
<i>Strain reservatório 4AC</i>	39	-0,101	0,542
<i>Strain condutância 4AC</i>	39	-0,158	0,338
<i>Strain contração 4AC</i>	24	-0,162	0,325
<i>Strain reservatório 2AC</i>	39	-0,183	0,264
<i>Strain condutância 2AC</i>	39	-0,291	0,072
<i>Strain contração 2AC</i>	24	-0,199	0,224

Fonte: Elaboração própria

6. DISCUSSÃO

Os achados deste estudo reforçam a estreita relação entre os parâmetros de *strain* do AE e a função mecânica atrial. Tradicionalmente, o diâmetro e o volume do AE têm sido considerados importantes preditores da incidência e da recorrência de FA, sendo amplamente utilizados na estratificação de risco. No entanto, evidências mais recentes indicam que a avaliação funcional do AE por meio do *strain* do AE apresenta um valor preditivo superior na identificação do risco de desenvolvimento e de recorrência da FA (KAWAKAMI *et al.*, 2020). Observou-se em nosso estudo que, após a realização da ablação e a manutenção do ritmo sinusal por um período superior a três meses, houve não apenas uma redução nos valores de diâmetro e volume do AE, mas também um aumento estatisticamente significativo nos valores do *strain* do AE. Este achado corrobora estudos prévios que demonstram que a manutenção do ritmo sinusal contribui para a reversão do remodelamento atrial e para a redução do grau de fibrose, promovendo a recuperação da função mecânica do AE.

Os pacientes avaliados apresentaram um perfil demográfico compatível com o amplamente descrito na literatura: predominância de indivíduos acima dos 60 anos, sexo masculino, frequentemente acometidos por comorbidades metabólicas, como hipertensão, diabetes mellitus e obesidade — condições reconhecidamente associadas à gênese e à persistência da FA (CAMELI *et al.*, 2016; NAGUEH *et al.*, 2020).

Embora existam dados divergentes na literatura quanto ao impacto da ablação da FA sobre a função diastólica do VE, os resultados demonstraram melhora consistente nas variáveis ecocardiográficas associadas à função diastólica, incluindo a onda e' septal, a onda e' lateral e a relação E/e'. Estes resultados estão em consonância com estudos prévios que demonstraram forte correlação entre *strain* do AE e pressões de enchimento do VE, com valores reduzidos de *strain* reservatório do AE associados à presença e gravidade da disfunção diastólica (SINGH *et al.*, 2016; PATHAN *et al.*, 2017). Singh *et al.* validaram uma coorte com 139 pacientes e estabeleceram valores de corte do *strain* do AE associados aos diferentes graus de disfunção diastólica, identificando que valores superiores a 35% se correlacionam com a ausência de disfunção diastólica (SINGH *et al.*, 2016). Esses dados reforçam a relevância do *strain* atrial não apenas como marcador de função atrial, mas também como ferramenta complementar na avaliação da função diastólica global.

Observamos, também, uma melhora nos valores do SGL do VE, acompanhada por um aumento da FEVE, embora ambos os parâmetros tenham se mantido dentro dos limites da

normalidade no período pré e pós-ablação. A elevação do SGL do VE pode refletir uma melhora da função diastólica, considerando que a restauração do ritmo sinusal tende a reduzir as pressões de enchimento do VE, em um cenário clínico marcado pela reconhecida associação entre FA e ICFEP. Corroborando essa relação, Kawakami *et al.* (2020), em um estudo com 539 pacientes com AVC criptogênico, demonstraram uma correlação estreita entre o *strain* reservatório do AE e o SGL do VE, ambos fortemente influenciados pela mecânica ventricular. Além disso, a combinação desses parâmetros mostrou maior acurácia na predição de risco de FA em comparação com a análise isolada da FEVE, volume do AE, relação E/e' e escores clínicos (como o CHARGE AF).

Houve um incremento significativo nos valores de *strain* do AE, nas projeções 2AC e 4AC, tanto nas fases de reservatório, condutância quanto de contração após a ablação, em concordância com achados prévios da literatura. Liu *et al.* (2022) demonstraram um aumento progressivo do *strain* do AE em 180 pacientes submetidos à ablação (distribuídos igualmente entre FA paroxística, persistente e permanente), ao longo de um seguimento de um ano com avaliações seriadas. Esses resultados sugerem um efeito positivo no remodelamento reverso do AE e na redução da fibrose. Além disso, o estudo evidenciou que valores basais mais baixos de *strain* reservatório do AE estavam associados a uma maior taxa de recorrência da FA.

Durante o seguimento de três meses, constatamos apenas 1 paciente (2,6%) com recorrência de FA. Embora esse resultado seja clinicamente satisfatório, o tempo de acompanhamento relativamente curto pode limitar comparações com estudos que adotam períodos mais longos e pode subestimar a taxa real de recorrência da arritmia. Yasuda *et al.* (2015) avaliaram 100 pacientes com FA paroxística e persistente após ablação e observaram estreita relação entre os valores do *strain* do AE parede lateral e o risco de recorrência de FA, demonstrando maior sensibilidade e especificidade em prever recorrência do que a duração da FA e o volume do AE. Fato que nossos pacientes possuíam volumes menores do AE e tempo de duração de arritmia menores em comparação com os dados de Yasuda.

Observamos que os pacientes em FA no momento pré-ablação apresentavam valores de *strain* do AE mais baixos em comparação àqueles em ritmo sinusal, mantendo níveis inferiores mesmo após o procedimento. Conforme avaliado por Nielsen *et al.* (2022), com o intuito de detectar a recorrência de FA no seguimento de um ano após realização de ablação, foi evidenciado uma maior proporção de pacientes portadores de FA paroxística (70%), além de valores mais altos de *strain* (reservatório, condutância e contração) do AE e menores volumes do AE naqueles pacientes em ritmo sinusal, assim como em nosso estudo. Ainda extrapolando

para os dados adquiridos na metanálise de Nielsen *et al.* (2020), que avaliou doze estudos sobre características ecocardiográficas associadas à recorrência de FA após ablação, que demonstrou que valores reduzidos do *strain* do AE, especificamente $< 12,8\%$ (sensibilidade média de 80% e especificidade média de 87%), estavam relacionados a uma maior taxa de recorrência da FA. Apresentou ainda valores do *strain* $> 20,5\%$ com preditor na manutenção em ritmo sinusal. Os pacientes do nosso estudo apresentavam valores de *strain* do AE, mesmo antes da ablação, maiores que 12,8%, fato que relacionamos possivelmente à baixa recorrência de FA em nosso seguimento. Além disso, em consonância com os dados da metanálise, pacientes em ritmo de FA paroxística apresentavam *strain* do AE basal maiores que os pacientes portadores de FA persistente.

A análise dos subgrupos demonstrou que o *strain* do AE é um marcador sensível para diferenciar perfis clínicos com distintos graus de remodelamento atrial. Observamos que pacientes com FA persistente apresentaram valores de *strain* significativamente mais baixos em comparação àqueles com FA paroxística, em concordância com os achados de Liu *et al.* (2022), que relataram um padrão semelhante ao avaliar a evolução do *strain* do AE em diferentes tipos de FA. Nossos dados revelaram que a obesidade se associou à redução do *strain* do AE, podendo sugerir a presença de um fenótipo específico de miocardiopatia atrial relacionado à obesidade. Embora não tenha sido realizado análise multivariada em nosso estudo, esse conceito tem sido discutido na literatura recente, em especial por Packer (2020), que propõe a obesidade como fator independente na disfunção atrial por mecanismos inflamatórios e de remodelamento atrial fibroso. Apesar de termos identificado uma pequena redução do *strain* em pacientes com HAS e DM, as diferenças foram menos expressivas, possivelmente em razão do tamanho amostral limitado desses subgrupos. Ainda assim, esses achados estão alinhados ao consenso da EACVI/EHRA, que reconhece o impacto dessas comorbidades sobre a função atrial (DONAL *et al.*, 2016). Em conjunto, nossos resultados reforçam o papel do *strain* do AE como ferramenta útil para caracterizar o grau de remodelamento atrial em populações com FA e múltiplas comorbidades.

Até o presente momento, existem poucos estudos que analisaram em conjunto a $V_{m\acute{a}x}$ de esvaziamento do AAE e o *strain* do AE. Além de refletir a função global do AE, o *strain* atrial apresenta correlação com a função mecânica do AAE, uma estrutura anatômica diretamente envolvida no risco tromboembólico em pacientes com FA. Em nosso estudo, os pacientes em ritmo de FA possuíam menores $V_{m\acute{a}x}$ do AAE do que os pacientes em ritmo sinusal. Apesar dessa constatação, não houve correção forte entre os valores de $V_{m\acute{a}x}$ do AAE

e os valores do *strain* do AE. Somente quanto ao *strain* de contração em 2AC observamos uma correlação moderada. Atribuímos, este fato, provavelmente ao pequeno número de pacientes e devido à baixa incidência de contraste espontâneo no AAE significativo.

Em contrapartida, na literatura, o *strain* do AE < 20% têm sido associado a velocidades do AAE abaixo de 20 cm/s, valor classicamente relacionado ao risco de formação de trombo. Sun *et al.* (2023) reportaram que o *strain* do AE é um marcador eficaz para predizer fluxo lento no AAE, demonstrando uma forte correlação entre V_{máx} do AAE e *strain* reservatório do AE. Esses achados sugerem que o *strain* do AE, por ser uma medida não invasiva obtida através do ECOTT, pode representar uma ferramenta complementar na estratificação precoce do risco tromboembólico em pacientes com FA, como reforçado por revisões (HAJI *et al.*, 2019; KUPCZYNSKA *et al.*, 2017, MOSTAFA *et al.*, 2020).

Os resultados do presente estudo demonstraram melhora significativa nos valores do *strain* do AE após a ablação, acompanhada por redução nos volumes e diâmetro do AE. Em paralelo, foi observada uma melhora nos parâmetros de função diastólica, incluindo aumento nas velocidades e' septal (de $9,1 \pm 1,9$ para $9,8 \pm 1,7$ cm/s; $p = 0,003$) e e' lateral (de $11,7 \pm 3,0$ para $12,5 \pm 2,6$ cm/s; $p = 0,02$), além de redução da relação média E/e' (de $8,5 \pm 2,5$ para $8,0 \pm 1,7$; $p = 0,05$). Esses achados indicam uma melhora geral da função diastólica ventricular após a restauração do ritmo sinusal. Embora a evolução paralela entre *strain* do AE e variáveis convencionais da função diastólica, a análise de correlação entre os componentes do *strain* do AE e a relação E/e' revelou associações fracas e, em sua maioria, não significativas. Esses dados sugerem que, embora ambas as medidas reflitam aspectos da função diastólica, elas avaliam mecanismos distintos. O *strain* do AE, em especial nas fases de reservatório e contração, representa um marcador direto da função mecânica atrial e do acoplamento atrioventricular, enquanto a relação E/e' é fortemente influenciada pelas condições de pré-carga e pela complacência ventricular. Por essa razão, o *strain* do AE pode oferecer maior sensibilidade para detecção precoce da disfunção atrial, particularmente em pacientes com FA, cujo ritmo irregular compromete a acurácia de índices convencionais de função diastólica. Esse diferencial pode justificar o crescente interesse em incorporar o *strain* do AE como ferramenta complementar na avaliação hemodinâmica desses pacientes.

Baseado na melhoria do desenvolvimento de *softwares* destinados a obtenção do *strain* do AE e baseado na maior disponibilidade da ferramenta em serviços especializados, já há indicação formal do uso da tecnologia pelas diretrizes mais recentes como critério decisivo na análise da função diastólica dos pacientes portadores de FA. Não há dúvida que é uma

ferramenta do presente e que permanecerá para melhoria dos diagnósticos e seguimento nas doenças cardíacas.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Por se tratar de um estudo unicêntrico, com amostra relativamente pequena, o poder estatístico foi limitado, o que restringe a extrapolação dos achados para outras populações e contextos clínicos. Além disso, a baixa taxa de recorrência de FA observada no período de seguimento pós-ablação pode ter reduzido a capacidade de comparação entre pacientes com e sem manutenção do ritmo sinusal, influenciando a avaliação ecocardiográfica e a magnitude dos efeitos observados. Outro ponto a ser considerado é que todos os exames ecocardiográficos foram realizados por um único operador. Embora essa abordagem minimize a variabilidade interobservador e aumente a reprodutibilidade interna, ela pode introduzir viés sistemático e comprometer a aplicabilidade dos resultados em ambientes clínicos com múltiplos examinadores.

7. CONCLUSÃO

1. Os valores do *strain* do AE reservatório, condutância e contração apresentaram aumento significativo após ablação, em paralelo à reversão do remodelamento atrial (redução tanto do diâmetro quanto do volume do AE).
2. Melhora da função diastólica do VE evidenciada pelo incremento das velocidades das ondas e' septal e e' lateral, além da redução da relação E/e' .
3. Observou-se uma tendência de correlação entre os valores de *strain* do AE e a função do AAE, no que diz respeito às velocidades de esvaziamento. Podendo sugerir potencial papel do *strain* do AE na estratificação do risco tromboembólico.

A avaliação do *strain* atrial esquerdo representa um avanço promissor na compreensão de múltiplas doenças cardíacas, estendendo-se também aos pacientes com FA. A plena incorporação dessa tecnologia na rotina clínica, no entanto, exige validação por meio de estudos prospectivos e multicêntricos, além da padronização dos métodos de aquisição e análise, de forma a garantir sua reprodutibilidade e aplicabilidade em diferentes cenários.

REFERÊNCIAS

1. NAGUEH, S. F. *et al.* Left ventricular diastolic function. *JACC: Cardiovascular Imaging*, v. 13, n. 1, p. 228–244, jan. 2020.
2. CAMELI, M. *et al.* Left atrial strain: a useful index in atrial fibrillation. *International Journal of Cardiology*, v. 220, p. 208–213, out. 2016.
3. NAGUEH, S. F. *et al.* Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 29, p. 277–314, 2016.
4. HAJI, K. *et al.* Left atrial strain performance and its application in clinical practice. *JACC: Cardiovascular Imaging*, v. 12, n. 6, p. 1093–1101, jun. 2019.
5. NIELSEN, A. B. *et al.* Usefulness of left atrial speckle tracking echocardiography in predicting recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiovascular Imaging*, v. 36, n. 7, p. 1293–1309, jul. 2020.
6. VIEIRA, M. J. *et al.* Left atrial mechanics: echocardiographic assessment and clinical implications. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 27, p. 463–478, 2014.
7. HOIT, B. D. Assessment of left atrial function by echocardiography: novel insights. *Current Cardiology Reports*, v. 20, n. 10, p. 96, ago. 2018.
8. KUPCZYNSKA, K. *et al.* Association between left atrial function assessed by speckle-tracking echocardiography and the presence of left atrial appendage thrombus in patients with atrial fibrillation. *Anatolian Journal of Cardiology*, v. 18, n. 1, p. 15–22, jul. 2017.
9. TODARO, M. C. *et al.* New echocardiographic techniques for evaluation of left atrial mechanics. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 13, n. 12, p. 973–984, dez. 2012.
10. BADANO, L. P. *et al.* Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 19, n. 6, p. 591–600, jun. 2018.
11. FREED, B. H. *et al.* Prognostic utility and clinical significance of cardiac mechanics in heart failure with preserved ejection fraction: importance of left atrial strain. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, v. 9, e003754, 2016.
12. ROBINSON, S. *et al.* The assessment of left ventricular diastolic function: guidance and recommendations from the British Society of Echocardiography. *Echo Research and Practice*, v. 11, n. 1, p. 16, 2024.
13. NAGUEH, S. F. *et al.* Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography and for heart failure with preserved ejection fraction diagnosis: an update from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 38, n. 1, p. 1–45, 2025.

14. PATHAN, F. *et al.* Normal ranges of left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 30, n. 1, p. 59–70.e8, jan. 2017.
15. DONAL, E. *et al.* EACVI/EHRA expert consensus document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 17, p. 355–383, 2016.
16. YU, Z. *et al.* Clinical utility of left atrial strain in predicting atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: an up-to-date review. *World Journal of Clinical Cases*, v. 10, n. 23, p. 8063–8075, ago. 2022.
17. KAWAKAMI, H. *et al.* Use of echocardiography to stratify the risk of atrial fibrillation: comparison of left atrial and ventricular strain. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 21, n. 4, p. 399–407, abr. 2020.
18. HIROSE, T. *et al.* Left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography as a predictor of new-onset non-valvular atrial fibrillation: results from a prospective study in 580 adults. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 13, p. 243–250, 2012.
19. KHAN, H. R. *et al.* Left atrial function predicts atrial arrhythmia recurrence following ablation of long-standing persistent atrial fibrillation. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, v. 16, n. 6, e015352, jun. 2023.
20. HASSIB, M. *et al.* Atrial speckle tracking echocardiography for detecting atrial fibrillation in cryptogenic stroke: a meta-analysis. *Current Problems in Cardiology*, v. 48, n. 10, 101883, out. 2023.
21. LANG, R. M. *et al.* Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 28, n. 1, p. 1–39.e14, jan. 2015.
22. SINGH, A. *et al.* LA strain for categorization of LV diastolic dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 68, n. 10, p. 1147–1154, 2016.
23. NIELSEN, A. B. *et al.* Left atrial contractile strain predicts recurrence of atrial tachyarrhythmia after catheter ablation. *International Journal of Cardiology*, v. 358, p. 51–57, 2022.
24. LIU, Y. *et al.* Effect of radiofrequency catheter ablation on left atrial structure and function in patients with different types of atrial fibrillation. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, 2022.
25. YASUDA, R. *et al.* Left atrial strain is a powerful predictor of atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: study of a heterogeneous population with sinus rhythm or atrial fibrillation. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, v. 16, n. 9, p. 1008–1014, 2015.
26. PACKER, M. Obesity-related atrial fibrillation: the missing link between obesity and heart failure with a preserved ejection fraction? *Circulation*, v. 141, n. 5, p. 313–315, 2020.
27. SUN, Y. *et al.* Utility of left atrial strain to predict low flow in left atrial appendage in patients with atrial fibrillation. *Clinical Cardiology*, v. 46, n. 9, p. 1035–1041, 2023.

28. MOSTAFA, S. *et al.* Association of left atrial deformation indices with left atrial appendage thrombus in patients with non-valvular atrial fibrillation. Indian Heart Journal, 2020.