

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências da Saúde  
Faculdade de Medicina  
Programa de Pós-Graduação em Medicina  
Cardiologia

ANÁLISE DO IMPACTO DO USO DA INTEGRAÇÃO DE IMAGENS AO  
MAPEAMENTO ELETROANATÔMICO NA ABLAÇÃO DA FIBRILAÇÃO  
ATRIAL

NILSON ARAUJO DE OLIVEIRA JUNIOR

Rio de Janeiro  
2010



# ANÁLISE DO IMPACTO DO USO DA INTEGRAÇÃO DE IMAGENS AO MAPEAMENTO ELETROANATÔMICO NA ABLAÇÃO DA FIBRILAÇÃO ATRIAL

Nilson Araujo de Oliveira Junior

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina (Cardiologia), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Medicina (Cardiologia).

Orientador: Prof. Dr. Jacob Atié

Rio de Janeiro  
Agosto/2010

Oliveira Junior, Nilson Araujo

Análise do Impacto do Uso da Integração de Imagens ao Mapeamento Eletroanatômico na Ablação da Fibrilação Atrial / Nilson Araujo de Oliveira Junior. – Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Medicina, 2010.

xvii, 82 f. : il. ; 31 cm.

Orientador: Jacob Atié

Tese (Doutorado) – UFRJ, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Medicina – Cardiologia, 2010.

Referências Bibliográficas: f. 60-68

1. Fibrilação auricular. 2. Arritmias cardíacas. 3. Ablação por cateter. 4. Imagem tridimensional. 5. Técnicas. 6. Eletrofisiologia. Cardiologia – Tese. I. Atié, Jacob. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Medicina – Cardiologia. III. Título.

ANÁLISE DO IMPACTO DO USO DA INTEGRAÇÃO DE IMAGENS AO  
MAPEAMENTO ELETROANATÔMICO NA ABLAÇÃO DA FIBRILAÇÃO  
ATRIAL

Nilson Araujo de Oliveira Junior

Orientador: Prof. Dr. Jacob Atié

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Medicina (Cardiologia), Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Medicina (Cardiologia).

Aprovada por:

---

Presidente, Prof. Dr. Henrique Murad

---

Prof. Dr. Luís Augusto Feijó

---

Prof. Dr. Sérgio Salles Xavier

---

Prof. Dr. Clerio Francisco de Azevedo

---

Prof. Dr. Henrique Horta Velloso

Rio de Janeiro  
Agosto/2010



**Para Erika e Antônio,  
razão de tudo.**

## AGRADECIMENTOS

---

Meu pai construiu para mim um eletroímã, levou girinos para casa para me mostrar sua metamorfose, observou comigo asas de insetos numa lente de aumento, me ensinou que um besouro era mais que um “bicho”, era um coleóptero, pois possui asas em estojo, além de centenas de outras maravilhas. Ele soube me despertar para a emoção da descoberta e para o encantamento diante das coisas do mundo. Ele, que tinha apenas formação técnica em contabilidade, era um cientista e não sabia. Minha mãe, além de ter permitido e tolerado todas as excentricidades e os animais estranhos que papai trazia para casa, conseguiu transferir para mim sua paixão pelos livros e pela fantasia. Por essas dádivas eu agradeço.

Outra das coisas que meu pai fazia era me levar ainda pequeno para o campus da UFRJ nos fins de semana. Lá aprendi a andar de bicicleta e explorava suas vastidões com os olhos de menino. Lembro-me de perguntar: Pai eu vou estudar aqui? E ele respondeu: Se você quiser vai. Eu quis.

Na UFRJ encontrei vários novos pais e cada um deles além dos ensinamentos formais, me deixaram um legado inestimável. Agradeço ao Prof. *Leopoldo de Meis*, que durante suas aulas e o período em seu laboratório me mostrou o que é a verdadeira ciência. O meu muito obrigado aos professores *Henrique Sergio Moraes Coelho*, *Silvio Martin* e *Sergio Salles Xavier*, que me mostraram a maneira elegante e tranqüila com que exercem a medicina. Agradeço ao saudoso professor *Rafael Nonato Pzrytyk*, que dentre outros incontáveis ensinamentos, me mostrou a importância de um cafezinho após um procedimento intervencionista. Agradeço em especial ao Prof. *Jacob Atié*. Procurado por mim para aprender um pouco sobre eletrocardiograma, ele me encantou pelo estudo e pela prática da eletrofisiologia cardíaca. Se estas páginas discorrem sobre arritmia cardíaca, isto se deve a ele. Além disso, a inabalável força de sua vontade e o seu poder de inspirar pessoas por um ideal são fontes de admiração.

Nenhuma família está completa sem tias e irmãos e a UFRJ me presenteou com vários. O meu muito obrigado a *Márcia Bevilaqua, Elizabeth Bessadas Penna Firme, Simone Leite, Hecio Affonso de Carvalho Filho, Claudio Munhoz da Fontoura Tavares, Luis Gustavo Belo de Moraes, Leonardo Siqueira e Rodrigo Periquito Cosenza*, pelos anos de companheirismo. Foi ainda na UFRJ que encontrei uma jovem de caminhar resoluto e sorriso delicioso, que se tornaria meu grande amor, minha companheira e mãe do meu querido *Antonio. Erika*, obrigado por partilhar comigo esta jornada.

A vida é feita de ciclos. Um ciclo não se encerra sem perdas e sem saudades. Há pouco encerrei o ciclo como filho e agora, encerro o de aluno. Mas ciclos novos se iniciam, impulsionados pela força motriz dos anteriores. Iniciei meu ciclo como pai e agora inicio o de professor em outra casa. Agradeço aos companheiros que aventuraram comigo e aos que me acolheram nessa nova fase, que são muitos, mas aqui represento pelos Professores *Claudio Tinoco Mesquita e Mario Ribeiro*, pelas Dras. *Olga Ferreira de Souza e Martha Pinheiro* e pelo Dr. *Mauricio Ibrahim Scanavacca*.

Agradeço por fim, a patrona desta casa, que sempre zelou por mim nos anos que aqui estive e espero que continue a me iluminar com sua sabedoria. Obrigado Minerva.



**Quem busca o conhecimento e o acha, obterá dois prêmios: um por procurá-lo, e outro por achá-lo. Se não o encontrar, ainda restará o primeiro prêmio.**

**Textos Islâmicos “Maomé, 278”**

## RESUMO

---

O uso do mapeamento eletroanatômico para a ablação de fibrilação atrial tem crescido devido às características complexas deste procedimento. O advento da integração de imagens tridimensionais obtidas previamente por angiotomografia ou angioressonância poderia ter impacto na facilitação do procedimento, aumento do sucesso e redução de complicações. Nosso objetivo foi de estudar o papel da integração de imagens ao mapeamento eletroanatômico em procedimentos de ablação de fibrilação atrial sobre o tempo de execução, o tempo de fluoroscopia, obtenção do isolamento completo das veias pulmonares, sensação subjetiva de dificuldade de execução, incidência de complicações e o sucesso da ablação. Estudamos uma série 78 de pacientes sucessivos submetidos a um primeiro procedimento de ablação de fibrilação atrial em dois centros, um deles com integração de imagens e outro não. Não foi possível detectar diferença estatisticamente significativa entre os grupos entre todos os parâmetros estudados, exceto na sensação subjetiva de dificuldade de execução do procedimento, que foi discretamente maior no grupo de integração de imagens. Concluímos que, nas condições estudadas, a integração de imagem não teve impacto importante nos parâmetros em estudo.

Palavras-chave: Fibrilação auricular, Arritmias cardíacas, Ablação por cateter, Imagem tridimensional, Técnicas, Eletrofisiologia.

Rio de Janeiro  
Agosto/2010

## **ABSTRACT**

---

The use of electroanatomical mapping for atrial fibrillation ablation is becoming more frequent due to the complex characteristics of this procedure. The integration of tridimensional images pre-acquired by computed tomography or magnetic resonance could have impact in the facilitation of the procedure execution, increase in the success and reduction of complications. Our objective was to describe the role of image integration to electroanatomical mapping during atrial fibrillation ablation in the procedure duration, fluoroscopy time, achievement of complete pulmonary vein isolation, subjective sensation of the difficulty level of the procedure execution, incidence of complications and ablation success. We studied 78 consecutive patients submitted to the first atrial fibrillation ablation procedure at two centers, one with image integration and the other without image integration. We could not demonstrate significant difference between the groups in all the parameters evaluated, except the subjective sensation of procedure execution that was slightly more difficult at the image integration group. We concluded that, at the scenario of the study, image integration did not have important impact at the evaluated parameters.

Key-words: Atrial Fibrillation, Arrhythmias cardiac, Catheter Ablation, Imaging, Three-Dimensional, Techniques, Electrophysiology

# SUMÁRIO

---

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IX</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES, DE QUADROS E DE TABELAS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Histórico .....	4
2.2 Definição e eletrocardiograma da fibrilação atrial .....	7
2.3 Epidemiologia e História Natural da Fibrilação Atrial .....	9
2.4 Classificação da Fibrilação Atrial .....	10
2.5 Mecanismos da Fibrilação Atrial .....	11
2.5.1 <i>Mecanismos de Iniciação – Fibrilação Atrial “focal”</i> .....	11
2.6 Mecanismos de manutenção .....	14
2.7 Sistema Nervoso Autônomo .....	14
2.8 Remodelamento atrial.....	15
2.9 Anatomia do Átrio Esquerdo e Veias Pulmonares.....	16
2.10 Estudo por Imagem do Átrio Esquerdo e Veias Pulmonares.....	17
2.10.1 <i>Aquisição de Imagens por Tomografia Computadorizada ou Ressonância Magnética</i> .....	19
2.11 Mapeamento Eletroanatômico .....	20
2.11.1 <i>O sistema CARTO</i> .....	22
2.12 Ablação da Fibrilação Atrial .....	24
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Objetivo primário .....	29
3.2 Objetivo Secundário .....	29
<b>4 PACIENTES E MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
4.1 Disposição Geral.....	30
4.2 Seleção de Pacientes.....	31
4.3 Técnica de Ablação da Fibrilação Atrial .....	32
4.4 Mapeamento eletroanatômico.....	34
4.5 Integração de Imagens .....	36
4.6 Aferição do tempo de procedimento e tempo de fluoroscopia.....	37
4.7 Isolamento completo das Veias Pulmonares .....	38

4.8	Complicações relacionadas ao procedimento .....	40
4.9	Sensação subjetiva de facilidade do procedimento .....	40
4.10	Sucesso do procedimento .....	40
4.11	Análise estatística .....	42
5	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
5.1	Casuística .....	43
5.2	Integração de Imagem .....	45
5.3	Ablação por Radiofrequência .....	45
5.4	Seguimento.....	46
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>58</b>
8	<b>LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>59</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>60</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

---

<b>lassoP</b>	eletrodo proximal do cateter decapolar circular tipo “lasso”
<b>lassoD</b>	eletrodo distal do cateter decapolar circular tipo “lasso”
<b>RFP</b>	eletrodo proximal do cateter de mapeamento e ablação
<b>RFD</b>	eletrodo distal do cateter de mapeamento e ablação
<b>SCP</b>	eletrodo proximal do cateter posicionado em seio coronariano
<b>SCD</b>	eletrodo distal do cateter posicionado em seio coronariano
<b>DICOM</b>	<i>Digital Imaging Communications in Medicine</i> (comunicação de imagens digitais em medicina)
<b>LS0-1,LS 1-0,...LS 9-0</b>	Bipolos seqüenciais do cateter decapolar tipo lasso, sendo 0 polo mais distal e 9 o mais proximal.
<b>CAFE</b>	<i>continuous atrial fragmented electrograms</i> (eletrogramas atriais fragmentados e contínuos)
<b>CHADS2</b>	escore de avaliação de risco de eventos tromboembólicos em pacientes com fibrilação atrial não reumática.
<b>mSv=</b>	milisievert. Unidade de medida de dose de radiação equivalente

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES, DE QUADROS E DE TABELAS

---

<b>Figura 1</b>	Eletrcardiogramas de 12 derivações simultâneas de pacientes com fibrilação atrial. ....	8
<b>Figura 2</b>	Registro durante estudo eletrofisiológico demonstrando isolamento elétrico de uma veia pulmonar .....	13
<b>Figura 3</b>	Exemplo de ablação pela técnica circunferencial infundibular .....	27
<b>Figura 4</b>	Distribuição anatômica de regiões com potenciais atriais contínuos e fragmentados.....	28
<b>Figura 5</b>	Exemplo de um caso de ablação de fibrilação atrial utilizando o sistema CARTO sem integração de imagens .....	35
<b>Figura 6</b>	Exemplo de um caso de ablação de fibrilação atrial utilizando o sistema CARTO com integração de imagens (CARTOMERGE) .....	39
<b>Tabela 1</b>	Dados descritores dos grupos submetidos a ablação de fibrilação atrial com o sistema CARTO e o sistema CARTOMERGE .....	44
<b>Tabela 2</b>	Dados relativos ao procedimento de ablação da fibrilação atrial nos grupos CARTO e CARTOMERGE .....	45
<b>Tabela 3</b>	Complicações observadas relacionadas a ablação de Fibrilação atrial nos grupos CARTO e CARTOMERGE .....	46
<b>Tabela 4</b>	Sucesso do procedimento de ablação nos grupos CARTO e CARTOMERGE .....	47

# 1 INTRODUÇÃO

---

A fibrilação atrial é a taquiarritmia supraventricular mais freqüente na prática clínica<sup>1</sup>. Ela ocorre no contexto da evolução de inúmeras cardiopatias, podendo também existir como uma doença isolada. A fibrilação atrial está associada à diminuição da qualidade e quantidade de vida, principalmente devido ao fato de que ela promove a indução ou agravamento de disfunção ventricular e a grande aumento na propensão a acidentes tromboembólicos sistêmicos e cerebrais. Recentemente, a fibrilação atrial foi também implicada no aumento da incidência de varias formas de demência<sup>2</sup>.

O manejo clínico da fibrilação atrial é desafiador. O uso de fármacos antiarrítmicos tem se mostrado frustrante devido ao elevado numero de recorrências e o aparente nenhum efeito na evolução da doença. A prevenção de eventos tromboembólicos tão pouco é afetada pelo uso de drogas antiarrítmicas.

Estas limitações levaram ao desenvolvimento de estratégias não farmacológicas para o controle da fibrilação atrial. A ablação por radiofreqüência desta arritmia tomou grande impulso após a publicação de Haisaguerre e cols. demonstrando a existência de focos deflagradores oriundos principalmente das veias pulmonares<sup>3</sup>. Uma vez que estes focos eram alvos ideais para as técnicas de ablação por radiofreqüência já em amplo uso na época, um grande entusiasmo nasceu quanto à possibilidade de “cura” de casos selecionados de pacientes com fibrilação atrial.

A descrição de complicações específicas desta técnica de ablação, como a estenose de veias pulmonares, promoveu alterações na técnica de ablação que



consistiam no isolamento de porções alargadas do tecido atrial na região do antro das veias pulmonares. A necessidade de criação de extensas lesões lineares para este tipo de ablação levou ao uso crescente de técnicas auxiliares de navegação e mapeamento. Apesar de alguns dados discordantes da literatura, a descrição do melhor resultado com o uso de navegação não fluoroscópica quando comparado as técnicas tradicionais, popularizou o uso destes dispositivos para a ablação da fibrilação atrial. O alargamento das indicações, que passaram a contemplar casos persistentes além dos puramente paroxísticos, gerando a necessidade de criação de extensas lesões envolvendo multiplicidade de estruturas em ambos os átrios, tornaram o uso da navegação não fluoroscópica ainda mais decisivo. Além do impacto no sucesso do procedimento, redução do tempo de fluoroscopia proporcionado por esta tecnologia e também um importante fator a ser considerado.

O átrio esquerdo é uma estrutura com limites radiológicos pobres. Desde a época da radiologia convencional que era necessário o uso de contraste esofágico a fim de se estudar o aumento do volume desta câmara. O interior do átrio esquerdo é complexo. A delimitação do óstio das veias pulmonares, tão importante para evitar aplicações inadvertidas de radiofrequência potencialmente causadoras de estenose, é por vezes difícil, mesmo com uso de angiografia contrastada. Além do mais, existem variações importantes e freqüentes da anatomia dos óstios das veias. O uso de técnicas auxiliares de visualização do átrio esquerdo tem se difundido para ocupar esta lacuna da radioscopia tradicional. A ecocardiografia intracardíaca tem se mostrado uma ferramenta útil, com a grande vantagem de promover visualização em tempo real. No entanto, a sua visão planar dificulta a navegação da ponta do cateter e a construção de lesões lineares complexas.

O advento de técnicas de reconstrução tridimensional de angiografias

obtidas tanto por tomografia computadorizada como por ressonância magnética tem auxiliado no estudo da anatomia do átrio esquerdo, auxiliando no planejamento da ablação e na detecção de complicações. A grande precisão e o elevado nível de detalhamento destas reconstruções levaram ao desenvolvimento de técnicas para utilização destas imagens como guias efetivos durante os procedimentos de ablações complexas. Para tal, uma metodologia de registro destas imagens previamente adquiridas com a real posição espacial da mesma estrutura in vivo foi desenvolvida. Em teoria, uma vez obtido um registro perfeito entre a imagem pré-adquirida e a real posição da estrutura do paciente, a imagem poderia ser navegada tal qual a estrutura in vivo, levando a um grau de detalhamento muito próximo a uma “endoscopia virtual”.

Apesar de muito atraente e desta técnica ter ganhado rapidamente disponibilidade nos principais sistemas de mapeamento e navegação não fluoroscópica, algumas questões sobre a adequação das metodologias de registro tem sido levantadas<sup>4</sup>. O real papel destas técnicas durante os procedimentos de ablação de fibrilação atrial na prática clínica diária e seu impacto no sucesso clínico deste procedimento tem sido alvo de poucos estudos.

Uma tentativa de obter informações sobre o real papel destas técnicas para o eletrofisiologista que realiza procedimentos de ablação de fibrilação atrial foi a motivação deste estudo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1 Histórico

A primeira descrição de uma condição clínica que poderia ser interpretada como fibrilação atrial data de mais de 2000 anos antes de Cristo. O Tratado de Medicina do Imperador Amarelo descreve que “quando o pulso é irregular e tremulo e os batimentos ocorrem em intervalos, então o impulso da vida se esvai”<sup>5</sup>. Harvey em 1628 foi o primeiro autor a descrever em animais o que chamou de “fibrilação das aurículas”. Em 1827 Adams descreveu o fenômeno como um sinal de estenose mitral<sup>6</sup>. Em 1876 Carl Wilhelm Hermann Nothnagel publicou um traçado de pulso do que na época denominou de “delirium cordis”<sup>7</sup>. Já no século 18, de Senac descreveu que as palpitações percebidas por pacientes com fibrilação atrial deveriam ser oriundas de colisões com o estômago, uma vez que laxativos, especialmente uma combinação de quinino com ruibarbo promoviam o alívio dos sintomas<sup>8</sup>. O primeiro registro eletrocardiográfico da fibrilação atrial foi obtido por Einthoven em 1906<sup>9</sup>. No entanto, foi Hering em 1908 o primeiro a publicar um traçado de qualidade demonstrando claramente as ondas f<sup>10</sup>. Dois anos depois, Lewis foi o primeiro a elaborar a teoria de que as ondas fibrilatórias oriundas dos átrios conduziam de modo irregular pelo nódulo átrio-ventricular até os ventrículos<sup>11</sup>.

Uma vez estabelecida que a fibrilação atrial era uma arritmia contida nos átrios, teorias sobre seus mecanismos começaram a surgir. Winterberg propôs uma teoria focal, onde um ou múltiplos focos simultâneos seriam os responsáveis pela fibrilação atrial. Nesta época já se especulava que marcadas alterações de

refratariedade deveriam estar presentes e provavelmente o sistema nervoso autônomo estaria envolvido.<sup>12</sup> No entanto poucos anos depois, uma teoria muito próxima dos conceitos atuais sobre os mecanismos da fibrilação atrial veio à tona.<sup>13</sup> Garey demonstrou que dividindo progressivamente o tecido atrial em fibrilação em fragmentos cada vez menores, a mesma se mantinha em todos os fragmentos até que se atingisse um tamanho crítico. A partir desse ponto, era percebida uma ativação rápida, porém organizada. Esta descrição demonstrou, portanto, que haveria a necessidade de uma “massa crítica” de tecido para a gênese da condução fibrilatória. Nas palavras do autor: *"the impulse is diverted into different paths, weaving and inter-weaving through the tissue mass, crossing and recrossing old paths again to course over them or to stop short as it impinges on some barrier of refractory tissue. ..."*

Estes conceitos foram refinados por Moe<sup>14</sup> em sua teoria das “múltiplas ondas reentrantes”. Moe postulou que o início da fibrilação poderia ser focal, porém sua persistência e propagação dependeriam de um fracionamento aleatório da frente de onda através de ilhas de tecido refratário. Em suas próprias palavras: *"The grossly irregular wave front becomes fractionated as it divides about islets or strands of refractory tissue, and each of the daughter wavelets may now be considered an independent offspring. Fully developed fibrillation would then be a state in which many such randomly wandering wavelets coexist."* Alessie demonstrou posteriormente que estas zonas de tecido refratário poderiam ser funcionais.<sup>15</sup> Os trabalhos deste autor também foram pioneiros no conceito de remodelamento atrial, criando o famoso postulado de que “fibrilação atrial gera fibrilação atrial (*atrial fibrillation begets atrial fibrillation*)”<sup>16</sup>. Trabalhos posteriores lançaram o conceito de remodelamento estrutural além do elétrico, condição importante para a evolução da

fibrilação atrial da forma paroxística para a forma crônica<sup>17</sup>.

Apesar de conhecida por tanto tempo, a fibrilação atrial foi tida como uma condição “menor” ou benigna até os trabalhos de Kennell e colaboradores<sup>18</sup> que demonstraram de maneira inequívoca a importância da fibrilação atrial não reumática na gênese de eventos adversos cerebrais e cardiovasculares.

O tratamento da fibrilação atrial começou pelo uso do digital que, segundo Whithering<sup>19</sup> tornou o pulso irregular de um paciente presumidamente portador de fibrilação atrial, “mais cheio e mais regular”. A quinidina foi o primeiro fármaco a ser usado para reversão e prevenção da fibrilação atrial. Em 1914 Wenckebach<sup>20</sup> demonstrou que o quinino podia abortar paroxismos desta arritmia. Em 1951 Sokolow<sup>21</sup> demonstrou 80% de sucesso em reversão ao ritmo sinusal e prevenção de novos episódios em uma série de pacientes, sendo que já nesta época já descrevia a pró-arritmia desta droga tendo um de seus pacientes apresentado fibrilação ventricular. A partir daí, uma série de drogas de diferentes classes antiarrítmicas passou a ser utilizada para o tratamento da fibrilação atrial. Foi somente em 1967 que Lown<sup>22</sup> sugeriu o uso da cardioversão elétrica para o tratamento da fibrilação atrial, iniciando a era do tratamento não farmacológico desta arritmia.

Novos avanços no tratamento da fibrilação atrial vieram com o advento da cirurgia cardíaca. Em 1967 Gianelli<sup>23</sup> e Slama<sup>24</sup> descreveram o emprego da desconexão cirúrgica do nó AV para controle de arritmias supraventriculares intratáveis. Seguiu-se o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas para o controle da fibrilação atrial como o isolamento do átrio esquerdo, a cirurgia do corredor e finalmente os procedimentos de MAZE<sup>25</sup>. A década de 80 marca o início da era da ablação, sendo descritos os primeiros casos de ablação percutânea da junção AV e

implante de marcapasso por Gallagher<sup>26</sup>. Esta metodologia ganhou larga aceitação para controle de resposta ventricular em casos refratários com farta documentação sobre melhora de classe funcional, sintomas e qualidade de vida.

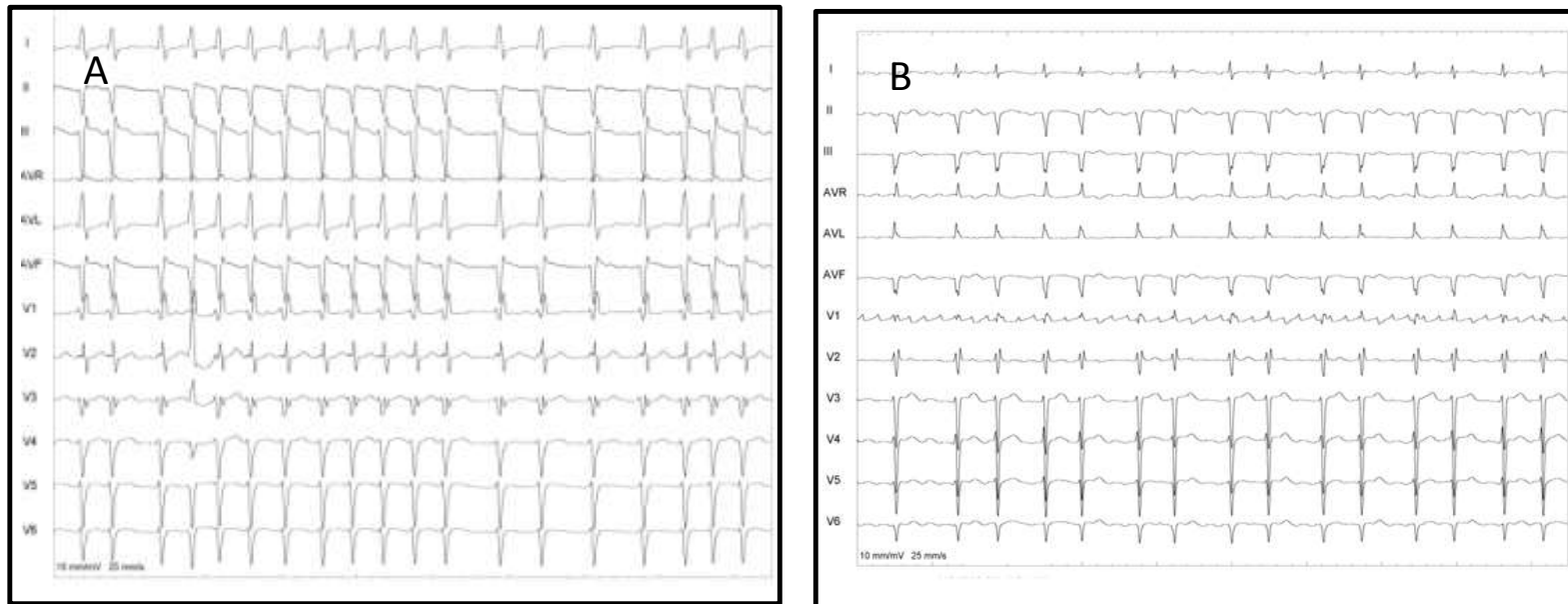
Os achados de Haïssaguerre<sup>27</sup> de que focos de taquicardia atrial oriundos das veias pulmonares provocavam surtos de fibrilação atrial abriram toda uma nova era para o tratamento por ablação desta arritmia. Hoje existem várias técnicas de ablação das diversas formas de fibrilação atrial. A necessidade de criação de lesões complexas em regiões de anatomia difícil levou ao desenvolvimento de técnicas auxiliares de mapeamento e navegação. O uso do mapeamento eletroanatômico ganhou larga aceitação devido à redução do uso de fluoroscopia e aumento do sucesso do procedimento<sup>28</sup>.

## **2.2 Definição e eletrocardiograma da fibrilação atrial**

A fibrilação atrial é definida como uma condição onde existe uma desorganização completa da atividade atrial, levando a contrações atriais ineficazes e inibição do ritmo sinusal<sup>29</sup>.

O eletrocardiograma da fibrilação atrial é definido por ausência de ondas P discerníveis. A linha de base é irregular, com oscilações que podem ser mais grosseiras ou muito finas, de pequena amplitude, sendo por vezes a linha de base quase isométrica. A distribuição dos complexos QRS é completamente irregular.<sup>30</sup>

(Figura 1)



**Figura 1** Eletrocardiogramas de 12 derivações simultâneas de pacientes com fibrilação atrial.

Nota-se em ambos os exemplos a irregularidade da linha de base e dos complexos QRS. Em A nota-se uma linha base muito fina, sendo quase impossível discernir a atividade atrial. Em B já nota-se uma irregularidade grosseira, estando as ondas f facilmente discerníveis.

### **2.3 Epidemiologia e História Natural da Fibrilação Atrial**

Os achados de vários estudos epidemiológicos forneceram dados consistentes sobre a incidência e prevalência desta arritmia.<sup>31</sup> Ela se apresenta mais raramente em indivíduos com menos de 60 anos, porém a partir desta idade, sua prevalência aumenta marcadamente até atingir 10% da população com mais de 80 anos. Projeções estimam que nos Estados Unidos da América 3 milhões de indivíduos serão afetados pela fibrilação atrial em 2020 e aproximadamente 5,6 milhões em 2050. Um estudo recente demonstrou um aumento de duas a três vezes na prevalência ajustada pela idade entre dados de 1969 quando comparados com os dados de 1989.<sup>32</sup> Estes dados sugerem que o aumento do número de casos de fibrilação atrial não pode ser explicado tão somente pelo envelhecimento da população. O aumento da utilização de métodos diagnósticos também não parece, nestes estudos, ser um fator considerável para explicar este fenômeno. A exclusão do princípio Darwiniano de sobrevivência do mais forte devido ao desenvolvimento da medicina, propiciando aumento da população doente parece ser apenas uma explicação parcial.<sup>31</sup>

Crescente importância tem sido dada para o papel de mediadores inflamatórios na gênese da fibrilação atrial.<sup>33</sup> Obesidade, síndrome metabólica, e disfunção diastólica também tem sido descritos como fatores de risco.

Embora uma descrição clara da história natural da fibrilação atrial ainda necessite de mais estudos, o modelo de uma doença evolutiva e multifatorial é o mais suportado pelas evidências atuais.

Acredita-se que em um paciente típico, a fibrilação atrial se inicie como uma



doença “elétrica”, onde taquicardias atriais rápidas seriam indutoras de episódios de fibrilação. Diversos mecanismos de remodelamento se seriam deflagrados, levando ao aumento da duração das crises e culminando com a evolução para uma forma permanente desta arritmia.

A ocorrência de fibrilação atrial se correlaciona com aumento de incidência de disfunção ventricular, acidentes tromboembólicos e demência de todas as causas, impactando negativamente na qualidade e quantidade de vida, além de aumentar significativamente os custos dos sistemas de saúde<sup>34</sup>.

## 2.4 Classificação da Fibrilação Atrial

A fibrilação atrial é uma doença evolutiva. Várias classificações já foram tentadas para a sua caracterização. A Sociedade Brasileira de Cardiologia adotou em suas diretrizes<sup>28</sup> o modelo de classificação em três modalidades: paroxística, persistente e permanente. Este modelo tem a vantagem de caracterizar o grau de evolução da doença, as características clínicas e poder orientar quanto à conduta.

- **Paroxística** é aquela que termina espontaneamente, sem ação de fármacos ou necessidade de cardioversão elétrica. Geralmente são episódios que duram menos de 7 dias, freqüentemente menos que 24 horas, podendo ou não apresentar recorrências.
- **Persistente** é aquela que se instala e não se interrompe, a menos que seja realizada cardioversão elétrica ou com fármacos. Normalmente são episódios que duram mais de sete dias e também podem ou não recorrer. Incluída nesta categoria é a fibrilação atrial com duração superior a um ano, chamada de fibrilação atrial persistente de longa

duração.

- **Permanente** é aquela fibrilação atrial onde as tentativas de reversão falharam ou na qual se fez a opção por não tentar a reversão da arritmia.

Ainda segundo estas diretrizes, o termo permanente não deve ser empregado para caracterizar as fibrilações atriais onde se pretende utilizar o tratamento ablativo, uma vez que este termo deveria ser utilizado tão somente esgotadas as tentativas de reversão ou quando se opta por não realizar intentos de reversão.

## 2.5 Mecanismos da Fibrilação Atrial

### 2.5.1 Mecanismos de Iniciação – Fibrilação Atrial “focal”

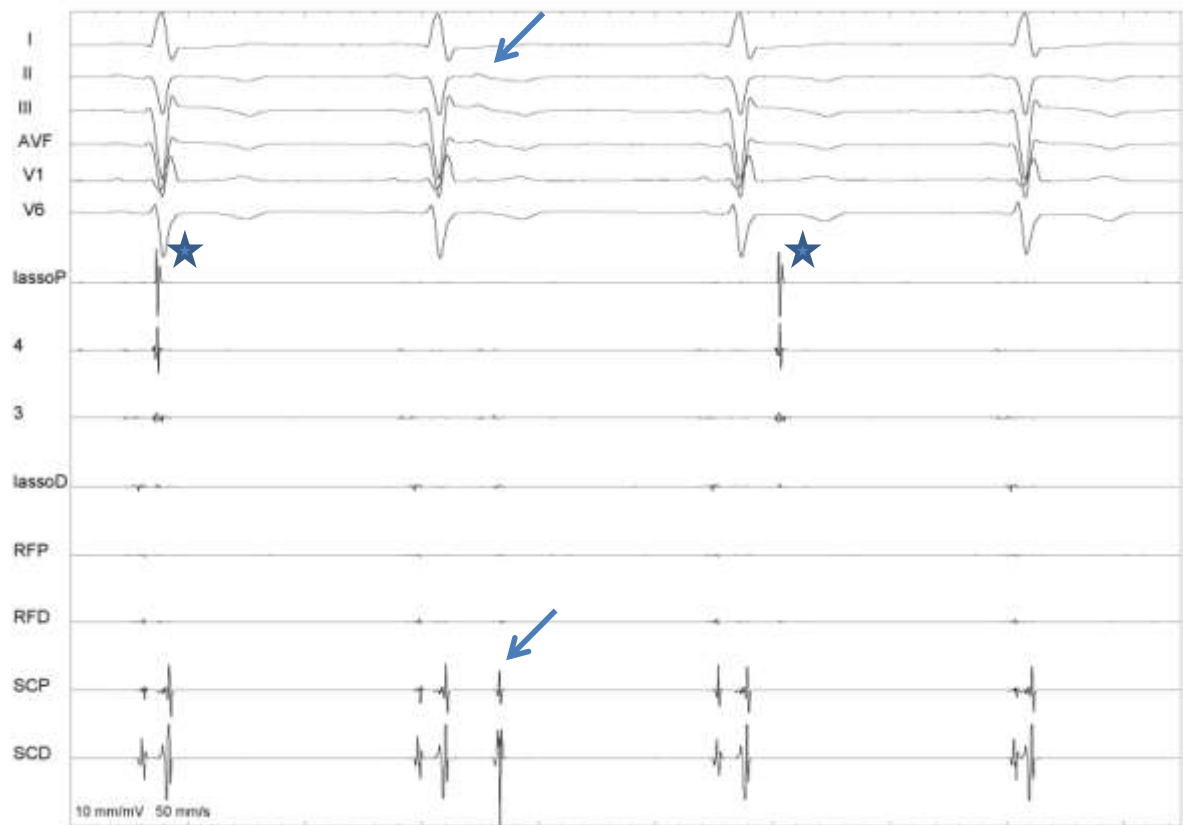
Em 1947 Scherf<sup>35</sup> descreveu um experimento onde a administração de aconitina no apêndice atrial direito promovia o aparecimento de uma taquicardia atrial rápida que degenerava para o ritmo de fibrilação atrial. Grande interesse foi despertado por este mecanismo quando Häissaguerre descreveu, em humanos, casos onde a fibrilação atrial se iniciava por focos oriundos das veias pulmonares<sup>2</sup>. Na verdade, que as veias pulmonares possuem atividade elétrica e contração já é conhecido desde 1876 com os trabalhos de Brunton e Frayer<sup>36</sup> que demonstraram a presença de atividade contrátil destas veias.

A taquicardia oriunda das veias pulmonares pode gerar a fibrilação atrial por dois mecanismos distintos: um mecanismo indutor puro (*trigger*), onde uma taquicardia inicia um mecanismo de múltiplas ondas reentrantes que mantém a fibrilação atrial. Neste modelo, a persistência da taquicardia não é mais necessária

para a manutenção da fibrilação. O outro mecanismo indutor/mantenedor (*driver*), onde um foco rápido com disparo contínuo induz e mantém a fibrilação. A interrupção deste foco, portanto, elimina a fibrilação. Descrições de ambos os mecanismos existem em humanos.

O que faz as veias pulmonares serem arritmogênicas ainda é questão de estudos. Em humanos é possível o registro da atividade elétrica das veias pulmonares, que se caracteriza por um potencial distinto dos potenciais atriais advindos das regiões vizinhas (FIGURA 2). A atividade elétrica seria oriunda de projeções de tecido atrial (*sleeves*) para o interior destas veias. Reconstruções tridimensionais de seções histológicas destas projeções demonstram uma estrutura complexa de orientação das fibras, podendo ser este um terreno fértil para conduções anisotrópicas<sup>37</sup>, sendo possível a gênese de fenômeno de reentrada. Outros estudos demonstraram a presença de células com características de tecido especializado de condução<sup>38</sup>, o que levanta a hipótese de origem automática. Takahashi<sup>39</sup> pode demonstrar a indução, término e encarrilhamento de taquicardias venosas em humanos após o isolamento de veias pulmonares, corroborando a hipótese de fenômeno reentrante. No entanto, a documentação de atividade elétrica espontânea em tecido venoso após o isolamento elétrico das veias pulmonares em humanos demonstra que a presença de automatismo intrínseco deste tecido também existe.

Apesar de todas as evidências apontarem para as veias pulmonares como origem da maioria das taquicardias indutoras da fibrilação atrial, outras formas de taquicardia também podem induzir esta arritmia, inclusive algumas taquicardias supraventriculares de fácil manejo por terapia ablativa.<sup>40</sup>



**Figura 2** Registro durante estudo eletrofisiológico demonstrando isolamento elétrico de uma veia pulmonar

Traçado composto de 6 derivações de eletrocardiograma de superfície (I, II, III, aVf, V1 e V6), 4 traçado correspondentes ao cateter circular posicionado no óstio da veia pulmonar superior direito. (lasso P, 4, 3, lassoD), dois traçados referentes ao cateter de mapeamento e ablação (RFP e RFD) e dois traçados referentes ao cateter posicionado no seio coronariano (SCP e SCD) em velocidade de 50mm/s e 10 mm/mV.

Nota-se a quase ausência de despolarizações no cateter posicionado em óstio da veia pulmonar, exceto por eventuais polarizações (\*) que constituem ectopias venosas com bloqueio de saída para o átrio esquerdo, uma vez não se observa onda P ou potencial correspondente no cateter de seio coronariano. Por sua vez é possível se observar uma extrasístole atrial (seta) registrada no cateter de seio coronariano e que inscreve onda P no eletrocardiograma. No entanto, não há registro correspondente no cateter posicionado no óstio na veia pulmonar, configurando bloqueio de entrada do átrio para esta veia. Por estes achados concluímos existe a completa desconexão entre o átrio esquerdo e a veia pulmonar.

## 2.6 Mecanismos de manutenção

As evidências tem se acumulado de que o mecanismo de perpetuação da fibrilação atrial seria a reentrada. No entanto, a natureza do fenômeno reentrante ainda é alvo de debate. A fibrilação atrial pode ser resultado da ruptura de múltiplas ondas reentrantes aleatórias ou de um ou mais rotores fixos (“onda mãe”) gerando frentes de onda que se dividem em diferentes direções. Ambos os mecanismos já foram demonstrados em estudos experimentais<sup>41,42</sup>.

O mecanismo de rotor fixo tem acumulado evidências mais recentes. Estudos de análise espectral e modelos experimentais onde a fibrilação atrial seria interrompida por criablação de uma única região discreta suportam este modelo<sup>43</sup>. A documentação de que estes rotores seriam mais freqüentes no átrio esquerdo e o átrio direito seria ativado passivamente<sup>44</sup> seria uma explicação da quase inefetividade de abordagem isolada do átrio direito quando comparado ao esquerdo durante procedimentos de ablação<sup>45</sup>.

## 2.7 Sistema Nervoso Autônomo

Numerosos estudos documentaram a influencia do sistema nervoso autônomo na iniciação, manutenção e término da fibrilação atrial. Aumentos do tônus vagal têm sido demonstrados como facilitadores da indução de fibrilação atrial<sup>46</sup>. Desnervação vagal em animais de experimentação tornam a fibrilação atrial mais difícil de induzir. Acredita-se que o aumento da ação vagal leve a diminuição da refratariedade, aumento da sua dispersão e diminua o comprimento das ondas de reentrada. Aumento da ação simpática, por sua vez, leva a aumento de automaticidade e aparecimento de taquicardias atriais.

O uso clínico de procedimentos visando à modulação do tônus vagal, como a ablação ganglionar de plexos autonômicos cardíacos teve um período de grande entusiasmo. No entanto, os resultados clínicos conflitantes levaram a grande limitação no uso destas abordagens. Aparentemente a influencia autonômica é muito complexa e um melhor entendimento de seus mecanismos parece necessário para o desenvolvimento de uma estratégia terapêutica eficaz voltada para a modulação autonômica<sup>47,48</sup>.

## **2.8 Remodelamento atrial.**

O trabalho seminal de Wijfels<sup>15</sup> demonstrou em modelo experimental que surtos de fibrilação atrial repetidos aumentam a probabilidade de indução desta arritmia e sua duração. Este processo ficou conhecido com remodelamento atrial e é a base do entendimento da evolução da fibrilação atrial da forma paroxística para a forma persistente e permanente. Condições patológicas sabidamente associadas à maior incidência de fibrilação atrial, como insuficiência cardíaca<sup>49</sup>, disfunção sinusal<sup>50</sup>, defeito do septo interatrial<sup>51</sup>, bem como o envelhecimento<sup>52</sup> foram associadas a alterações na eletrofisiologia atrial (remodelamento elétrico). Nestas condições, existem alterações na refratariedade e condutividade do tecido atrial, bem como aumento de tecido fibrótico (remodelamento estrutural).

A progressiva influência maior do substrato oriundo do remodelamento atrial é o fator que parece explicar o menor sucesso no controle nos pacientes que apresentam formas persistentes e permanentes. O desarranjo estrutural que leva a aumento dos volumes atriais pode ser tão severo que elimine a função contrátil dos átrios mesmo em vigência de ritmo sinusal<sup>53</sup>.

## 2.9 Anatomia do Átrio Esquerdo e Veias Pulmonares

O átrio esquerdo tem um componente venoso que recebe a drenagem das veias pulmonares, localizado em sua parede posterior, um apêndice digitiforme e uma parede septal que divide com o átrio direito. Em sua maior parte é constituído de paredes lisas, enquanto que o apêndice é coberto de musculatura pectínea. Suas paredes são compostas por uma a três camadas de musculatura, com marcadas variações de espessura. A parte mais espessa é a superior e a mais fina a anterior, em sua porção relacionada à aorta.

As veias pulmonares exibem grandes variações de sua forma, diâmetro, numero e padrão de ramificação. Os orifícios das veias esquerdas têm localização mais cranial do que das veias direitas. As veias superiores se projetam mais anteriormente enquanto as inferiores mais posteriormente. A veia pulmonar superior direita se posiciona em íntima relação com a veia cava superior e o átrio direito e a superior esquerda se posiciona entre o apêndice atrial esquerdo e a aorta descendente. Kato<sup>54</sup> utilizando ressonância magnética estudou 55 pacientes, encontrando 38% de variações anatômicas. O padrão clássico de quatro óstios distintos foi encontrado em 60% dos pacientes estudados, sendo a variação anatômica mais comum o óstio único das veias esquerdas, encontrados em 29%. Drenagens anômalas com veias acessórias à direita foram encontradas em 18% dos casos. A transição para o átrio esquerdo se faz de forma suave, sem indentações marcadas. O óstio das veias pulmonares tem forma ovóide com o diâmetro antero-posterior menor do que o crânio-caudal. Existem prolongamentos musculares do átrio para o interior das veias pulmonares com extensão média de 13 mm e máxima de 25 mm<sup>55</sup>. Estas projeções são mais abundantes nas veias superiores do que nas

inferiores, sendo mais longas nas esquerdas do que nas direitas. As projeções musculares se imbricam na musculatura lisa das veias. A espessura dos prolongamentos é maior na junção veno-atrial e se adelgaça conforme penetra na intimidade das veias. A espessura destes prolongamentos é maior na porção inferior das veias superiores e na superior das veias inferiores. Existem falhas marcadas no arranjo destes prolongamentos constituídos principalmente por tecido fibroso. O arranjo das fibras miocitárias é complexo com fascículos de orientação circular conectados a fascículos com orientação longitudinal<sup>56</sup>. O orifício do apêndice atrial esquerdo se localiza em proximidade ao da veia pulmonar superior esquerda, sendo separado deste por uma dobra de tecido que se apresenta como uma crista ou prega, porém menos marcada e de menor extensão do que a *crista terminalis* encontrada no átrio direito.

A parede posterior do átrio esquerdo guarda relação com o esôfago e a aorta descendente. A parede superior com a artéria pulmonar e os brônquios fonte. A porção ínfero-posterior se relaciona com o seio coronariano.

A existência de um padrão anatômico distinto em pacientes com fibrilação atrial é assunto controverso<sup>57,58,59</sup>.

## **2.10 Estudo por Imagem do Átrio Esquerdo e Veias Pulmonares**

A radiologia convencional produz projeções bidimensionais de estruturas tridimensionais baseadas em suas características de radiotransparência. O estudo do coração é fundamentado quase que inteiramente na análise da silhueta cardíaca. O átrio esquerdo, pelas suas características anatômicas, possui muito pouca expressão na silhueta cardíaca. O seu estudo radiológico convencional é limitado



exclusivamente na análise do deslocamento de estruturas vizinhas, como o esôfago e o brônquio fonte esquerdo, que ocorrem em situações de aumento do seu volume.

A angiografia seletiva das veias pulmonares é um procedimento de fácil execução durante procedimentos de ablação da fibrilação atrial. Ela é capaz de delinear com precisão a anatomia e conformação das veias pulmonares. A região de junção veno-atrial, foi demonstrada ser equivalentemente identificada e mensurada quando comparada com estudo de ressonância magnética<sup>60</sup>.

No entanto, a maioria dos serviços que realizam ablação de fibrilação atrial se utiliza de aquisição prévia de imagens do átrio esquerdo por tomografia computadorizada ou por ressonância magnética. Esta conduta se baseia no fato de que por vezes há a necessidade de utilização de instrumental específico para angiografia das veias pulmonares inferiores e há o aumento de manipulação, do tempo do procedimento e de exposição aos raios X.

Tanto a tomografia computadorizada como a ressonância magnética tem a capacidade de estudar com alto grau de detalhamento o átrio esquerdo e as veias pulmonares<sup>61,62</sup>. A tomografia computadorizada apresenta, no estágio tecnológico atual, maior grau de detalhamento. No entanto, a tomografia computadorizada utiliza radiação X e meios de contraste iodados. Uma vez que os procedimentos de ablação da fibrilação atrial em geral estão associados a elevados tempos de fluoroscopia, este fato deve ser considerado. Técnicas de reconstrução volumétrica são capazes de gerar imagens tridimensionais com alto grau de precisão anatômica, o que facilita a interpretação pelo não especialista, uma vez que este não está familiarizado à análise dos cortes tomográficos.

### 2.10.1 Aquisição de Imagens por Tomografia Computadorizada ou Ressonância Magnética

Ambos os métodos adquirem imagens axiais com espessura menor que 1 ou 2mm. O registro eletrocardiográfico simultâneo permite associar as imagens a uma fase específica do ciclo cardíaco. A resolução espacial da ressonância é menor. Um estudo tomográfico pode chegar resolução de 1024X1024 pixels\*, enquanto a ressonância em geral obtém imagens com 256X128 pixels. A ressonância magnética guarda também uma relação direta entre resolução espacial e tempo de aquisição, o que não acontece com a tomografia computadorizada.

A geração de uma imagem volumétrica advém do tratamento das imagens tomográficas por softwares específicos que geram unidades de imagem volumétrica (voxels). Segue-se a um processo de classificação destes voxels quanto as suas características e a partir daí a atribuição de cores e posterior projeção destes no espaço<sup>63</sup>.

As imagens tridimensionais geradas por estes métodos permitem a visualização do volume da câmara cardíaca preenchida pelo meio de contraste. Portanto elas representam sempre a visualização da superfície endocárdica e não da epicárdica. Técnicas de tratamento de imagem permitem a visualização do interior das câmaras como se o observador estivesse posicionado dentro da mesma (endoscopia virtual).

---

\* Pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels forma a imagem inteira. (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pixel>)

## 2.11 Mapeamento Eletroanatômico

Em eletrofisiologia cardíaca, mapeamento se refere ao uso de variadas técnicas com o intuito de identificar a distribuição espacial e temporal de potenciais elétricos durante um determinado ritmo cardíaco. É um termo amplo, uma vez que o próprio eletrocardiograma convencional de 12 derivações não deixa de ser um modo rudimentar de mapear a propagação temporo-espacial da atividade elétrica cardíaca.

O mapeamento tradicional utilizado durante investigações eletrofisiológicas se baseia na colocação de cateteres em determinadas posições da anatomia cardíaca e avaliar a distribuição temporal da ativação local registrada pelos mesmos. Pode-se ainda estudar a resposta de determinadas perturbações (extra-estímulos) deflagrados em locais estratégicos da anatomia cardíaca (ex: mapeamento por encarrilhamento). O fato de necessitar de posicionamento de múltiplos cateteres, depender de visualização fluoroscópica e os problemas intrínsecos das técnicas de mapeamento por extra-estímulos são as limitações do mapeamento tradicional. Estas limitações são ainda mais notáveis nos casos de circuitos complexos e anatomia difícil e levaram ao desenvolvimento de novas estratégias de mapeamento.

Entende-se por mapeamento eletroanatômico uma representação gráfica onde a informação da atividade elétrica local e a posição espacial da mesma são exibidas conjuntamente. Para tal, utiliza-se uma metodologia de localização espacial da ponta do cateter de mapeamento associado a um software de reconstrução de um modelo tridimensional do volume da câmara cardíaca em estudo. A informação da qualidade do eletrograma local em geral é codificada por cores, na dependência de seu tempo de ativação frente a uma referência temporal

ou sua amplitude. Esta técnica de mapeamento permite a reconstrução da cavidade endocárdica ou da superfície epicárdica cardíaca com grande precisão. Os atuais dispositivos em uso clínico se utilizam de diferentes técnicas de localização do cateter mapeador, mas três tipos básicos de mapa podem ser gerados por estes sistemas:

1. Mapa de ativação: Neste tipo de mapa, a codificação por cores representa o tempo local de ativação. Analisando-se este mapa tem-se a noção da propagação da frente de onda do impulso elétrico durante o ritmo estudado.
2. Mapa de voltagem: Neste mapa, a codificação por cores representa a amplitude do potencial elétrico local. Analisando-se este mapa tem-se a noção da distribuição das amplitudes dos sinais pela cavidade mapeada, podendo-se identificar áreas de atenuação do sinal, que correspondem a tecido eletricamente inativo. Estes mapas mostram excelente correlação com áreas de cicatriz<sup>64</sup>.
3. Mapa Anatômico. Neste tipo de mapa, exhibe-se somente o registro da posição espacial do cateter, sem informação da qualidade do potencial local. É utilizado em procedimentos onde se deseja apenas a orientação anatômica da estrutura para navegação do cateter de ablação com maior precisão.

Os sistemas de mapeamento eletroanatômico mais modernos possuem ainda um recurso recentemente integrado chamado de integração de imagem. Este recurso permite que a informação digital dos cortes tomográficos obtidos por tomografia computadorizada ou ressonância magnética seja inserida no sistema e este realize uma reconstrução volumétrica da câmara em estudo. Esta

reconstrução volumétrica é registrada com a posição espacial real da câmara do paciente durante o procedimento e passa a ser um mapa anatômico de grande precisão para a navegação por cateter e deflagração de lesões por radiofrequência. Este método, em teoria, forneceria detalhes anatômicos muito precisos, evitando extensas manipulações para obtenção de mapas detalhados, principalmente em anatomias complexas.

### 2.11.1 O sistema CARTO

O sistema CARTO (Biosense-Webster) é um sistema de mapeamento eletroanatômico composto de três emissores de campo eletromagnético ultrabaixo, um receptor de referência e um receptor localizado na ponta de um cateter defectível de 7F, dotado de eletrodo capaz de deflagrar energia de radiofrequência. O receptor localizado neste cateter possui três sensores com orientação ortogonal, sendo capaz de localizar a ponta do cateter no espaço e informar sobre sua rotação. O sistema consta ainda de duas unidades de processamento e software para geração de imagens<sup>65</sup>.

O sistema localiza a ponta do cateter baseado na premissa de que o dispositivo receptor gera uma corrente elétrica na dependência da intensidade do campo eletromagnético a que é exposto. A magnitude da corrente gerada será proporcional a distancia da fonte emissora. Como o emissor consta de três unidades geradoras independentes com intensidades diferentes, a ponta do cateter pode ser localizada por triangulação, a semelhança do sistema de posicionamento global (GPS).

Introduzindo-se o cateter na câmara a ser mapeada, o operador posiciona o

cateter na superfície endocárdica e este ponto é adquirido pelo sistema. As informações sobre a posição espacial, o tempo de inscrição do eletrograma em relação a uma referencia fixa predeterminada e a magnitude da voltagem do eletrograma são armazenados. A medida que mais pontos vão sendo adquiridos um software de interpolação vai criando um envelope volumétrico que, na dependência do numero de pontos adquiridos, vai se assemelhando mais e mais ao aspecto real da câmara estudada. As características dos eletrogramas registrados ponto a ponto vão sendo codificadas por cores. O sistema CARTO utiliza o espectro de cores que vai do vermelho ao violeta, sendo o vermelho sempre o menor valor (tempo de ativação mais precoce ou voltagem mais baixa) e o violeta o maior (tempo de ativação mais tardio ou maior voltagem).

O sistema CARTO possui um módulo de integração de imagem (CARTOMERGE) composto de um software de reconstrução volumétrica a partir de cortes tomográficos pré-adquiridos em formato DICOM† e um módulo de registro com a posição anatômica do paciente. O registro do sistema CARTO é feito através de dois algoritmos. Um deles chamado de registro por marco (*landmark registration*), onde pelo menos três pontos são adquiridos sob visão fluoroscópica ou ecocardiográfica em regiões onde seja fidedigna a correlação visual entre eles e a imagem tridimensional reconstruída. Após este registro inicial, mais pontos são adquiridos e um novo registro agora chamado de registro de superfície (*surface registration*) é acionado e a imagem é movida de modo a encontrar a posição de

---

† **DICOM**, abreviação de **Digital Imaging Communications in Medicine** (ou comunicação de imagens digitais em medicina), é conjunto de normas para tratamento, armazenamento e transmissão de informação médica (imagens médicas) num formato eletrônico, estruturando um protocolo. Foi criado, com a finalidade de padronizar a formatação das imagens diagnósticas como Tomografias, Ressonâncias Magnéticas, Radiografias, Ultrassonografias etc. O padrão DICOM é uma série de regras que permite que imagens médicas e informações associadas sejam trocadas entre equipamentos de diagnóstico geradores de imagens, computadores e hospitais. O padrão estabelece uma linguagem comum entre os equipamentos de marcas diferentes, que geralmente não são compatíveis, e entre equipamentos de imagem e computadores, estejam esses em hospitais, clínicas ou laboratórios. (FONTE: <http://pt.wikipedia.org/wiki/DICOM>, acessado em 21/02/2010)

menor distancia entre os pontos adquiridos e a superfície tridimensional reconstruída. Se aceita como imagem adequadamente registrada quando a media do erro de registro (distancia média entre os pontos adquiridos e os pontos da superfície reconstruída) é menor que 3 mm.

## **2.12 Ablação da Fibrilação Atrial**

A ablação da Fibrilação Atrial evoluiu na ultima década de um procedimento investigacional para uma modalidade de tratamento largamente utilizada. Embasada por varias evidências científicas, se tornou uma opção importante de tratamento para alguns subgrupos de pacientes afetados por esta arritmia.

O sucesso no controle clínico da fibrilação atrial varia de acordo com a literatura, na dependência de fatores da população estudada, da técnica utilizada, dos critérios de seguimento e da experiência do grupo executor. Na experiência brasileira<sup>66</sup>, este sucesso encontra-se em 82% (66-100%).

Várias técnicas têm sido descritas para o tratamento da fibrilação atrial por ablação, com diferentes abordagens teóricas e estratégias operacionais distintas. As principais técnicas em uso na atualidade podem ser agrupadas em quatro grandes grupos genéricos.

1. Isolamento segmentar das veias pulmonares: Esta técnica consiste basicamente na canulação do óstio das veias pulmonares individualmente com um cateter multipolar de conformação circular. Este cateter visa identificar as regiões de conexão das veias pulmonares com o átrio esquerdo e guiar as aplicações de radiofrequência para estas regiões obtendo-se a desconexão elétrica

entre estas duas estruturas. (FIGURA 2). Caracteristicamente se realiza o isolamento de todas as veias pulmonares, uma vez que esta prática tem sido associada a maiores taxas de sucesso. De modo geral é necessária a aplicação de radiofrequência entre 20 a 60% do óstio das veias para a obtenção do isolamento.

2. Ablação circunferencial do infundíbulo das veias pulmonares: Esta técnica visa a realização de ablação de uma grande massa de tecido atrial na região infundibular das veias pulmonares ao invés de em sua região ostial. De execução mais difícil tecnicamente, pela maior área a ser ablacionada, esta técnica em geral se utiliza de auxílio de métodos de navegação não fluoroscópica. Esta técnica tem como vantagem a menor incidência de estenose de veias pulmonares, pela aplicação mais proximal e vários grupos têm relatado sucesso clínico melhor com a mesma. Acredita-se que uma maior área de ablação leve também a destruição de outros mecanismos de gênese da fibrilação atrial como rotores ou terminações ganglionares. Hoje existe consenso de que há a necessidade de confirmação eletrofisiológica do isolamento das veias por esta técnica. Isto geralmente é feito pela introdução de cateteres circulares dentro da área ablacionada ou por cuidadoso mapeamento e tentativas de captura de tecido viável por estimulação na área de interesse (Figura 3)
3. Ablação de potenciais atriais contínuos e fragmentados: Descrita por Nadamanee<sup>67</sup> esta técnica visa identificar e ablacionar regiões onde se localizam os potenciais atriais contínuos e fragmentados. Estas seriam descritas como regiões onde houvesse potenciais com



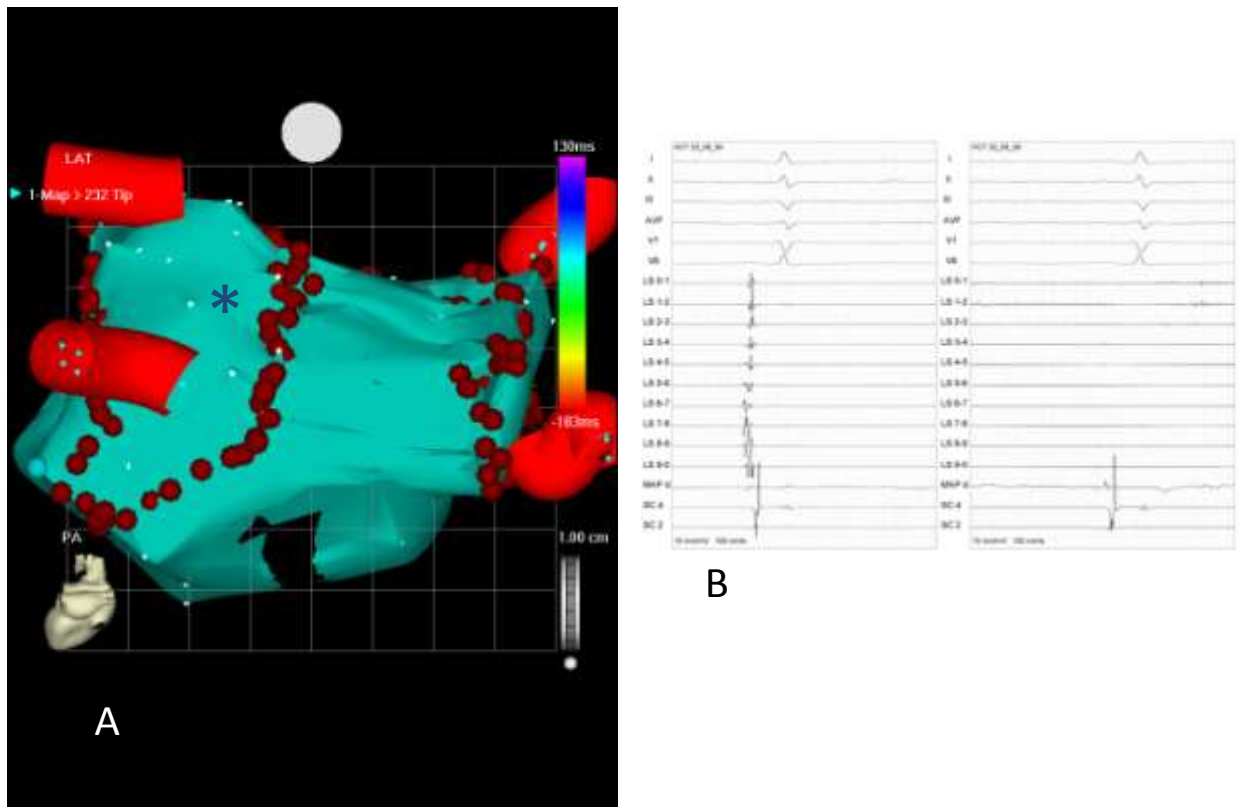
duas ou mais deflexões, perturbação da linha de base por deflexão contínua por mais de 10 s ou ambos. Além disso, o ciclo destes potenciais deveria ser  $< 120\text{ms}$ . Estas regiões seriam áreas de confluência de ondas reentrantes, condução lenta ou pontos “pivot” onde zonas reentrantes se ancorariam em regiões de bloqueio funcional. Esta técnica tem sido utilizada principalmente em pacientes com fibrilação persistente. Atualmente tentativas de detecção automatizada destas regiões tem sido descritas. (Figura 4)

4. Ablação linear: A criação de linhas de bloqueio por radiofreqüência é classicamente utilizada para o controle de arritmias macroreentrantes. No entanto, a adição de linhas de ablação em estruturas como o teto do átrio esquerdo, o istmo mitral, entre outras tem sido descritas como uteis em aumentar o sucesso do procedimento em casos selecionados<sup>68</sup>.

Atualmente é de consenso a importância do isolamento das veias pulmonares como parte fundamental do procedimento, ficando as demais técnicas com papel auxiliar.

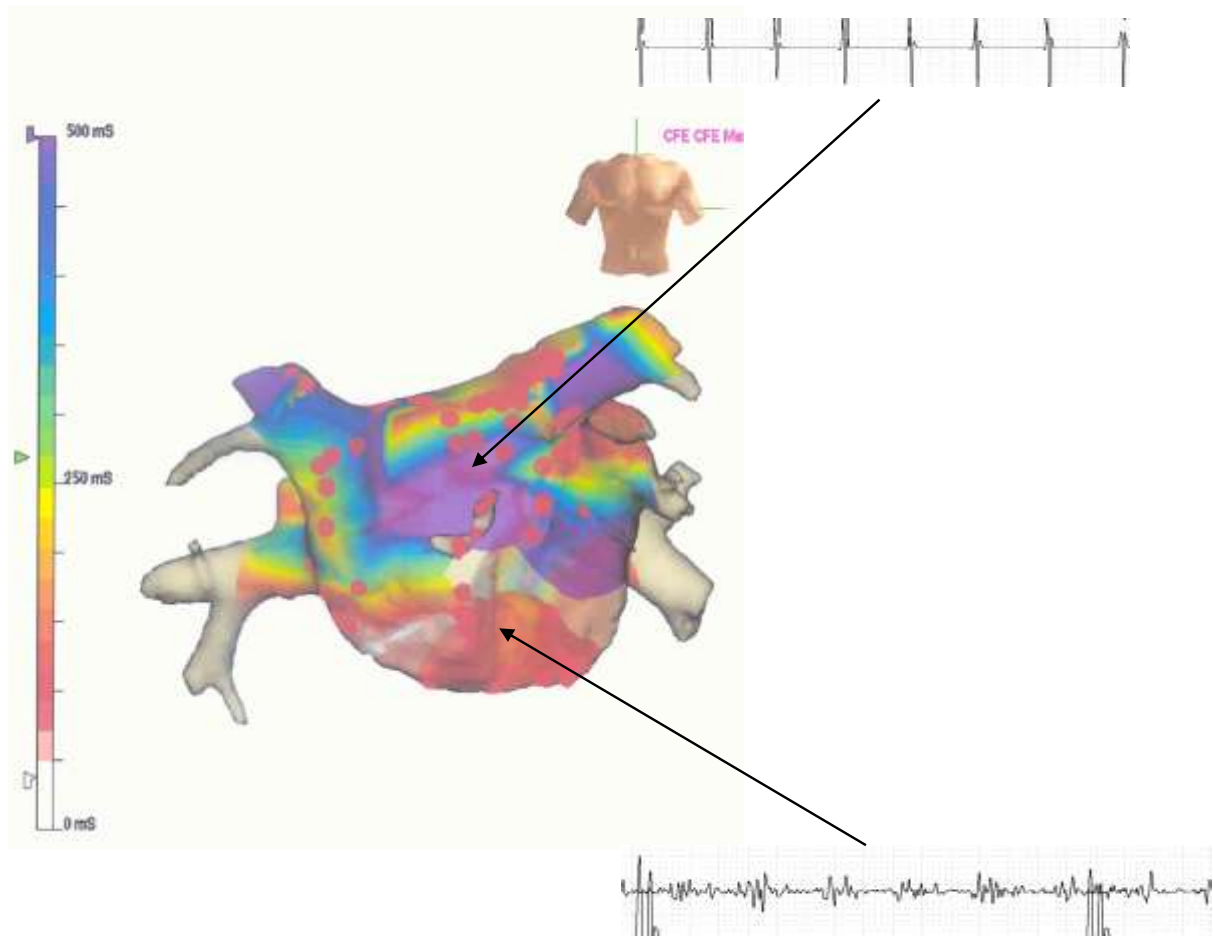
A eficácia da ablação por radiofreqüência tem sido demonstrada por diversos ensaios clínicos randomizados como superior ao tratamento clínico em grupos refratários ao tratamento com pelo menos uma droga antiarrítmica. Piccini<sup>69</sup> em uma meta-análise que envolveu um total de 693 pacientes, detectou importante aumento na presença de ritmo sinusal e redução da hospitalização por todas as causas, com incidência de complicações comparáveis a de outros procedimentos invasivos. Mais recentemente, Wilber<sup>70</sup> em outro estudo multicêntrico, corroborou estes achados e pode demonstrar um significativo incremento na qualidade de vida

nos pacientes submetidos à ablação.



**Figura 3** Exemplo de ablação pela técnica circunferencial infundibular

A esta demonstrada a reconstrução do átrio esquerdo (verde) e veias pulmonares (tubos vermelhos) pelos sistema CARTO. Os pontos vermelho escuro demonstram a área submetida a ablação. O \* demonstra a área onde foi posicionado o cateter circular decapolar. Na figura B estão demonstrado 6 traçados eletrocardiográficos, canais intracavitários referentes ao decapolar circular (LS0-1, LS9-0) e dois traçados referentes ao cateter posicionado em seio coronariano (SC). No painel a esquerda esta o registro antes da ablação e a a direita após a ablação. Note o desaparecimento completo dos sinais intracavitários do cateter circular posicionado na área ablacionada (\*). Isto configura o isolamento elétrico da região infundibular da veia pulmonar em questão. O registro assinalado como MAP se refere ao cateter de mapeamento e ablação.



**Figura 4** Distribuição anatômica de regiões com potenciais atriais contínuos e fragmentados

Imagem de angiotomografia do AE sincronizada com o mapa eletroanatomico de potenciais atriais contínuos e fragmentados (CAFE). As regiões em vermelho representam áreas de maior fragmentação. Os pontos vermelhos representam lesões de RF.

### **3 OBJETIVOS**

---

#### **3.1 Objetivo primário**

Comparar a ablação por radiofrequência utilizando o mapeamento eletroanatômico e o mapeamento eletroanatômico associado à fusão de imagens do átrio esquerdo e veias pulmonares previamente adquiridas por tomografia computadorizada ou ressonância magnética quanto aos seguintes parâmetros.

1. Tempo de procedimento
2. Tempo de fluoroscopia
3. Obtenção do isolamento completo das veias pulmonares
4. Sensação subjetiva de facilidade de execução do procedimento
5. Complicações do procedimento de ablação

#### **3.2 Objetivo Secundário**

Comparar estas duas metodologias de ablação quanto ao sucesso do procedimento.

## 4 PACIENTES E MÉTODOS

---

### 4.1 Disposição Geral

Foi realizada uma análise prospectiva de uma série de pacientes sucessivos, de modo não randomizado, encaminhados para ablação de fibrilação atrial em dois centros que realizam este procedimento utilizando o mapeamento eletroanatômico. Um deles possui o sistema CARTOXP e o outro o sistema CARTOXP com módulo de software que permite a integração de imagens pré-adquiridas (CARTOMERGE). Em ambos os centros os procedimentos foram realizados pela mesma equipe médica.

Após terem sido informados através de consentimento informado, e terem concordado com este, os pacientes foram submetidos ao procedimento em questão e os dados a serem analisados foram armazenados em uma planilha eletrônica e depois submetidos à análise estatística.

Para caracterização da população estudada, os pacientes foram comparados de acordo com: idade, sexo, tipo de fibrilação atrial, escore CHADS2, anatomia do átrio esquerdo, uso de amiodarona, uso de técnicas auxiliares e presença de tentativas prévias de ablação.

Para comparação entre os resultados dos procedimentos pelas duas técnicas estudadas foram utilizados os seguintes parâmetros: Tempo de procedimento, tempo de fluoroscopia, complicações imediatas e no seguimento clínico, número de veias isoladas, sucesso do procedimento em controlar a fibrilação atrial e uma escala subjetiva de facilidade de execução do procedimento.

## 4.2 Seleção de Pacientes

Foram selecionados 78 pacientes de 82 pacientes consecutivos encaminhados para ablação de fibrilação atrial com o sistema CARTO em dois centros, um deles com sistema dotado de integração de imagem e o outro não, no período de março de 2008 a janeiro de 2009.

Os critérios de inclusão foram:

- Preencher os critérios de indicação para tratamento ablativo da fibrilação atrial conforme diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>28</sup>.
- Ter realizado previamente um estudo de imagem do átrio esquerdo e veias pulmonares utilizando ou angiotomografia ou ressonância magnética.

Os critérios de exclusão foram:

- Apresentar contra-indicação a realização do procedimento de ablação por radiofrequência da fibrilação atrial
- Exame de imagem com padrão incompatível com reconstrução pelo sistema CARTOMERGE, nos casos de pacientes selecionados para este grupo
- Ter realizado previamente procedimento de ablação de fibrilação atrial por qualquer abordagem.
- Não ter concordado com o consentimento informado.

### 4.3 Técnica de Ablação da Fibrilação Atrial

Os pacientes foram submetidos à sedação consciente sob supervisão de anestesiológico, conforme técnica já descrita<sup>71</sup>.

O sistema de registro e estimulação cardíaca utilizado foi o EPTRACER (Cardiotek, Holanda) versões 1.64 e 1.80.

Previamente ao procedimento suspensa a warfarina oral, em caso de utilização da mesma, até a normalização do INR. O paciente era mantido em uso de enoxaparina na dose de 1mg/Kg de peso até a véspera do procedimento. Um ecocardiograma transesofágico era realizado previamente ao procedimento para afastar possíveis trombos endocavitários.

Foram realizadas três punções independentes de veia femoral utilizando-se a técnica de Seldinger. O acesso ao átrio esquerdo foi feito com dupla punção transeptal pela técnica de Croft modificada<sup>72</sup>. Nos casos de dificuldade, recorria-se ao auxílio do ecocardiograma intracardíaco. Após o acesso transeptal, heparina venosa era feita e mantido o tempo de coagulação ativado entre 250 a 350 segundos.

Para ablação foi utilizado um cateter de 3,5mm com sistema de irrigação aberta (Navistar Thermocool-Biosense-Webster), conectado a uma bomba infusora (coolflow-Biosense-Webster) acoplada ao gerador de radiofrequência Stockert 70 (Biosense-Webster). A energia de radiofrequência máxima utilizada variou de 15 a 30W sob fluxo de irrigação de 17ml/h de solução salina. Utilizamos ainda um cateter decapolar de curva pré-moldada circular (Lasso 2515-Biosense-Webster) com raio variável para análise dos potenciais do infundíbulo das veias pulmonares.

A técnica utilizada nos pacientes paroxísticos foi a de isolamento

circunferencial do infundíbulo das veias pulmonares confirmado pelo registro no cateter Lasso. Era tentado o isolamento utilizando-se uma área alargada, distal ao óstio das veias pulmonares.

Nos pacientes persistentes a técnica utilizada foi de isolamento circunferencial do infundíbulo das veias pulmonares confirmado pelo registro do cateter lasso como primeiro estágio. Caso não houvesse reversão da fibrilação ao ritmo sinusal era realizada a ablação de áreas de potenciais contínuos e fragmentados até que houvesse reversão ou organização em taquicardia atrial. No caso desta última, era realizado o mapeamento eletroanatômico de ativação para identificação do circuito da taquicardia e ablação do mesmo. Após ablação de áreas fragmentadas, uma vez o paciente permanecendo em fibrilação atrial, era da opção do operador a criação de linhas empíricas no teto do átrio esquerdo e no istmo entre a veia cava inferior esquerda e a válvula mitral. A ablação do istmo atrial direito foi realizada somente nos pacientes com documentação clínica de *flutter* atrial típico.

A técnica de proteção esofágica variou durante o estudo. Utilizamos marcação com sonda radiopaca nos primeiros, com diminuição da potência nos locais justa-esofágicos nos primeiros 71 pacientes. Nos sete últimos iniciamos a utilização de termômetro esofágico.

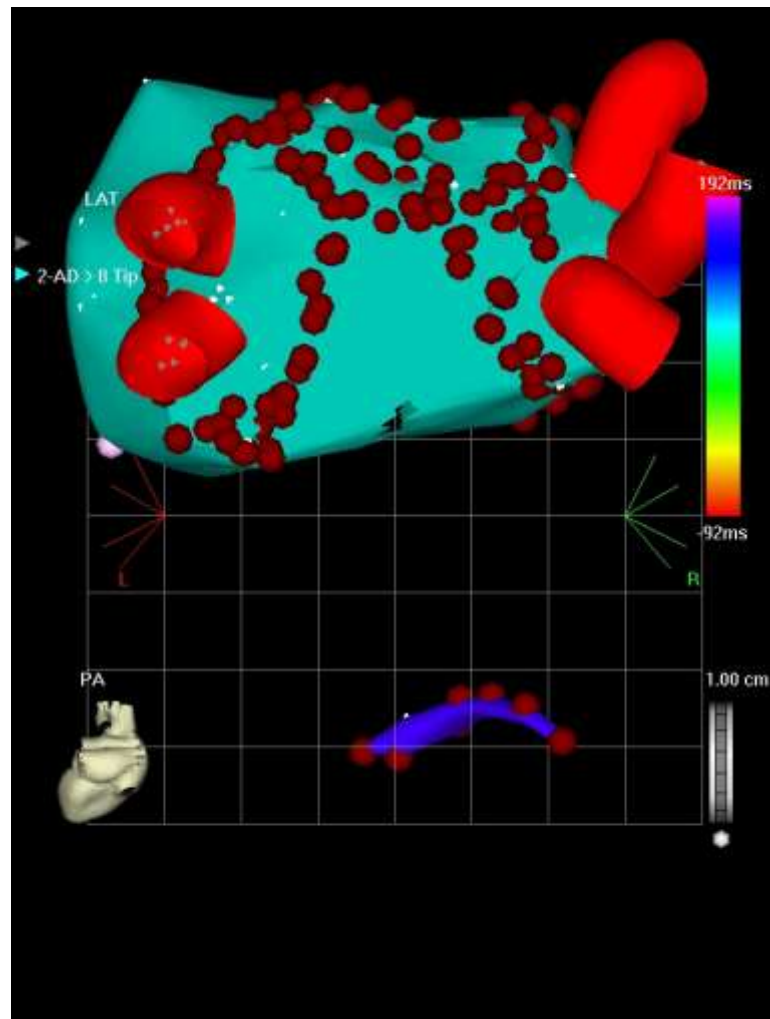
Após o procedimento, as bainhas eram retiradas após confirmação de tempo de coagulação ativada menor que 180 segundos. Iniciava-se terapia com warfarina e os pacientes eram mantidos com enoxaparina até que se atingisse o INR entre 2 e 3. Drogas antiarrítmicas e anticoagulação plena eram mantidas por pelo menos três meses e sua suspensão ou não após este período era feita numa análise caso a caso. Os pacientes recebiam terapia com inibidores de bomba de próton por quinze dias após o procedimento.



#### 4.4 Mapeamento eletroanatômico

Para construção dos mapas eletroanatômicos, utilizamos o modo de mapeamento anatômico (*anatomical map*) do sistema CARTO, uma vez que somente a informação da anatomia atrial e das veias pulmonares foi utilizada para a navegação do cateter e criação das lesões neste tipo de ablação.

A região do átrio esquerdo foi criada por movimentos sucessivos do cateter de mapeamento nas diversas paredes atriais até o total preenchimento do volume da cavidade. O limiar de preenchimento (*fill threshold*) utilizado foi de 15 unidades. Para a definição da região das veias pulmonares, utilizou-se dos seguintes critérios: ausência de sinal intracavitário, impedância do cateter  $> 110\Omega^{73}$  e critérios fluoroscópicos. A anatomia das veias era demonstrada utilizando uma ferramenta específica do Sistema CARTO que envolve os pontos obtidos por uma forma tubular. A região da válvula mitral foi definida pela presença de potenciais atriais e ventriculares no mesmo registro. (Figura 5)



**Figura 5** Exemplo de um caso de ablação de fibrilação atrial utilizando o sistema CARTO sem integração de imagens

A Figura em verde representa o volume do átrio esquerdo reconstruído ponto a ponto. Os tubos vermelhos são reproduções virtuais das veias pulmonares. Os pontos em vermelho escuro representam os pontos de aplicação de radiofrequência. A imagem em azul representa a região do istmo atrial direito onde foram feitas aplicações uma vez que este paciente apresentava concomitantemente um flutter atrial.

#### 4.5 Integração de Imagens

As imagens pré-adquiridas de angiotomografia ou ressonância magnética eram gravadas em formato DICOM em um CD e inseridas no sistema CARTOMERGE. Após verificação da adequação dos dados pelo sistema, estes eram importados para o software de reconstrução. O algoritmo de reconhecimento automático do volume preenchido por contraste era verificado e ajustado manualmente e então realizada a reconstrução volumétrica. Seguiu-se a isto a fase de segmentação. As diferentes estruturas eram manualmente marcadas e separadas entre si pelo software, na dependência de sua densidade. As demais estruturas eram então eliminadas até que se permanecesse somente com a imagem referente ao átrio esquerdo e veias pulmonares. Esta imagem então era exportada para o software de mapeamento e navegação do sistema CARTOMERGE.

O registro da imagem pré-adquirida com a posição anatômica real do paciente era feita por uma variação da técnica descrita por Bertaglia<sup>74</sup>.

1. A região das veias pulmonares era definida por introdução do cateter nas mesmas e posterior tração deste, utilizando-se dos parâmetros acima descritos para definição dos limites entre a veia e o átrio esquerdo. A Ferramenta de criação de imagens tubulares do sistema era utilizada para a representação destas veias.
2. Pontos eram obtidos na parede posterior, onde existe menor possibilidade de deformação da anatomia por pressão excessiva do cateter mapeador. Um mínimo de três pontos na região ostial das veias pulmonares era escolhido estes pontos eram assinalados como “marcos anatômicos” (*anatomical landmark*). Por critérios visuais,

pontos tidos como correspondentes na imagem reconstruída eram assinalados como “marcos de superfície” (*surface landmark*). Os marcos anatômicos e de superfície eram pareados e o sistema deslocava a imagem reconstruída para o melhor alinhamento possível entre estes pontos.

3. Uma vez que o sistema informasse que a distância média entre os marcos anatômicos e de superfície não era superior a 3mm e não havia nenhum deles com distância superior a 5mm, alguns pontos adicionais (10-20) eram coletados na parede posterior e era realizado o alinhamento por superfície (*surface alignment*). Este ajuste tenta englobar todos os pontos obtidos na melhor configuração dentro do volume da imagem reconstruída. Uma vez que o sistema informasse que a distância média dos pontos adquiridos e dos pontos do volume da imagem reconstruída era inferior a 3mm o limiar de preenchimento do mapa do sistema CARTO era definido em zero. (Figura 6)

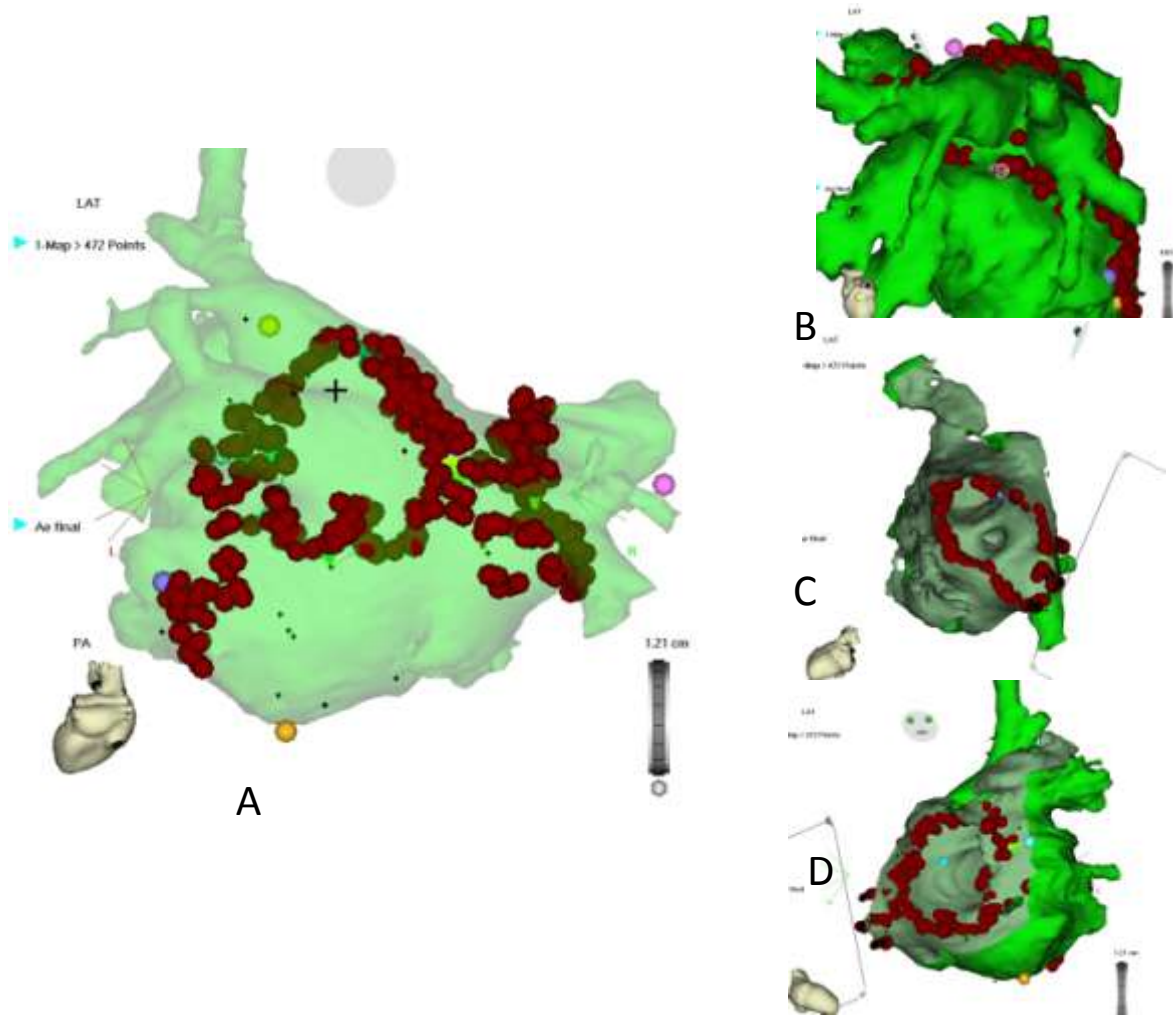
#### **4.6 Aferição do tempo de procedimento e tempo de fluoroscopia**

Definiu-se como tempo total do procedimento aquele correspondente ao tempo entre a punção venosa femoral e a retirada dos cateteres das cavidades cardíacas.

O tempo de fluoroscopia foi determinado pela leitura do contador presente nos equipamentos de fluoroscopia utilizados (arcos em “C” G&E modelo Stenoscope 9000 e Phillips BV LIBRA).

#### **4.7 Isolamento completo das Veias Pulmonares**

Foi considerado como isolamento completo das veias pulmonares, a obtenção de desaparecimento dos potenciais venosos infundibulares no cateter decapolar tipo “lasso” em todas as veias pulmonares presentes no paciente em estudo. A permanência destes potenciais ou a incapacidade de abordagem de determinada veia foi considerado como isolamento incompleto.



**Figura 6** Exemplo de um caso de ablação de fibrilação atrial utilizando o sistema CARTO com integração de imagens (CARTOMERGE)

Em A temos uma visão em PA da reconstrução tomográfica do átrio esquerdo e veias pulmonares registrada com a posição real do paciente (verde). Em vermelho vemos os pontos de aplicação de radiofrequência. Em B um detalhe da região entre a veia pulmonar superior direita e a auricula. Em C e D visões das regiões infundibulares direita e esquerda pelo endocárdio (“endoview”).

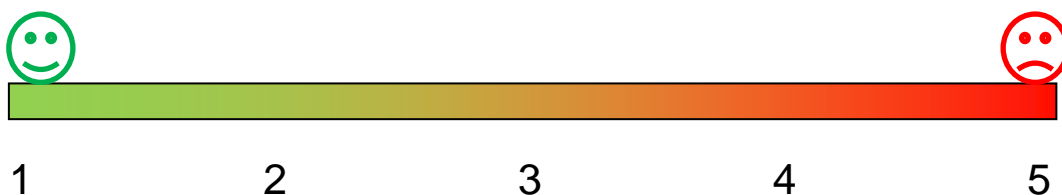
#### 4.8 Complicações relacionadas ao procedimento

Foram consideradas todas as intercorrências clínicas relevantes nas primeiras 24hs após o procedimento como complicações agudas.

No seguimento foram consideradas complicações relacionadas ao procedimento as classicamente já descritas como decorrentes de procedimentos de ablação de fibrilação atrial<sup>75</sup>, como por exemplo: estenose de veias pulmonares, fístula átrio-esofágica, hematomas ou pseudo-aneurismas no sítio de punção, paresia frênica ou gástrica, embolias sistêmicas e trauma valvar mitral.

#### 4.9 Sensação subjetiva de facilidade do procedimento

Ao termino do procedimento de ablação, o operador era solicitado a dar uma nota ao grau de dificuldade subjetiva experimentado. Esta nota deveria ser um número inteiro variando de 1 (muito fácil) a 5 (muito difícil).



#### 4.10 Sucesso do procedimento

Os critérios de sucesso do procedimento foram considerados segundo recomendações da *Heart rhythm society* em conjunto com a *European Heart Rhythm Association* e *European cardiac arrhythmias society*<sup>65</sup>.

Foi considerado sucesso completo a ausência de episódios de fibrilação atrial maiores que 30 segundos em monitorização ou sintomas compatíveis com episódios sustentados de fibrilação atrial na ausência de doses terapêuticas de fármacos antiarrítmicos do grupo I ou III.

Foi considerado sucesso parcial a ausência de episódios de fibrilação atrial com as características acima em vigência de drogas antiarrítmicas em doses terapêuticas em pacientes previamente refratários a estas.

Episódios sustentados de taquicardia atrial também foram considerados como insucesso.

As arritmias presentes nos três meses iniciais após o procedimento de ablação não foram consideradas, uma vez que nem sempre tem correlação com o prognóstico.

O seguimento foi feito com visitas aos 15, 30, 60, 90 dias após a ablação e posteriormente com visitas semestrais, ou a intervalos menores, na dependência de sintomas. Episódios sintomáticos com características muito sugestivas de fibrilação atrial, mesmo que não documentados eram considerados. Registros eletrocardiográficos de episódios duvidosos ou assintomáticos eram considerados desde que de duração maior que 30s.

Um Holter de 24hs era solicitado, mesmo na ausência de sintomas, aos 3 e 6 meses de seguimento. Um Holter de 24hs ou monitor de eventos adicional poderia ser solicitado a critério clínico.

Estudo de imagem de veias pulmonares era realizado 90 dias após o procedimento, ou antes, em caso de clínica suspeita de estenose destas veias e comparada ao estudo pré-procedimento.

A anticoagulação era suspensa com base no escore de CHADS2, em



análise caso a caso. De modo geral, ao término do terceiro mês eram suspensas as drogas antiarrítmicas.

#### **4.11 Análise estatística**

O tamanho amostral foi calculado com base nos achados de Kistler et AL<sup>76</sup>, assumindo uma diferença de 30% com poder de 0,8 e  $p < 0,05$  em um mínimo de 38 pacientes em cada grupo.

A comparação entre os grupos CARTO e CARTOMERGE foi feita utilizando o teste de Chi-quadrado. A comparação das médias foi feita pelo teste T de Student.

Foram utilizados os softwares estatísticos PASW statistics v. 18.0.0 de 30 de julho de 2009 e Medcalc versão 11.3.3.0.

## 5 RESULTADOS

---

### 5.1 Casuística

No período de estudo, 84 pacientes foram candidatos a um primeiro procedimento de ablação de fibrilação atrial utilizando o mapeamento eletroanatômico. Destes cinco foram excluídos por não terem realizado previamente estudo de imagem do átrio esquerdo e veias pulmonares ou este estar de má qualidade, o que prejudicava a análise. Em um paciente o procedimento não foi realizado pela presença de trombo em auriculeta esquerda ao ecocardiograma transesofágico prévio. Nos 78 pacientes restantes foi possível a realização do procedimento e o seguimento adequado. Destes 40 pacientes realizaram a ablação pelo sistema CARTO e 38 pelo sistema com integração de imagem CARTOMERGE.

Os dados dos pacientes de ambos os grupos estão arrolados na tabela 1.

Os seguintes pontos merecem destaque:

A média de idade não diferiu estatisticamente nos dois grupos, sendo a mediana do grupo CARTO de 63 anos e do grupo CARTOMERGE de 57 anos.

A predominância foi do sexo masculino nos dois grupos, sem diferença estatisticamente significativa entre eles.

Houve predominância de pacientes com fibrilação atrial paroxística em ambos os grupos, sendo esta mais evidente no grupo CARTO, porém sem significância estatística.

Houve associação de outra arritmia em 3 dos 40 pacientes do grupo CARTO (7,5%), sendo que 2 pacientes apresentavam *flutter* atrial e um taquicardia

reentrante AV nodal. No grupo CARTOMERGE, 4 pacientes (10,5%) apresentavam *flutter* atrial associado.

O escore de CHADS2 médio dos pacientes do grupo CARTO foi de  $1\pm 1$ , variando de 0-3, com moda de 0. No grupo CARTOMERGE o escore CHADS2 médio foi de  $0\pm 1$ , variando de 0-2, com moda também igual a 0. A maior causa de CHADS2 diferente de zero foi hipertensão arterial sistêmica presente em 92% destes pacientes. Somente um paciente apresentava insuficiência ventricular esquerda severa.

Os grupos eram comparáveis também pelo tempo de seguimento, prevalência de anatomia clássica das veias pulmonares, uso de ecocardiograma intracardíaco e pelo uso prévio de amiodarona.

**Tabela 1** Dados descritores dos grupos submetidos a ablação de fibrilação atrial com o sistema CARTO e o sistema CARTOMERGE

	CARTO	CARTOMERGE	p
Média de Idade (anos)	60±12	58±10	0,43
Sexo Masculino	79%	83%	0,62
Moda de escore CHADS2	0(0-3)	0 (0-2)	-
FA paroxística (n)	30	23	0,17
FA persistente (n)	10	15	0,17
Outra arritmia associada (n)	3	4	0,37
Uso de Eco intracardíaco (n)	3	4	0,64
Anatomia clássica das VVPP	81%	79%	0,9
Média do Tempo de seguimento (meses)	12±3,4	11±2,8	0,16
% em uso de amiodarona	57%	46%	0,26

## 5.2 Integração de Imagem

Em todos os pacientes estudados foi possível a integração de imagem com resultado satisfatório. A média do erro padrão do registro de imagem foi de  $2,52 \pm 0,43$  mm. Houve predominância marcada do uso de tomografia como método de imagem, sendo este utilizado em 95% dos pacientes estudados.

## 5.3 Ablação por Radiofrequência

Os dados referentes ao procedimento de ablação por radiofrequência estão arrolados na tabela 2. Não houve diferença significativa no tempo total de procedimento e no tempo de fluoroscopia nos dois grupos. Em ambos foi obtido o isolamento elétrico de todas as veias pulmonares na maioria dos pacientes, também sem diferença estatística entre o uso ou não de integração de imagem.

**Tabela 2** Dados relativos ao procedimento de ablação da fibrilação atrial nos grupos CARTO e CARTOMERGE

	CARTO	CARTOMERGE	p
Tempo de Procedimento (min)	167 $\pm$ 4,8 (120-220)	171 $\pm$ 6,9(120-300)	0,76
Tempo de Fluoroscopia (min)	26,44 $\pm$ 2,4	27,33 $\pm$ 3,0	0,82
Isolamento completo VVPP (n)	30	32	0,31
Sensação subjetiva de facilidade (média $\pm$ DP)	2,47 $\pm$ 0,13	2,68 $\pm$ 0,28	0,001

Quando solicitados a indicar a sensação subjetiva de facilidade do procedimento através de uma escala numérica, os grupos diferiram quanto a este parâmetro. O grupo CARTO apresentou nota média de 2,47 com desvio padrão de

0,13 e moda 2 e o grupo CARTOMERGE nota de 2,68 com desvio padrão de 0,28 e moda igual a 3. Houve significância estatística.

#### 5.4 Seguimento

Os pacientes foram seguidos por uma média de tempo de  $12\pm 3,4$  e  $11\pm 2,8$  nos grupos CARTO e CARTOMERGE respectivamente sem diferença estatística.

As complicações observadas estão arroladas na tabela 3.

**Tabela 3** Complicações observadas relacionadas a ablação de Fibrilação atrial nos grupos CARTO e CARTOMERGE

complicação	CARTO	CARTOMERGE
Estenose de VP clinicamente significativa	0	0
Tamponamento	0	0
Embolismo	0	0
Fistula átrio-esofágica	0	0
Complicações vasculares sítio de punção	2	1
Edema agudo de pulmão	0	1

Nesta série de casos, o sucesso total foi de 70,5%, sendo o sucesso dos pacientes paroxísticos de 80,4% e dos persistentes de 51,9%.

Quando comparamos os grupos CARTO e CARTOMERGE quanto ao sucesso total, sucesso com e sem drogas e a ocorrência de taquicardias atriais não houve diferença significativa entre os grupos. Estes resultados estão arrolados na tabela 4

**Tabela 4** Sucesso do procedimento de ablação nos grupos CARTO e CARTOMERGE

	<b>CARTO</b>	<b>CARTOMERGE</b>	<b>p</b>
Sucesso Total	30	25	0,37
Sucesso sem drogas AA	20	20	0,27
Taquicardias Atriais pós ablação	2	1	0,96
Sucesso FA paroxística	23	19	0,43
Sucesso FA persistente	7	6	0,14

## 6 DISCUSSÃO

---

O tratamento por ablação da fibrilação atrial vem ganhando espaço como ferramenta útil para controle desta arritmia. Inicialmente restrito a pacientes com documentação de taquicardia atrial com degeneração para fibrilação e voltado para o mapeamento da “veia culpada”, hoje se encontra indicado para pacientes com fibrilação atrial paroxística refratária a apenas uma droga terapêutica e a vários pacientes com fibrilação atrial persistente. Uma quantidade enorme de evidências tem se acumulado demonstrando sua superioridade ao tratamento clínico, seu impacto positivo na qualidade de vida e no remodelamento atrial.

Várias técnicas têm sido descritas ao longo dos anos para o tratamento por ablação da fibrilação atrial. Estas variam quanto ao uso de tecnologias auxiliares, modalidades de confecção das linhas de ablação e critérios de sucesso intra-procedimento. No entanto, alguns pontos são de consenso:

- A ablação do óstio/antra das veias pulmonares é a base do procedimento de ablação da fibrilação atrial
- O objetivo deve ser o isolamento completo das veias pulmonares
- Cuidadosa identificação da junção átrio-veia deve ser realizada para evitar estenose das veias pulmonares
- Em pacientes com fibrilação atrial persistente, o isolamento por si só das veias pulmonares pode ser insuficiente.

O átrio esquerdo guarda características únicas quando comparado com as outras câmaras cardíacas. Não existe acesso direto através do território vascular, necessitando de uso de acesso transeptal, sua projeção fluoroscópica é pobre, sua

anatomia complexa e a pouca espessura de suas paredes, bem com sua complacência reduzida tornam maior a possibilidade de perfuração com a manipulação dos cateteres. Além disso, uma quantidade grande de estruturas extracardiácas guarda íntima relação com ele e podem ser alvos inadvertidos de lesões por aplicações de radiofrequência.

Os procedimentos de ablação da fibrilação atrial são complexos e envolvem aplicações de radiofrequência em áreas extensas de tecido. Somando-se isto ao tempo de acesso ao átrio esquerdo e as angiografias necessárias para caracterização das veias pulmonares, temos um procedimento longo e associado a extenso uso de fluoroscopia. Estima-se que um procedimento tradicional de ablação de fibrilação atrial, sem uso de técnicas auxiliares de navegação, esteja associado a uma dose de entre 19-27mSv<sup>77</sup> de exposição à radiação X. Esta dose levaria a um excesso teórico de risco de morte por neoplasia maligna de 0,07-0,1%.

Todas estas razões têm levado a que um grande número de eletrofisiologistas advogue o uso de técnicas auxiliares de navegação e mapeamento para estes procedimentos. O uso de diversas destas técnicas auxiliares tem demonstrado aumento no sucesso do procedimento<sup>78,79</sup> e diminuição do tempo de fluoroscopia.

O mapeamento eletroanatômico é capaz de gerar reconstruções virtuais das câmaras cardíacas. Estas reconstruções guardam relações de volume com as câmaras reais e são capazes de guiar a aplicação de radiofrequência a regiões pré-definidas com precisão<sup>80</sup>. No entanto, a reconstrução de imagens ponto a ponto pode ser trabalhosa e consumir grande quantidade de tempo em uma estrutura complexa como o átrio esquerdo e as veias pulmonares. A ferramenta de construção de estruturas tubulares do sistema CARTO, freqüentemente utilizada para



representar virtualmente as veias pulmonares, tem limitações. Dentre elas ressaltamos o fato de que o óstio destas estruturas é ovóide e não circular e o diâmetro real das estruturas venosas não é constante. Algumas regiões do átrio esquerdo são mais complacentes, podendo ser empurradas para fora de sua posição anatômica pelo cateter mapeador, levando a distorções. Além do mais, áreas de difícil posicionamento do cateter podem ser menos mapeadas levando também a erros de reconstrução. No entanto, mesmo com estas limitações, a navegação utilizando estes modelos virtuais tem se mostrado eficaz em guiar a ablação de fibrilação atrial<sup>81,67</sup> e ainda fornecer informações preditivas de sucesso do procedimento<sup>82</sup>.

O desenvolvimento de técnicas de aquisição de imagem por tomografia de multidetectors e avanços na tecnologia de aquisição de imagens sincronizadas ao ciclo cardíaco permitiram o estudo de estruturas em movimento, como o coração, com graus crescentes de detalhamento anatômico. Os softwares de reconstrução de imagem tridimensional tornaram estas imagens de muito fácil interpretação para o não especialista, que muitas vezes não tem familiaridade com a anatomia tomográfica. A possibilidade de segmentação das estruturas por estes softwares permite uma “dissecção” virtual aumentando o grau de compreensão da anatomia do paciente em questão. Estas tecnologias têm melhorado o planejamento operatório de cirurgias em diversas áreas<sup>83,8485</sup>.

O uso destas tecnologias de imagem foi rapidamente adicionado ao rol de exames complementares do eletrofisiologista dedicado a ablação de fibrilação atrial. O conhecimento prévio da anatomia das veias pulmonares e a possibilidade de monitorização de eventuais estenoses das mesmas levaram ao uso freqüente e por vezes rotineiro destes estudos nos pacientes que são submetidos a este tratamento.

Registro de imagens é uma área do conhecimento que tem ganhado imensa importância, com uso em diversos campos como engenharia, astronomia e medicina. Em medicina especificamente tem sido utilizada com dois propósitos principais. Integrar informações geradas por duas modalidades de análise diferentes (exemplo imagens por cintigrafia de emissões de pósitron e tomografia computadorizada ou sinais de eletroencefalograma e ressonância magnética) para gerar uma representação gráfica única ou integrar uma imagem pré-adquirida com a posição anatômica real do paciente, permitindo melhor execução cirúrgica. As bases teóricas do registro de imagens são complexas e envolvem diferentes metodologias<sup>86</sup>.

O uso de integração de imagens em procedimentos de ablação de fibrilação atrial, portanto, possui uma sólida base teórica. Em tese o mesmo poderia ser capaz de diminuir o tempo de fluoroscopia, por dispensar a criação de um mapa detalhado, diminuir as complicações associadas à deflagração de lesões em territórios inadvertidos e melhorar o sucesso por promover um posicionamento mais adequado das linhas de ablação.

Alguns questionamentos têm sido levantados quanto à metodologia de registro de imagens do sistema CARTOMERGE. Zhong<sup>87</sup> relatou ausência de acurácia do sistema de registro em condições clínicas. Outros autores têm descrito importantes efeitos do ciclo respiratório ou de variações de volemia como possíveis indutores de erro para o registro adequado em procedimentos de ablação.<sup>88</sup>

No entanto, esta metodologia tem obtido aceitação para uso clínico na maioria dos centros onde está disponível. A experiência no uso desta ferramenta tem levado ao desenvolvimento de estratégias visando minimizar possíveis indutores de erro de registro, como aquisição de pontos em áreas suscetíveis a deformação

ou uso de ecocardiograma intracardíaco<sup>89</sup>. O uso de estruturas extra cardíacas com pouca mobilidade como a aorta foi descrito por Dong<sup>90</sup> como uma estratégia útil para promover registros acurados em um modelo experimental.

A nosso ver, o uso de fusão de imagens teria de satisfazer alguns critérios para se mostrar clinicamente útil em procedimentos de ablação de fibrilação atrial: promover redução do tempo de procedimento e fluoroscopia, aumentar a segurança e o sucesso clínico do procedimento e ser uma ferramenta confortável para o uso no dia a dia do laboratório de eletrofisiologia. Para tal algumas premissas tiveram que ser assumidas. A fusão de imagens teria de ser realizada com um protocolo rápido, utilizando poucos pontos de aquisição. Um método de registro que requeresse longos mapeamentos impactaria negativamente na redução de fluoroscopia e além do mais, a aquisição de múltiplos pontos leva a geração de um mapa com precisão anatômica crescente, tornando-o teoricamente muito semelhante à imagem pré-adquirida, não oferecendo vantagem adicional. O registro de imagens teria de ser realizado com estruturas dentro do próprio átrio esquerdo, uma vez que nossa metodologia de ablação não se utiliza de acesso arterial, a confecção deste acesso para coleta de pontos na aorta aumentaria a instrumentalização e seria fonte potencial de aumento de complicações vasculares locais. Somente a fluoroscopia deveria ser utilizada para obter pontos para o registro. O uso de métodos como o ecocardiograma intracardíaco para obter informações anatômicas para o registro poderia contaminar o efeito da fusão de imagens uma vez que esta tecnologia por si só pode ter um papel no sucesso do procedimento. Bertaglia<sup>64</sup> descreveu um método com aquisição de poucos pontos todos baseados na parede posterior do átrio esquerdo que atendia as características desejadas por nós.

A tomografia foi utilizada na maioria da amostra. A preferência por este

método se deveu provavelmente a melhor qualidade das imagens quando comparadas as da ressonância. Um estudo tomográfico para aquisição de imagens do átrio esquerdo e veias pulmonares promove uma exposição radiológica entre 8-13mSv<sup>91</sup>. Este fato deve ser levado em consideração quando o intuito é diminuir a exposição a radiação X na prática clínica. Neste estudo a aquisição de imagens foi pré-requisito para ambos os grupos. Isto visou eliminar uma possível interferência do conhecimento ou não da anatomia nos parâmetros estudados.

Alguns estudos tentando esclarecer este problema têm sido relatados recentemente na literatura com resultados conflitantes. Martinek<sup>92</sup> relatou um estudo com 100 pacientes consecutivos onde realizou de forma não randomizada ablações guiadas por sistema CARTO num primeiro grupo de 53 pacientes e com integração de imagem nos 47 seguintes. Este autor pode demonstrar um ganho de resultado em um seguimento pequeno de 17%, com significância estatística. Este autor também pode descrever uma diminuição significativa de estenose grave de veias pulmonares. No entanto, algumas limitações deste estudo devem ser levantadas. A realização de procedimentos em dois grupos seqüenciais adiciona o fator de ganho de experiência com o procedimento de ablação como um todo, com o passar do tempo. O índice de estenose grave de veias pulmonares encontrado no grupo sem fusão de imagem foi muito expressivo (5,6%, sendo que no registro mundial de ablação de fibrilação atrial foi de 1,3%<sup>93</sup>) e o seguimento foi pequeno (6 meses). Em sua série, Martinek não foi capaz de demonstrar benefício em redução dos tempos de procedimento e fluoroscopia.

Tang<sup>94</sup> conduziu um estudo prospectivo randomizado com 81 pacientes comparando as duas técnicas, com um seguimento de aproximadamente um ano. Nesta comparação este autor não pode demonstrar incremento do sucesso do

procedimento pelo uso de fusão de imagens, porém pode demonstrar uma redução no tempo de fluoroscopia e do tempo de procedimento. Em termos de complicações não houve diferença entre os grupos.

Kistler<sup>95</sup> conduziu um estudo prospectivo randomizado com 80 pacientes, sendo que este autor não conseguiu demonstrar nenhum benefício do uso da integração de imagens no tocante ao sucesso do procedimento nem ao tempo de fluoroscopia, tempo total de procedimento, tempo de isolamento individual de cada veia, número de novas intervenções ou tipo de arritmia presente na recorrência.

Della Bella<sup>96</sup> conduziu um estudo prospectivo randomizado utilizando um grande número de pacientes tentando estudar a influencia de integração de imagens. Infelizmente o grupo controle utilizado foi o de isolamento tradicional das veias pulmonares guiado por fluoroscopia. Este desenho não individualiza o processo de fusão de imagens no resultado, uma vez que vários estudos têm demonstrado o papel do mapeamento eletroanatômico tradicional em promover incremento de sucesso clinico e redução de tempo de fluoroscopia.

Bertaglia<sup>97</sup> descreveu em uma análise do registro italiano de procedimentos de ablação com 573 pacientes de 12 centros, tendo demonstrado um importante incremento de sucesso do grupo de integração de imagens com o grupo de ablação guiada por fluoroscopia apenas e o grupo de mapeamento eletroanatômico tradicional. No entanto, a metodologia de análise de registros sofre importante impacto da metodologia de acompanhamento, das variações individuais de técnica do procedimento e a nosso ver, mais significativamente da experiência de cada centro na execução de procedimentos de ablação de fibrilação atrial. Existe uma clara tendência de centros com maior experiência e volume de procedimentos terem agregado maior disponibilidade de tecnologias como o mapeamento

eletroanatômico, portanto esta variável não pode ser descartada da análise destes dados.

Caponi<sup>98</sup>, recentemente realizou um estudo de modo prospectivo randomizado em que pode demonstrar somente um efeito da integração de imagens em diminuir o tempo de fluoroscopia, sem papel no resultado da ablação.

Em nosso estudo, comparamos os grupos de dois centros, um dispendo da tecnologia de integração de imagem e outro não. No mais, todo o procedimento não sofreu variações de técnica ou operador, uma vez que os mesmos profissionais atuavam nos dois centros. Apesar de não ter havido uma aleatorização clássica da amostra, ela não apresentava distinções consideráveis nos parâmetros considerados importantes para a comparação entre os grupos. O estudo foi desenhado com o intuito de individualizar o máximo possível o papel da integração de imagens nos parâmetros estudados. Todos os pacientes, independente de realizarem o estudo guiado pela integração de imagem ou não, foram submetidos ao estudo de imagem prévio com intuito de eliminar uma influencia do desconhecimento de variações anatômicas. A prevalência de variações da anatomia clássica também foi analisada e era semelhante nos dois grupos. Também comparamos o uso de amiodarona entre os grupos. A meia vida longa desta droga poderia ter influencia no resultado do seguimento, caso fosse mais utilizada em um grupo do que no outro. A prevalência do tipo de fibrilação atrial e do uso de ecocardiograma intracardíaco também não variou entre os grupos. O ecocardiograma intracardíaco foi utilizado em alguns casos como auxiliar para a punção transeptal. Como este método também pode auxiliar na correta identificação dos óstios das veias pulmonares e, portanto teoricamente impactar no resultado, resolvemos analisar se não haveria uma não homogeneidade de seu uso entre os dois grupos. Tivemos o cuidado também de

não incluir pacientes nos primeiros meses de utilização do sistema de integração de imagens em nosso grupo, a fim de minimizar o efeito da curva de aprendizado.

Nesta amostra, não pudemos descrever nenhuma influência da integração de imagens na duração total do procedimento, nem no tempo total de fluoroscopia, em concordância com os dados de Martinek e Kiestler. Notadamente o tempo de fluoroscopia destes dois autores foi praticamente o dobro do tempo de nossa amostra, embora o tempo total de procedimento tenha sido semelhante. O mesmo se observa nos dados de Caponi, onde houve diminuição do tempo de fluoroscopia no grupo com integração de imagens, mas este tempo é semelhante ao tempo dos dois grupos de nosso estudo. Isto pode ser explicado pelo alto grau de familiaridade com o uso de mapeamento eletroanatômico do grupo de eletrofisiologistas deste estudo, uma vez que o tempo de uso de fluoroscopia reduz com o tempo de uso do mapeamento eletroanatômico pela equipe médica, podendo chegar a valores próximos de zero em alguns procedimentos<sup>99, 100</sup>.

Em concordância com a maioria dos dados de estudos semelhantes na literatura, em nossa casuística a integração de imagens não impactou no resultado da ablação, tanto agudamente no número de casos com isolamento total das veias pulmonares como no seguimento de um ano. Acreditamos, portanto, que o mapeamento eletroanatômico tradicional fornece informações suficientes para o correto posicionamento das lesões de radiofrequência.

Apesar dos resultados discrepantes na literatura, o uso de integração de imagens tem ganhado aceitação crescente nos serviços que dispõem de tal tecnologia. Uma explicação possível é o aumento na sensação de facilidade de execução do procedimento pela apresentação da anatomia de uma maneira mais agradável e intuitiva. Baseado neste conceito, resolvemos estudar o grau de

satisfação subjetiva com a execução do procedimento através de uma escala numérica de sensação de um procedimento “fácil” ou “difícil”, numa escala variando de 1 a 5. Este em realidade, embora não tenha apresentado um valor muito diferente, foi o único parâmetro com diferença estatística, tanto ao se comparar a nota média como a moda das notas. Novamente, embora esta diferença tenha sido numericamente pequena, aponta para uma maior sensação de “dificuldade” com o procedimento guiado por integração de imagem. Uma vez que a pergunta não era voltada para especificamente a influencia da integração de imagem no processo e sim a sensação global de “facilidade” ou “dificuldade”, uma explicação possível para esta diferença é o alto grau de familiaridade da equipe com o mapeamento eletroanatômico tradicional. A realização em diferentes centros, onde fatores de difícil mensuração podem ter influenciado em sensações subjetivas, também deve ser considerado. Não houve diferença estatística nas complicações clínicas observadas. Em especial nos chamava a atenção à análise da incidência de estenose de veias pulmonares, uma vez que eventuais falhas de registro poderiam levar a aplicações muito distais, aumentando a chance desta complicação, porém a incidência foi de zero nos dois grupos estudados.

Por ultimo, este estudo foi realizado em um grupo com grande experiência em ablação de fibrilação atrial. O impacto de novas tecnologias pode ser minimizado nestas condições. O impacto de utilização de fusão de imagens em operadores em formação pode aumentar o nível de compreensão da anatomia de forma mais importante e ser mais decisivo na alteração dos parâmetros estudados.



## 7 CONCLUSÕES

---

As seguintes conclusões podem ser obtidas da análise dos dados do presente estudo:

1. Não foram observadas diferenças significativas na comparação entre o uso ou não da integração de imagens quanto ao tempo total do procedimento, ao tempo de fluoroscopia, ao isolamento total de todas as veias pulmonares e ao número de complicações decorrentes do procedimento de ablação.
2. Houve incremento modesto, porém com significância estatística na sensação subjetiva de dificuldade em realizar o procedimento de ablação quando se utilizava a integração de imagem.
3. Não houve diferença significativa entre o uso ou não de integração de imagens quanto ao sucesso do procedimento em um seguimento de aproximadamente um ano.

## 8 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

---

A não aleatorização da amostra e a realização do procedimento em dois centros únicos, mas com a mesma equipe médica é uma limitação na extrapolação destes dados para a prática clínica. Estudos prospectivos, randomizados, multicentricos e bem controlados quanto à técnica utilizada e as estratégias de seguimento poderiam preencher as lacunas deste estudo.

A utilização de uma nova técnica por profissionais já amplamente adaptados a realização de procedimentos por outras metodologias limita a análise do uso desta técnica em grupos com diferentes graus de experiência com ablação de fibrilação atrial. O estudo do impacto do sistema eletroanatômico e da integração de imagem em profissionais em formação merece um estudo mais detalhado.

A sensação subjetiva do impacto de fusão de imagem na realização do procedimento foi o único parâmetro a alcançar diferença significativamente estatística. No entanto, na forma como foi estudada, pode ter sofrido variações de difícil mensuração relativas aos diferentes ambientes de realização do procedimento e de familiaridade da equipe com o método eletroanatômico sem fusão de imagens.

## REFERÊNCIAS

---

- 1 Oral H. *Atrial Fibrillation, Mechanisms, Features and Management*. IN: Zipes DP, Jalife J, editores. *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside*, 5ª Edição. Pensilvania: Elsevier; 2009. p. 512-21
- 2 Bunch TJ, Weiss JP, Crandall BG, May HT, Bair TL, Osborn JS, Anderson JL, Muhlestein JB, Horne BD, Lappe DL, Day JD. *Atrial Fibrillation is Independently Associated with Senile, Vascular, and Alzheimer's Dementia*. *Heart Rhythm*. 2010 7:433-7.
- 3 Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. *Spontaneous Initiation of Atrial Fibrillation by Ectopic Beats Originating in the Pulmonary Veins*. *N Engl J Med*. 1998; 339:659-66.
- 4 Zhong H, Lacomis JM, Schwartzman D. *On the Accuracy of CartoMerge for Guiding Posterior Left Atrial Ablation in Man*. *Heart Rhythm*. 2007 ;4:595-602
- 5 Huang Ti Nei Ching Ssu Wen: *The Yellow Emperor's Classic of Internal Medicine*. Ilza Veith (trad) Pelanduk Pub, 1992
- 6 Gregory L, Beevers DG. *ABC of Atrial Fibrillation: History, Epidemiology and Importance of Atrial Fibrillation*. *BMJ*.1995; 311: 1361
- 7 Nothnagel H.. *Ueber Arythmische Herzthatigkeit*. *Deutsches Archiv fur Klinische Medizin* 1876 17: 190-220.
- 8 McMichael J. *History of Atrial Fibrillation 1628-1819. Harvey - de Senac – Laennec* *Br Heart J* 1982; 48:193-7
- 9 Einthoven W. *Le Telecardiogramme*. *Archives Internationales de Physiologie* 1906; 4: 132-64.
- 10 Hering HE. *Das Elektrocardiogramm des Irregularis Perpetuus*. *Deutsches Archiv fur Klinische Medizin*. 1908; 94:205-8.
- 11 Lewis T. *Auricular Fibrillation and Its Relationship to Clinical Irregularity of the Heart*. *Heart*. 1910;1:306-72.
- 12 Lewis T, Drury AN, Bulger HA. *Observations Upon Flutter and Fibrillation VII. The Effects of Vagal Stimulation*. *Heart*. 1921;8:141-70.
- 13 Garrey WE. *The Nature of Fibrillary Contraction of The Heart: its Relation to Tissue Mass and Form*. *Am J Physiol*. 1914;33:397-414

- 
- 14 Moe GK, Abildskov JA. *Atrial Fibrillation as a Self-sustaining Arrhythmia Independent of Focal Discharge*. Am Heart J. 1959; 58:59-70.
- 15 Allesie MA, Lammers WJ, Bonke FI, Hollen J. *Experimental Evaluation of Moe's Multiple Wavelet Hypothesis of Atrial Fibrillation*. IN: Zipes DP, Jalife J, editores Cardiac Electrophysiology and Arrhythmias. Orlando: Grune & Stratton; 1985. p.265-75
- 16 Wijffels M.C., Kirchhof C.J., Dorland R., Allesie M.A. *Atrial Fibrillation Begets Atrial Fibrillation. A study in Awake Chronically Instrumented Goats*. Circulation 1995 92:1954–68
- 17 Kostin S., Klein G., Szalay Z., Hein S., Bauer E.P., Schaper J. *Structural Correlate of Atrial Fibrillation in Human Patients*. Cardiovasc Res 2002 54:361–79.
- 18 Kannel WB, Abbott RD, Savage DD, McNamara PM, *Epidemiologic Features of Chronic Atrial Fibrillation: the Framingham Study*. N Engl J Med. 1982; 306:1018-22
- 19 Gregory Y H Lip, D Gareth Beevers *ABC of Atrial Fibrillation: History, Epidemiology and Importance of Atrial Fibrillation*. BMJ 1995;311:1361:
- 20 Wenckebach K. *Cinchona Derivatives in the Treatment of Heart Disorders*. JAMA 1923;81: 472-4
- 21 Sokolow M. *The Present State of Therapy of The Cardiac Arrhythmias With Quinidine*. Am Heart J 1951;42: 771-97
- 22 Lown B. *Electrical Reversion of Cardiac Arrhythmias*. Br Heart J 1967;29:469-89
- 23 Giannelli, S. Jr., S. M. Ayres, R. F. Gromprecht, E. F. Conklin, and R. J. Kennedy.. *Therapeutic Surgical Division of The Human Conduction System*. JAMA 1967; 199:155-160.
- 24 Slama, R., P. Blondeau, J. Aigueperse, J. Cachera, M. Degeorges, et E. Albou.. *Creation Chirurgicale d'un Block Auriculoventriculaire et Implantation d'un Stimulateur Dans Deux Cas de Troubles du Rhythme Irreductibles*. Arch. Mal. Coeur 1967; . 60:406-422.
- 25 Zachary J, Edgerton JR. *History of Surgery for Atrial Fibrillation*. Heart Rhythm, 2009; 12S (suplemento): S1-4
- 26 Gallagher, J. J., R. H. Svenson, J. H. Kasell, L. D. German, G. H. Bardy, A. Broughton, G. Critelli. *Catheter Technique for Closed-chest Ablation of the Atrioventricular Conduction System*. N. Engl. J. Med 1982. 306:194-200
- 27 Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. *Spontaneous Initiation of Atrial Fibrillation by Ectopic Beats Originating in the Pulmonary Veins*. N. Engl. J. Med 1998;339:659-66

- 
- 28 Oral H, Scharf C, Chugh A, Hall B, Cheung P, Good E et al. *Catheter Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation Segmental Pulmonary Vein Ostial Ablation Versus Left Atrial Ablation*. *Circulation* 2003;108:2355-2360
- 29 Zimerman LI, Fenelon G, Martinelli Filho M, Grupi C, Atié J, Lorga Filho A, et al. *Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes Brasileiras de Fibrilação Atrial*. *Arq Bras Cardiol* 2009;92(6 supl.1):1-39
- 30 Carneiro EF. *O Flutter Atrial e a Fibrilação Atrial* IN: *O Eletrocardiograma 10 Anos Depois*. Rio de Janeiro: Livraria Editora Eneas Ferreira Carneiro; 1989 p.469
- 31 Bernard J. Gersh, MB., Ch.B., D.Phil, Teresa SM. Tsang, M.D., James B. Seward, M.D *The Changing Epidemiology And Natural History Of Nonvalvular Atrial Fibrillation: Clinical Implications* Transactions Of The American Clinical And Climatological Association; 2004 Vol. 115:149-160
- 32 Tsang TSM, Petty GW, Barnes ME, O'Fallon WM, Bailey KR, Wiebers DO, Sicks JD, et al. *The Prevalence of Atrial Fibrillation in Incident Stroke Cases and Matched Population Controls in Rochester, Minnesota: Changes Over Three Decades*. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:93-100.
- 33 Toutouzas K, Synetos A, Drakopoulou M, Stefanadi E, Tousoulis D, Lerakis S, Stefanadis C. *The Role of Inflammation in Atrial Fibrillation: A Myth or a Fact?*. *Am J Med Sci*. 2009;338:494-9.
- 34 Ericson L, Bergfeldt L, Björholt I. *Atrial Fibrillation: the Cost of Illness in Sweden*. *Eur J Health Econ*. 2010; publicação prévia na internet disponível em: <http://www.springerlink.com/content/uq6l152314707217/fulltext.pdf>
- 35 Sherf D *Studies on Auricular Tachycardia Caused by Aconitine Administration*. *Proc Soc Exp Biol NY* 1947;64:233-239
- 36 Brunton TL, Fayrer J, *Note on Idependant Pulsation of the Pulmonary Veins and Vena Cava*. *Proc Royal Soc Lond* 1876 25:174-176,
- 37 Ho S Y, Cabrera J A, Tran V H, Farré J, Anderson R H, Sánchez-Quintana D *Architecture of the Pulmonary Veins: Relevance to Radiofrequency Ablation*. *Heart* 2001;86:265-270
- 38.Perez-Lugones A, McMahon JT, Ratliff NB, Saliba WI, Schweikert RA, Marrouche NF, et L. *Evidence of Specialized Conduction Cells in Human Pulmonary Veins of Patients With Atrial Fibrillation* *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2003;14:803-9
- 39 Takahashi Y, Iesaka Y, Takahashi A. *Reentrant Tachycardia in Pulmonary Veins of Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation*. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14: 927-32.

- 
- 40 Atié J, Andrea E, Maciel W e Araujo N. *Regular Palpitation in a Patient With Paroxysmal Atrial Fibrillation* IN: Brugada J, editor. *Atrial Fibrillation: A Practical Approach*. Barcelona: Prous Science; 2000. p.19-21
- 41 Moe GK, Rheinboldt WC, Abildskov JA. *A Computer Model of Atrial Fibrillation*. *Am Heart J* 1964; 67:200-220
- 42 Jalife J, Berenfeld O, Mansour M: *Mother Rotors and Fibrillatory Conduction: A Mechanism of Atrial Fibrillation*. *Cardiovasc Res* 2002; 54:204.
- 43 Morillo CA, Klein GJ, Jones DL, *Chronic Rapid Atrial Pacing. Structural, Functional, and Electrophysiological Characteristics of a New Model of Sustained Atrial Fibrillation*. *Circulation* 1995; 91: 1588-1595
- 44 Mansour M, Mandapati R, Berenfeld O. *Left-to-right Gradient of Atrial Frequencies During Acute Atrial Fibrillation in the Isolated Sheep Heart*. *Circulation* 2001; 103: 2631-36
- 45 Haissaguerre M, Jais P, Shah D C. *Right and Left Atrial Radiofrequency Catheter Therapy of Paroxysmal Atrialfibrillation*. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996; 7: 1132-44.
- 46 Scherlag BJ, Po S. *The Intrinsic Cardiac Nervous System and Atrial Fibrillation*. *Curr Opin Cardiol* 2006; 21:51
- 47 Pappone C, Santinelli V, Manguso F. *Pulmonary Vein Denervation Enhances Long-term Benefit After Circumferential Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation*. *Circulation* 2004; 109:327
- 48 Scanavacca M, Pisani CF, Hachul D, Lara S, Hardy C, Darrieux F, et al. *Selective Atrial Vagal Denervation Guided by Evoked Vagal Reflex to Treat Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation*. *Circulation*. 2006; 114: 876-85.
- 49 Sanders P, Morton JB, Davidson NC. *Electrical Remodeling of the Atria in Congestive Heart Failure: Electrophysiological and Electroanatomic Mapping in Humans*. *Circulation* 2003; 108: 1461-68.
- 50 Sanders P, Morton JB, Kistler PM, et al. *Electrophysiological and Electroanatomic Characterization of the Atria in Sinus Node Disease: Evidence of Diffuse Atrial Remodeling*. *Circulation* 2004; 109: 1514-22.
- 51 Morton JB, Sanders P, Vohra JK et al. *Effect of Chronic Right Atrial Stretch on Atrial Electrical Remodeling in Patients With an Atrial Septal Defect*. *Circulation* 2003; 107: 1775-82.
- 52 Kistler PM, Sanders P, Fynn SP. *Electrophysiologic and Electroanatomic Changes in the Atrium Associated With Age*. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 109-116.

- 
- 53 Hany D, Prashantan S. Touch Cardiology. *Atrial Mechanical Function - Implications for Catheter Ablation of Atrial Fibrillation* [homepage na internet], disponível em: <http://www.touchcardiology.com/articles/atrial-mechanical-function-implications-catheter-ablation-atrial-fibrillation?page=0%2C2>.
- 54 Kato R, Lickfett L, Meininger G. *Pulmonary Vein Anatomy in Patients Undergoing Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: Lessons Learned by Use of Magnetic Resonance Imaging*. *Circulation* 2003; 107: 2004–10
- 55 Nathan H, Eliakim M. *The Junction Between the Left Atrium and the Pulmonary Veins. An Anatomic Study of Human Hearts*. *Circulation* 1966; 34: 412-22
- 56 Ho SY, Cabrera JA, Tran VH. *Architecture of the Pulmonary Veins: Relevance to Radiofrequency Ablation*. *Heart* 2001; 86: 265270
- 57 Saito T, Waki K, Becker A. *Left Atrial Myocardial Extension Onto Pulmonary Veins in Humans: Anatomic Observations Relevant for Atrial Arrhythmias*. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000; 11: 888-94
- 58 Tagawa M, Higuchi K, Chinushi M, et al. *Myocardium Extending From the Left Atrium Onto the Pulmonary Veins: A Comparison Between Subjects With and Without Atrial Fibrillation*. *PACE* 2001; 24: 1459-63.
- 59 Kholova I, Kautzner J. *Anatomic Characteristics of Extensions of Atrial Myocardium Into the Pulmonary Veins in Subjects With and Without Atrial Fibrillation*. *PACE* 2003; 26: 1348-55.
- 60 Chandrasekhar VR. ; Vinod J ; Lars L; Khurram N; Bradley DJ.; Eldadah Z; et al *Technique and Results of Pulmonary Vein Angiography in Patients Undergoing Catheter Ablation of Atrial Fibrillation*. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 2004, 15: 21-6
- 61 Singhal A, Tomasian A, Sassani A, Deshpande V, Laub G et al *Pulmonary Vein Imaging by 3D Non-contrast, Free Breathing SSFP MR Angiography; a Novel Technique*. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2008, 10 (Suplemento): A57
- 62 Lacomis JM, Wigginton W, Fuhrman C, Schwartzman D, Armfield DR, Pealer KM. *Multi-detector Row CT of the Left Atrium and Pulmonary Veins Before Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation*. *Radiographics*. 2003 23 Spec No:S35-48
- 63 De Paiva AC, Seixas RB, Gattass M. *Introdução à Visualização Volumétrica* [monografia na internet], acessado em 20/02/2010, disponível em: [ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/99\\_03\\_paiva.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/99_03_paiva.pdf)

---

64 Callans DJ, Ren JF, Michele J, Marchilinski F, Dillon SM. *Electroanatomic Left Ventricular Mapping in the Porcine Model of Healed Anterior Myocardial Infarction Correlation With Intracardiac Echocardiography and Pathological Analysis*; Circulation. 1999;100:1744-50

65 Biosense-Webster [homepage na internet], acessado em 21/02/2010. Disponível em: [http://www.biosensewebster.com/products/pdf/B0037Carto\\_V7\\_Bro\\_Fnl.pdf](http://www.biosensewebster.com/products/pdf/B0037Carto_V7_Bro_Fnl.pdf)

66 Fenelon G, Scanavacca M, Atié J, Zimmerman L, Magalhães LP, Lorga Filho A, et AL. *Ablação da Fibrilação Atrial no Brasil: Resultados do Registro da Sociedade Brasileira de Arritmias Cardíacas*. Arq Bras Cardiol 2007; 89:258-62

67 Nademanee, K. et al. *A New Approach for Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: Mapping of the Electrophysiologic Substrate.*; J. Am. Coll. Cardiol 2004: 43, 2044–53

68 Kottkamp H, Tanner H, Kobza R, Schirdewahn P, Dorszewski A, Gerds-Li JH et al. *Time courses and quantitative analysis of atrial fibrillation episode number and duration after circular plus linear left atrial lesions: trigger elimination or substrate modification: early or delayed cure?* J Am Coll Cardiol 2004; 44:869-77.

69 Piccini JP, Lopes RD, Kong MH, Hasselblad V, Jackson K, Al-Khatib SM. *Pulmonary Vein Isolation for the Maintenance of Sinus Rhythm in Patients With Atrial Fibrillation: a Meta-analysis of Randomized, Controlled Trials*. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2009 2:626-633

70 Wilber DJ, Pappone C, Neuzil P, De Paola A, Marchilinski F, Natale A et al. *Comparison of Antiarrhythmic Drug Therapy and Radiofrequency Catheter Ablation in Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation: a Randomized Controlled Trial. - ThermoCool AF Trial Investigators*. JAMA. 2010 ;303:333-340

71 Penna Firme E, Bevilaqua M. *Técnica Anestésica em Procedimentos de Eletrofisiologia*. [resumo] IN: Rev. SOCERJ 1996; 9(3):24

72 Changsheng M, Jianzeng D, Xinchun Y, Lihua S, Xu L, Yingxian, Dayi Hu. *Transseptal Approach - An Indispensable Complement to Retrograde Aortic Approach for Radiofrequency Catheter Ablation of Left-Sided Accessory Pathways* Journal of the Hong Kong College of Cardiology 1995;3: 107-111

73 Christopher C.E. Lang, MB, Gugliotta F, Santinelli V, Mesas C, Tomita T, et al *Endocardial Impedance Mapping During Circumferential Pulmonary Vein Ablation of Atrial Fibrillation Differentiates Between Atrial and Venous Tissue*. Europace 2006; 3 171-178

74 Bertaglia E, Brandolino G, Zoppo F, Zerbo F, Pascotto P. *Integration of Three-Dimensional Left Atrial Magnetic Resonance Images into a Real-Time Electroanatomic Mapping System: Validation of a Registration Method*. PACE 2008; 31 273-282



---

75 Calkins H, Brugada J, Packer DL, Cappato R, Chen SA, Harry J.G, et al. *HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: Recommendations for Personnel, Policy, Procedures and Follow-Up. A Report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation. Developed in Partnership With the European Heart Rhythm Association (EHRA) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), and the Society of Thoracic Surgeons (STS). Endorsed and Approved by the Governing Bodies of the American College of Cardiology, the American Heart Association, the European Cardiac Arrhythmia Society, the European Heart Rhythm Association, the Society of Thoracic Surgeons, and the Heart Rhythm Society.* Heart Rhythm, 2007 4:2-46

76 Kistler PM, Rajappan K, Jahngir M, Earley MJ, Harris S, Abrams D, Gupta D, et al. *The Impact of CT Image Integration Into an Electroanatomic Mapping System on Clinical Outcomes of Catheter Ablation of Atrial Fibrillation.* J Cardiovasc Electrophysiol 2006;17:1093–1101

77 Lars Lickfett L,; Mahesh M, Vasamreddy C, Bradley D, Jayam V, Eldadah Z et al. *Radiation Exposure During Catheter Ablation of Atrial Fibrillation,* Circulation. 2004;110:3003-3010.

78 Oral H, Scharf C, Chugh A, Hall B, Cheung P, Good E at al. *Catheter Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation Segmental Pulmonary Vein Ostial Ablation Versus Left Atrial Ablation,* Circulation. 2003;108:2355-2360

79 Cooper J, Epstein LM. *Use of Intracardiac Echocardiography to Guide Ablation of Atrial Fibrillation* Circulation. 2001;104:3010

80 Gepstein L, Hayam G, Ben-Haim SA, *A Novel Method for Nonfluoroscopic Catheter-Based Electroanatomical Mapping of the Heart In Vitro and In Vivo Accuracy Results* Circulation. 1997;95:1611-1622

81 Fonseca SM, Araújo N, Maciel W, Andréa E, Maia M, Carvalho H, Siqueira L, et al. *Acompanhamento Clínico a Médio Prazo de Pacientes com Fibrilação Atrial Paroxística e Permanente Submetidos a Ablação Circunferencial das Veias Pulmonares com Mapeamento Eletro-anatômico* [resumo]. Arq Bras Cardiol 81 (supl III), 2003 p9

82 Maciel W, Andréa EM, Araújo N; Carvalho H; Belo LG, Siqueira L *Critérios Prognósticos de Sucesso e Recorrência na Ablação Circunferencial para Tratamento da Fibrilação Atrial* Arq. Bras. Cardiol 2007; 88:134-43

83 Scott, JR, Liu D, Said H, Neligan, PC, Mathes, D W. *Computed Tomographic Angiography in Planning Abdomen-Based Microsurgical Breast Reconstruction: A Comparison with Color Duplex Ultrasound.* Plastic and Reconstructive Surgery. 2010;125:446-453

- 
- 84 Corrado T, Massimo R, Costa F, Zerman N, Politi M *Feasibility of Preoperative Planning Using Anatomical Facsimile Models for Mandibular Reconstruction* Head Face Med. 2007; 3: 5
85. Shekhar R, Dandekar O, Bhat V, Philip M, Lei P, Godinez C, Sutton E, et al..*Live Augmented Reality: a New Visualization Method for Laparoscopic Surgery Using Continuous Volumetric Computed Tomography*. Surg Endosc. 2010; 21:1976-1985
- 86 Antoine Maintz JB, Viergever MA. *A Survey of Medical Image Registration* Med cal Image Analys s 1998; 2:1–37
- 87 Zhong H, Lacomis J, Schwartzman D, *On the Accuracy of CartoMerge™ for Guiding Posterior Left Atrial Ablation in Man* Heart Rhythm, 2007; 4: 595-602
- 88 Ector J, De Buck S, Loeckx D, Coudyzer W, Maes F, Dymarkowski S, et al. *Changes in Left Atrial Anatomy Due to Respiration: Impact on Three-dimensional Image Integration During Atrial Fibrillation Ablation..* J Cardiovasc Electrophysiol. 2008;19:828-34.
- 89 Kistler P, Schilling RJ,Rajappan K, Sporton S.*Image Integration for Atrial Fibrillation Ablation—pearls and Pitfalls* Heart Rhythm 2007 4: 1216-1221.
- 90 Dong J, Calkins H, Solomon SB, Lai S, Dalal D, Lardo A, Brem E, Preiss A, Berger RD, Halperin H, Dickfeld T. *Integrated Electroanatomic Mapping with Three-dimensional Computed Tomographic Images for Real-time Guided Ablations*. Circulation 2006;113:186 –194.
- 91 Budoff MJ *Computed Tomography* IN: Budoff MJ. Cardiac CT imaging: Diagnostic of Cardiovascular Disease, Londres: Springer Verlag 2006 pg 19
- 92 Martinek M, Nesser HJ, Aichinger J, Bohem G, Purefellner H. *Impact of Integration of Multislice Computed Tomography Imaging into Three-Dimensional Electroanatomic Mapping on Clinical Outcomes, Safety, and Efficacy Using Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation* PACE 2007;30: 1215- 1223.
- 93 Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Iesaka Y, Kalman J, Kim YH, Klein G, Packer D, Skanes A. *Worldwide Survey on the Methods, Efficacy, and Safety of Catheter Ablation for Human Atrial Fibrillation*. Circulation 2005; 111:1100–1105.
- 94 Tang K, Zhang S, Zhang J, Wei Y, Chen Y, Yu X, Xu Y. *A randomized Prospective Comparison of CartoMerge and CartoXP to Guide Circumferential Pulmonary Vein Isolation for the Treatment of Paroxysmal Atrial Fibrillation*.2008 Chin Med J ;121:508-512
- 95 Kistler P, Rajappan K, Harris S, Earley MJ, Richmond L, Sporton SC, Schilling R. *The Impact of Image Integration on Catheter Ablation of Atrial Fibrillation Using Electroanatomic Mapping: a Prospective Randomized Study* European Heart Journal 2008; 29: 3029–3036.

- 
- 96 Della Bella P, Gaetano F, Cireddu M, Stefania R, Carbucicchio C, Giraldi F et al. *Image Integration-Guided Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: A Prospective Randomized Study.*, J Cardiovasc Electrophysiol 2009; 20:, No. 3:258-265
- 97 Bertaglia E, Bella PD, Tondo C, Proclemer A, Bottoni N, De Ponti R. *Image Integration Increases Efficacy of Paroxysmal Atrial Fibrillation Catheter Ablation: Results From the CartoMerge™ Italian Registry* Europace. 2009;11:1004-10
- 98 Caponi D, Corleto A, Scaglione M, Blandino A, Biasco L, Cristoforetti Y. *Ablation of Atrial Fibrillation: Does the Addition of Three-dimensional Magnetic Resonance Imaging of the Left Atrium to Electroanatomic Mapping Improve the Clinical Outcome?: a Randomized Comparison of Carto-Merge vs. Carto-XP Three-dimensional Mapping Ablation in Patients With Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation.* Europace. 2010;12:1098-104.
- 99 Earley MJ, Showkathali R, Alzetani M, Kistler PM, Gupta D, Abrams DJ et al *Radiofrequency Ablation of Arrhythmias Guided by Non-fluoroscopic Catheter Location: a Prospective Randomized Trial* European Heart Journal 2006; 27: 1223–1229.
- <sup>100</sup> Reddy VY, Morales G, Ahmed H, Neuzil P, Dukkipati S, Kim S, Clemens J, d'Avila A. V. *Catheter Ablation of Atrial Fibrillation without the Use of Fluoroscopy.* Heart Rhythm. 2010 Publicação eletrônica; pubmed PMID: 20637313