

**Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular**

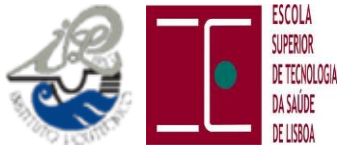
Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

# **Relatório Final de Projeto e Estágio**

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Lisboa, 2014



**Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular**

Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

# **Relatório Final de Projeto e Estágio**

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Orientador: Dr Paulo G. Pedro

Lisboa, 2014

## ***Parte I- Projeto de Investigação***

Avaliação da função ventricular esquerda por  
ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos  
hipertensos voluntários



**Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular**

Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

**Avaliação da função ventricular  
esquerda por ecocardiografia  
bidimensional com VVI em indivíduos  
hipertensos voluntários**

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Lisboa, 2014



**Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular**

Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

**Avaliação da função ventricular  
esquerda por ecocardiografia  
bidimensional com VVI em indivíduos  
hipertensos voluntários**

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Orientador: Dr Paulo G. Pedro

Lisboa, 2014

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Doutor Paulo Pedro, um profundo agradecimento pela orientação, rigor e disponibilidade que sempre demonstrou. Pela sua importância na concretização desta etapa que muito contribuí para o meu crescimento não só como profissional, mas também como pessoa, alargando-me os horizontes, estimulando-me a ir mais além e tentar obter sempre o melhor de mim.

Aos meus pais e irmão, por acreditarem infinitamente nas minhas capacidades e por todo o apoio incondicional e motivação que me deram na realização deste trabalho.

Aos médicos, cardiopneumologistas e assistentes Operacionais do Serviço de Cardiologia do Hospital dos SAMS, em Lisboa pela forma como me receberam, por todo o carinho, simpatia, boa disposição, disponibilidade e por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do estágio.

## RESUMO

**Introdução:** A hipertensão arterial representa um dos fatores de risco mais importantes de doença cardiovascular, originando repercussões significativas na função miocárdica. A ecocardiografia /Doppler é o método de primeira linha para avaliar tais repercussões. Contudo, existem algumas limitações dos métodos de medição por ecocardiografia convencional. A nova ferramenta ecocardiográfica denominada *Velocity Vector Imaging (VVI)* permite a análise de múltiplos parâmetros que compõem a dinâmica de contração do VE caracterizando de forma integral a função sistólica, contrariando as limitações existentes.

**Objetivo:** Avaliar os parâmetros de avaliação da função ventricular esquerda obtidos por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos com hipertensão arterial.

**Metodologia:** Estudo prospetivo de tipologia descritivo/comparativo. Foram estudados dois grupos de indivíduos voluntários: hipertensos e saudáveis, obedecendo aos critérios de inclusão da amostra. Foram avaliados vários parâmetros de ecocardiografia convencional e com técnica VVI. Os parâmetros longitudinais analisados *offline* pelos planos apicais, permitiram descrever e caracterizar a função ventricular esquerda em ambos os grupos e realizar o estudo comparativo. Na análise estatística comparativa foram utilizados os testes *t* de *Student*, *Mann-Whitney* e do *Qui-quadrado*.

**Resultados:** Foram estudados 31 indivíduos hipertensos (20H;11M) e 47 indivíduos saudáveis (27H;20M). Na análise comparativa entre os dois grupos os parâmetros globais médios de *peak systolic* longitudinal de *strain* variam entre -16,72% e -17,80% para indivíduos hipertensos e saudáveis, respetivamente ( $p = 0,102$ ); O valor de *strain rate* longitudinal foi  $-0,98s^{-1}$  e  $-1,03s^{-1}$  para o grupo de hipertensos e saudáveis ( $p = 0,214$ ). A velocidade e o deslocamento longitudinal variaram entre 2,68 cm/s e 5,02mm no grupo de hipertensos, e 3,12 cm/s e 6,11mm para o grupo saudável, respetivamente.

**Conclusões:** A técnica de ecocardiografia com VVI não demonstrou diferenças dos parâmetros de *strain* e *strain rate*, com fração de ejeção e fração de encurtamento do ventrículo esquerdo entre o grupo saudável e hipertenso. Em comparação ao grupo de indivíduos saudáveis, os doentes com HTA apresentaram redução do deslocamento longitudinal e da velocidade de contração longitudinal, o que pode ser indício de uma lesão miocárdica principiante.

**Palavras-Chave:** Hipertensão arterial, Deformação Miocárdica, Ecocardiografia convencional, *Velocity Vector imaging*.

## ABSTRACT

**Introduction:** Hypertension is one of the most important risk factors of cardiovascular disease, causing significant effects on myocardial function. Echocardiography / Doppler is the method of first line to evaluate such effects. However, there are certain limitations of measurement methods by conventional echocardiography. A new echocardiographic tool called Velocity Vector Imaging (VVI) allows analysis of multiple parameters that make up the dynamics of LV contraction featuring integrally systolic function contrary to the existing limitations.

**Aim:** Rate parameters for the assessment of left ventricular function obtained by two-dimensional echocardiography with VVI in individuals with hypertension.

**Methods:** Prospective study of typology descriptive / comparative. Two groups of volunteers were studied: hypertensive and healthy, satisfying the criteria for inclusion in the study. Various parameters of conventional echocardiography and VVI technique were evaluated. The parameters analyzed offline by longitudinal apical view, allowed to describe and characterize the left ventricular function in both groups and perform a comparative study. The comparative statistical analysis were used the test t-Student, Mann-Whitney and chi-square.

**Results:** Were studied 47 healthy subjects (27M;20W) and 31 hypertensive subjects (20m;11W). The comparative analysis between the two groups, the mean global longitudinal parameters of peak systolic strain vary between -16.72% and -17.80% for hypertensive patients and healthy subjects, respectively ( $p = 0.102$ ). The value of longitudinal strain rate was -0.98 s<sup>-1</sup> and -1.03 s<sup>-1</sup> for the group of hypertensive and healthy ( $p = 0.214$ ), respectively. The longitudinal speed and displacement ranged from 2.68 cm/s and 5.02 mm in the hypertensive group, and 3.12 cm / s and 6.11 mm for the healthy group, respectively.

**Conclusions:** The technique VVI echocardiography showed no differences in the parameters of strain and strain rate, ejection fraction and fractional shortening of the left ventricle between healthy and hypertensive group. Compared to the group of healthy subjects, patients with hypertension had reduced longitudinal displacement and velocity of longitudinal contraction, which may indicate an incipient myocardial injury.

**KeyWords;** Hypertension, Myocardial Strain, Echocardiography, Velocity Vector imaging

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 HIPERTENSÃO ARTERIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Definição, diagnóstico e classificação .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Risco Cardiovascular .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Alterações órgão alvo .....</b>	<b>6</b>
<b>2 ECOCARDIOGRAFIA TRANSTORÁCICA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Anatomia e Deformação do miocárdio .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Ecocardiografia convencional .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Modo M e Bidimensional (2D) .....	10
2.2.2 Doppler.....	12
2.2.2.1 <i>Doppler pulsado</i> .....	12
2.2.2.2 <i>Doppler Tecidual</i> .....	14
<b>2.3 Velocity Vector Imaging .....</b>	<b>15</b>
2.3.1 Tecnologia e parâmetros analisados por VVI .....	17
2.3.2 Técnica e análise com VVI.....	19
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Tipologia do estudo.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 População e Amostra .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Dimensões e Categorias do Estudo.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Variáveis do estudo.....	26

<b>3.4</b>	<b>Considerações Éticas e Legais.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5</b>	<b>Procedimento de Recolha de dados .....</b>	<b>28</b>
3.5.1	Pré-teste.....	31
<b>3.6</b>	<b>Tratamento e análise estatística .....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1	Características demográficas .....	33
4.2	Ecocardiografia convencional .....	34
4.3	Ecocardiografia VVI.....	35
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
5.1	Limitações .....	41
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXOS E APÊNDICES.....</b>	<b>51</b>
	<i>Anexo I - Valores de referência.....</i>	<i>52</i>
	<i>Anexo II- Declaração de cedência de dados .....</i>	<i>55</i>
	<i>Apêndice I - Formulário de recolha de dados .....</i>	<i>57</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

### FIGURAS

<b>Figura 2.1-</b> Esquema da organização helicoidal das fibras do miocárdio.....	9
<b>Figura 2.2-</b> Análise com vetores de velocidade da técnica VVI de um coração normal em diástole e em sístole.....	16
<b>Figura 2.3-</b> Ilustração do componente longitudinal do movimento do miocárdio através da via apical.....	18
<b>Figura 2.4-</b> Visualização do <i>strain</i> miocárdico do ventrículo esquerdo num coração saudável e doente.....	19
<b>Figura 2.5-</b> <i>Tracking</i> do plano de referência no ventrículo esquerdo.....	20
<b>Figura 2.6-</b> Deslocamento(a), velocidade (b), <i>strain</i> (c) e <i>strain rate</i> (d) longitudinais normais do miocárdio obtidos em plano apical. As curvas e as percentagens dos quatro parâmetros são semelhantes em todos os segmentos.....	21
<b>Figura 2.7-</b> Informação global e regional da fração de ejeção e volumes.....	22

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1-</b> Distribuição da variável “sexo” no grupo de indivíduos hipertensos e no grupo de indivíduos saudáveis.....	32
--	----

### TABELAS

<b>Tabela 1.1-</b> Definição e Classificação dos Níveis da Pressão Arterial.....	4
<b>Tabela 3.1-</b> Variáveis demográficas para caracterização da amostra do projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.....	26
<b>Tabela 3.2-</b> Variáveis de ecocardiografia transtorácica convencional para caracterização da amostra do projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.....	26

<b>Tabela 3.3-</b> Variáveis de estudo ecocardiográfico com VVI no projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.....	26
<b>Tabela 4.1-</b> Resultados obtidos nas variáveis demográficas para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação das características dos indivíduos dos dois grupos através de valores de $\text{media} \pm \text{desvio padrão}$ e o respetivo valor p.....	33
<b>Tabela 4.2-</b> Resultados obtidos nas variáveis de ecocardiografia convencional para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação das características dos indivíduos dos dois grupos através de valores de $\text{media} \pm \text{desvio padrão}$ e o respetivo valor p.....	34
<b>Tabela 4.3-</b> Resultados obtidos nas variáveis de ecocardiografia com VVI para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação de deformação miocárdica longitudinal entre os dois grupos através de valores de $\text{media} \pm \text{desvio padrão}$ e o respetivo valor p.....	35

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- 4C** - Quatro Câmaras  
**3C** - Três Câmaras  
**2C** - Duas Câmaras  
**2D** – Bidimensional  
**A'** - Velocidade Miocárdica Telediastólica  
**ACC** – *American College of Echocardiography*  
**AE** – Aurícula esquerda  
**AHA** – *American Heart Association*  
**ASE** – *American Society of Echocardiography*  
**CV**- Cardiovascular  
**E/A** - Rácio Entre a Velocidade de Pico Protodiastólica e a Velocidade de Pico Telediastólica do Ventrículo Esquerdo  
**E'**- Velocidade Miocárdica Protodiastólica  
**E'/A'** - Rácio Entre Velocidade Miocárdica Protodiastólica e a Velocidade Miocárdica Protodiastólica do Anel Mitral  
**E/E'** - Rácio Entre Pico de Velocidade Protodiastólica do Ventrículo Esquerdo do Fluxo Transvalvular Mitral e o Pico de Velocidade Miocárdica Protodiastólica do Anel Mitral.  
**EAE** – *European Association of Echocardiography*  
**Ecog** – Ecocardiografia  
**JNC8**- *Eighth Joint National Committee*  
**ETT**- Ecotranstoracico  
**Fej.** - Fração de Ejeção  
**FSVE** – Função sistólica ventricular esquerda  
**HTA** - Hipertensão Arterial  
**Kg** – Quilogramas  
**MVE**- Massa ventricular esquerda  
**Onda A** - Velocidade de Pico Telediastólica do Ventrículo Esquerdo  
**Onda E** - Velocidade de Pico Protodiastólica do Ventrículo Esquerdo  
**S'** - Velocidade Miocárdica Sistólica  
**SAMS**- Serviços de Assistência Médico-social  
**SC** – Superfície corporal  
**TDE** - Tempo de Desaceleração da onda E  
**Tpk**- Time to peak  
**TRIV** - Tempo de Relaxamento Isovolumétrico

**VE** - Ventrículo Esquerdo

**VM** – Válvula mitral

**VTD** – Volume telediastólico

**VTS** – Volume telessistólico

**VVI**- Velocity vector imaging

## INTRODUÇÃO

O estudo ultrassonográfico cardíaco é um exame fundamental de imagem, usado frequentemente para avaliar o ventrículo esquerdo (VE) e a função miocárdica. Um dos itens importantes na avaliação ecocardiográfica convencional é a determinação da função sistólica ventricular esquerda através do cálculo da fração de ejeção (Fej.). Embora os estudos revelem conclusões úteis e com valor prognóstico, existem algumas limitações na medição da fração de ejeção em ecocardiografia de rotina: altamente dependente do operador, difícil de aprender e altamente subjetiva e, portanto, pode ser propensa a erros e apresentar menor reprodutibilidade. Na utilização do Doppler tecidual, a avaliação da função ventricular esquerda apresenta, de igual modo, algumas limitações como a colocação do transdutor ou do ângulo, que requer um alinhamento adequado do movimento entre a parede do miocárdio e os feixes de ultra-som. Para além de que, nem todos os transdutores oferecem Doppler Tecidual.<sup>[3]</sup>

Recentemente, surgiram novas modalidades de avaliação cardíaca, nomeadamente através do *Velocity Vector Imaging* (VVI). A análise vetorial da imagem bidimensional (2D) é a mais recente técnica ecocardiográfica utilizada para a avaliação quantitativa da função ventricular esquerda através da avaliação do movimento do miocárdio durante o ciclo cardíaco. Esta técnica contraria as limitações do método convencional e beneficia a ecocardiografia na realização ou reconhecimento da função ventricular esquerda.

O interesse que *Velocity Vector Imaging* tem suscitado, através do número de estudos realizados e as suas aplicações clínicas, é notório. Este facto pode vir a facilitar a sua implementação na rotina de avaliação ecocardiográfica contribuindo para uma maior facilidade e rapidez no diagnóstico de inúmeras patologias. Esta técnica de imagem vetorial permite estudar a função miocárdica em todas as suas dimensões (longitudinal, circunferencial, transversal, radial e de torção) e a estratificação da gravidade de repercussões cardíacas.

A Hipertensão Arterial (HTA) constitui o principal fator de risco gerador de morte por doenças cardiovasculares sendo fundamental o seu diagnóstico e estratificação precoce.<sup>[4]</sup> O estudo ultrassonográfico cardíaco é um exame fundamental não só na

avaliação das repercussões cardíacas causadas pela HTA, mas também na avaliação adequada da contractilidade miocárdica regional e global e do relaxamento cardíaco.<sup>[5]</sup>

Quanto à importância da avaliação da função sistólica na cardiopatia hipertensiva, devemos ressaltar, embora de modo sucinto, que muitos dos fatores que podem influenciar o desempenho ventricular podem sofrer alterações de diferentes graus na doença hipertensiva. Alguns investigadores descreveram uma diminuição significativa da função sistólica longitudinal do ventrículo esquerdo em doentes com hipertensão arterial <sup>[6]</sup>, contudo, até a data os valores com este novo método de análise em doentes hipertensos ainda não foram descritos.

Por este facto e perante a literatura existente, surge a necessidade e a pertinência de desenvolver a questão de partida para a realização deste projeto de investigação “Será que a utilização do Velocity vector imaging é, realmente, eficaz no estudo da função ventricular esquerda, nomeadamente em indivíduos hipertensos?”.

O objetivo geral deste projeto é avaliar a função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com Velocity vector imaging (VVI) em indivíduos com hipertensão arterial.

Desta forma, como objetivos específicos para este estudo destacam-se:

- Descrever e caracterizar a função sistólica do ventrículo esquerdo, avaliada por Ecocardiografia/Doppler Convencional, nos grupos de indivíduos hipertensos e saudáveis.
- Descrever os parâmetros de avaliação miocárdica longitudinal do VE, avaliados por VVI, nos indivíduos saudáveis e hipertensos;
- Comparar os parâmetros de movimento miocárdico nos dois grupos e determinar a proporção de indivíduos com disfunção sistólica do ventrículo esquerdo (VE);
- Estimar a viabilidade da análise vetorial no estudo da função sistólica do ventrículo esquerdo em indivíduos com HTA e indivíduos saudáveis.

O presente projeto de investigação, no âmbito do Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular, promovido pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, em associação com a Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, inicia-se com um breve enquadramento teórico permitindo contextualizar o tema e a problemática da investigação, de seguida a explicação metodológica do estudo, a apresentação dos resultados, discussão e as conclusões.

# 1 HIPERTENSÃO ARTERIAL

## 1.1 Definição, diagnóstico e classificação

As doenças cardiovasculares continuam a ser, em Portugal, a principal causa de morte e, responsáveis por 32% do total dos óbitos. <sup>[7]</sup> A Organização Mundial de Saúde prevê que em 2015, aproximadamente 20 milhões de pessoas poderão morrer de doença cardiovascular. <sup>[8]</sup> Acresce que, segundo o estudo português “*The PAP study*”, 42% da população em Portugal têm HTA. <sup>[7]</sup>

A Hipertensão Arterial (HTA) constitui o principal fator de risco para morte por doenças cardiovasculares na população portuguesa, e o terceiro mais determinante de morbidade, sendo fundamental o seu diagnóstico e estratificação precoce. <sup>[4][7]</sup> Por consequência, apesar de ser simples o diagnóstico de HTA, este deve obedecer a um processo criterioso e rigoroso de avaliação, diagnóstico e classificação. <sup>[7]</sup>

A HTA é definida como sendo uma entidade clínica de origem multifatorial caracterizada por níveis da pressão sistólica e/ou diastólica elevados, de grandiosa prevalência em Portugal, que contribui significativamente para a morbidade e a mortalidade cardiovasculares. <sup>[9][10][11]</sup> Em 95% dos casos de hipertensão arterial as causas não são identificáveis mas o aumento da pressão arterial pode surgir como consequência de outra patologia ou ser possível identificar a causa. <sup>[9]</sup>

O diagnóstico de hipertensão arterial (HTA) define-se, em avaliação de consultório, como a elevação persistente, em várias medições e em diferentes ocasiões, da pressão arterial sistólica (PAS) igual ou superior a 140 mmHg e/ou da pressão arterial diastólica (PAD) igual ou superior a 90 mmHg. <sup>[7]</sup>

Segundo a norma nº 020/2011, validadas cientificamente pela Comissão Científica para as Boas Práticas Clínicas, da Direção Geral de saúde, a definição de HTA é válida para pessoas de idade igual ou superior a 18 anos, que não estão sujeitas a tratamento farmacológico anti-hipertensor e que não apresentem patologia aguda concomitante ou se encontrem grávidas. Para o diagnóstico válido de HTA é necessário que a pressão arterial se mantenha elevada nas medições realizadas em, pelo menos, duas diferentes consultas, com um intervalo mínimo entre elas de uma semana. A medição da pressão arterial, em cada consulta, deve ser feita, pelo menos duas vezes, com um intervalo mínimo entre elas de um a dois minutos e considerar uma terceira medição se houver uma grande discrepância entre os dois valores iniciais medidos. A medição da pressão arterial deve ser efetuada num ambiente acolhedor,

sem pressa; com o doente sentado e relaxado, pelo menos, durante 5 minutos, com o membro superior desnudado e usando a braçadeira de tamanho adequado.

A hipertensão arterial classifica-se em três graus, como representado na Tabela 1.1, correspondendo o grau 1 a hipertensão arterial ligeira, o grau 2 a hipertensão arterial moderada e o grau 3 a hipertensão arterial grave. [7][12]

**Tabela 1.1-** Definição e Classificação dos Níveis da Pressão Arterial (mmHg) – A hipertensão sistólica isolada deve ser classificada, de acordo com valores da pressão sistólica nos intervalos indicados, desde que os valores diastólicos sejam <90 mmHg [12]

<b>Categoria</b>	<b>Pressão Arterial Sistólica/ Diastólica</b>
<b>Ótima</b>	<120 e <80 mmHg
<b>Normal</b>	120-129 e/ou 80/84 mmHg
<b>Normal alta</b>	130-139 e/ou 85-89 mmHg
<b>Hipertensão arterial grau 1</b>	140-159 e/ou 90-99 mmHg
<b>Hipertensão arterial grau 2</b>	160-179 e/ou 100-109 mmHg
<b>Hipertensão arterial grau 3</b>	≥180 e/ou ≥110 mmHg
<b>Hipertensão arterial sistólica isolada</b>	≥140 e <90 mmHg

Todos os doentes com HTA grau 3, assim como todos os doentes com grau 1 e 2 com risco cardiovascular (CV) alto ou muito alto, são candidatos a tratamento farmacológico precoce assim como um doente que esteja a receber tratamento farmacológico anti-hipertensor, considera-se à partida como hipertenso, independentemente dos seus valores tensionais. [7]

Recentemente, *Eighth Joint National Committee* (JNC8) publicou novas recomendações para o tratamento da hipertensão arterial em adultos. Estabeleceu como consideração limite de pressão arterial na população com 60 anos ou mais com o valor igual ou superior a 150mmHg para a PAS e/ ou a PAD com valor igual ou superior a 90 mmHg e nos indivíduos com idade inferior a 60 anos a PAS ≥ 140mmHg e PAD ≥ 90mmHg. [70]

## 1.2 Risco Cardiovascular

As recomendações para o diagnóstico e tratamento da HTA das Sociedades Europeias de Hipertensão e Cardiologia, preconizam que as estratégias terapêuticas

sejam decididas em função do risco cardiovascular global do doente e não apenas nos níveis da pressão arterial. [12]

A necessidade de avaliar o risco global das doenças cardiovasculares baseia-se em diversas razões. Por um lado, a doença aterosclerótica tem uma natureza multifatorial, como resultado da multiplicidade de fatores intervenientes (genéticos, ambientais, dietéticos, metabólicos, hemodinâmicos e inflamatórios). Por outro lado, os fatores de risco interagem, por vezes, de forma exponencial. Porém, as possíveis relações causais entre os diversos elementos patogénicos e a doença aterosclerótica encerram, em si mesmo, um certo grau de incerteza que, por definição, são de tipo probabilístico (risco). A possibilidade de complicações cardiovasculares resulta da presença concomitante de características individuais capazes de incrementar esta eventualidade (fatores de risco) e/ou da afetação, sintomática ou não, dos órgãos alvo e das complicações clínicas associadas. [13]

O risco global é expresso como sendo o risco absoluto de sofrer um episódio cardiovascular, no prazo de 10 anos, que é resultante da concomitância de diferentes fatores de risco, lesões de órgãos e doença. [14]

As normas da Direção Geral de Saúde referem que para além da avaliação da pressão arterial, é do mesmo modo, estimado o risco cardiovascular global, utilizando o algoritmo de risco cardiovascular SCORE. Este depende não apenas dos graus de HTA, mas também da coexistência de outros fatores de risco, lesões dos órgãos alvo e doenças concomitantes. [7]

O cálculo do risco CV global, como estimativa do sinergismo derivado da presença simultânea dos diversos fatores de risco individuais, permite não só identificar as pessoas com um risco alto assim como modelar a intensidade de intervenção terapêutica no controlo efetivo dos fatores de risco, motivar as pessoas numa estratégia de intervenção com o pleno cumprimento das medidas modificadoras de estilos de vida e farmacológicas, realçando o grau de risco e os ganhos potenciais das intervenções propostas e valorizar devidamente a necessidade e a efetividade de alguns tratamentos. [13]

Os fatores de risco são os parâmetros cuja presença, permitem prever a probabilidade de ocorrência de um evento cardiovascular (enfarte agudo do miocárdio; acidente cerebrovascular; doença arterial periférica e aneurisma da aorta). [9] Os fatores de risco cardiovascular são além da HTA, o sexo (masculino), idade (quanto mais idade, maior é o risco), antecedentes familiares (doença cardiovascular prematura em familiares de 1º grau), dislipidemia, obesidade, tabagismo, consumo excessivo de álcool, sedentarismo e a dieta [16], Diabetes Mellitus, Doença Cardiovascular ou doença renal estabelecida e Lesão sub-clínica de órgão alvo. [13]

O objetivo da prevenção das doenças cardiovasculares na prática clínica deve consistir em reduzir o risco cardiovascular global, isto é, os médicos tratam pessoas e não fatores de risco isolados. Se não for possível atingir o objetivo com um fator de risco, ainda será possível reduzir o risco CV global abordando de modo mais intensivo os restantes fatores. <sup>[13]</sup>

### 1.3 Alterações órgão alvo

A hipertensão arterial apresenta, em maior ou menor grau, uma série de repercussões na estrutura e na função cardíaca. O aumento dos valores tensionais origina disfunção endotelial, alterações inflamatórias na parede vascular e respostas adaptativas do músculo liso da parede arterial, que no seu conjunto levam à progressão acelerada da aterosclerose e ao aumento do risco das suas complicações (de que se destacam o enfarte agudo do miocárdio, o acidente vascular cerebral e a doença arterial periférica). Por outro lado, a elevação mantida da pós-carga (devido aos aumentos da resistência periférica e da rigidez arterial) suscita respostas miocárdicas adaptativas, como o aumento da massa ventricular esquerda (MVE), disfunção ventricular sistó-diastólica e anomalias da perfusão miocárdica. O aumento das necessidades de oxigénio pelo miocárdio facilita o desequilíbrio entre as necessidades e a oferta tecidual de oxigénio, disfunção miocárdica celular e fibrose tecidual de agravamento progressivo. A consequência será primeiramente o compromisso da capacidade de relaxamento miocárdico determinando a possibilidade de ocorrência de insuficiência cardíaca com função sistólica preservada e, a longo prazo, remodelagem ventricular. <sup>[9][15]</sup>

As influências resultantes de todos estes fatores e das suas interações induzem modificações no miocárdio que têm como resultado final o aumento da espessura das paredes do ventrículo esquerdo, a qual se deve não só à hipertrofia dos cardiomiócitos mas também à proliferação de fibroblastos e à deposição de matriz extracelular. <sup>[9][17]</sup>

Inicialmente o aumento da MVE é considerado um mecanismo de compensação, que tem como objetivo o aumento da contractilidade, e redução do stress da parede ventricular. No entanto se a MVE continua a progredir, o equilíbrio quebra-se e temos um mecanismo de doença (disfunção ventricular), sendo que as alterações estruturais e funcionais do miocárdio culminam com modificações da geometria ventricular. <sup>[17]</sup>

O desenvolvimento da hipertrofia ventricular esquerda constitui um indicador preditivo do aumento de complicações, sendo necessário um tratamento mais agressivo dos fatores de risco nomeadamente do seu precursor central, a HTA. <sup>[18]</sup>

## 2 ECOCARDIOGRAFIA TRANSTORÁCICA

Nos últimos anos temos assistido a um incrível avanço tecnológico, nomeadamente na medicina e nos métodos de diagnóstico em cardiologia. A ecocardiografia é, sem dúvida, o exame não invasivo essencial e encontra-se em constante desenvolvimento quer em termos de tecnologia quer de aplicação. Devido ao grande número de informações fornecidas e à boa relação custo/benefício, a ecocardiografia vem sendo um instrumento amplamente utilizado; portanto, o melhor conhecimento desse método possibilita a melhor compreensão dessas informações e a maior racionalização da sua utilização. [48]

A criação de ecocardiógrafos com um excelente desempenho global e com uma multiplicidade de técnicas como o modo M, o modo bidimensional (2D), as técnicas Doppler cor, pulsado, contínuo, tecidual, *strain*, *strain rate* e o modo tridimensional (3D) oferecem um novo nível de cuidados de cardiologia. Através da utilização de ecocardiógrafos dotados de todas estas funcionalidades é possível realizar uma abordagem morfológica, estrutural, funcional, volumétrica, dinâmica e de perfusão miocárdica. Estes equipamentos permitem, ainda, o processamento de imagens e de outras funcionalidades, designadamente a aquisição de imagem bidimensional em movimento e uma análise quantitativa ou processamento em tempo real ou *offline*. Dos inúmeros parâmetros que a ecocardiografia permite avaliar, a função do ventrículo esquerdo (VE) apresenta grande impacto clínico e prognóstico na maioria das doenças cardiovasculares. [48]

Neste contexto, o estudo ecocardiográfico assume um papel fundamental na avaliação e estratificação da gravidade das repercussões cardíacas da HTA, bem como na determinação do prognóstico dos indivíduos hipertensos. [17]

A ecocardiografia transtorácica reúne uma série de características que faz com que este método seja bastante útil no estudo da avaliação da função ventricular esquerda, tanto no seguimento clínico como na investigação científica. O conhecimento da função do ventrículo esquerdo é o passo inicial em toda prática cardiológica. O estado geral da função do ventrículo esquerdo está geralmente evidente a partir da anamnese e do exame físico. Entretanto, a quantificação da função do ventrículo esquerdo pode ser importante para explicar os sintomas de um indivíduo, para seleccionar as opções terapêuticas ideais, para seleccionar o momento cirúrgico adequado ou para monitorar a eficácia de um tratamento.

Certamente, o conhecimento do estado da função ventricular esquerda pode trazer benefícios clínicos para o utente individualmente, para pesquisas ou estudos epidemiológicos e, sobretudo, para maior apreciação dos aspetos fisiopatológicos.

O desempenho cardíaco global reflete a interação do coração, dos vasos sanguíneos e da volémia. Uma vez excluídas as anomalias associadas (ou seja, pericardiopatias, “*shunts*”, valvopatias, etc.), o desempenho sistólico do ventrículo esquerdo é resultante da complexa interação de fatores que podem influenciar, em diferentes graus, a quantidade de sangue bombeada, sendo fundamentalmente: a contratilidade, a pré- e pós-cargas e a frequência cardíaca. [22]

No que diz respeito, à importância da avaliação da função sistólica em indivíduos com HTA, deve se salientar que muitos dos fatores que podem influenciar o desempenho ventricular podem sofrer alterações de diferentes graus na doença hipertensiva. O próprio miocárdio pode sofrer repercussões na sua estrutura na hipertensão crónica, assim como na reserva de fluxo coronário, fatores esses que podem refletir diretamente na contratilidade.

## 2.1 Anatomia e Deformação do miocárdio

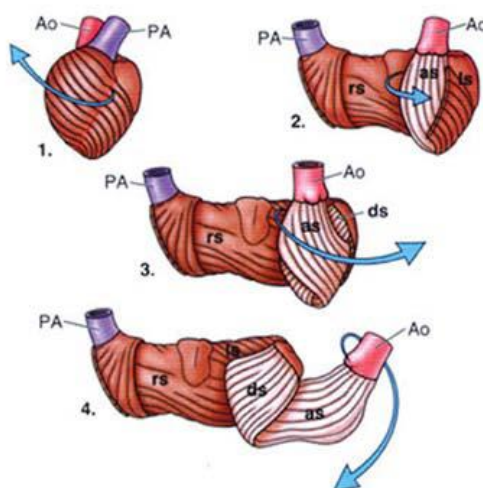
O ventrículo esquerdo, tal como o coração na sua globalidade, é constituído por uma massa contráctil, o miocárdio, que tem uma capacidade contráctil enorme quando comparado com qualquer outro músculo do organismo, visto que se contrai ritmicamente, tendo ainda a capacidade de se adaptar a exigências ocasionais da atividade corporal. Para o desempenho das suas funções, as fibras musculares do VE, estão envolvidas num processo coordenado. Essas fibras estão arrançadas de forma helicoidal complexa e anatomicamente as fibras miocárdicas tem uma disposição em espiral e as várias camadas de fibras (subendocárdicas e subepicárdicas) assumem direções diferentes entre si, ao longo das paredes do coração. [27]

O músculo cardíaco, a nível do anel pulmonar e do anel aórtico, é formado por um único feixe enrolado sobre si mesmo e ancorado nas suas extremidades que sofre uma mudança de direção ao nível do septo interventricular. [27] Este feixe é formado por três bandas, conforme ilustrado na Figura 2.1:

- **Banda basal**, que envolve a região próxima aos anéis mitral e tricúspide, envolve a base dos ventrículos. Esta banda é rica em fibras de direção circular, sendo que esta banda despolariza primeiro e é responsável pela fase de

contração isovolumétrica sistólica, ou seja realiza a força necessária para aumentar a pressão intraventricular.

- **Banda descendente** é rica em fibras oblíquas e longitudinais que predominam na região média e apical da cavidade ventricular esquerda e, repercute-se no ápex. Sendo que esta banda despolariza depois da banda basal e é responsável pela ejeção ventricular esquerda, ou seja pela diminuição do tamanho da cavidade durante a sístole.
- **Banda ascendente** é a última a despolarizar, provocando o aumento do tamanho da cavidade ventricular esquerda, denominada de fase de enchimento ventricular rápido.



**Figura 2.1-** Esquema da organização helicoidal das fibras do miocárdio. O músculo cardíaco, formado por um feixe único, encontra-se ancorado nas suas extremidades no anel pulmonar e aórtico. Enrola-se sobre si mesmo e apresenta mudança de direção ao nível do septo interventricular, formando 3 bandas: basal (direita, rs e esquerda ls), descendente (ds) e ascendente (as). PA, artéria pulmonar; Ao, Aorta.

A despolarização sequencial e harmónica destas bandas é responsável pelas diferentes fases do ciclo cardíaco – contração isovolumétrica, ejeção e enchimento rápido. [28] Assim, a contração das fibras miocárdicas contribui principalmente para o decréscimo da dimensão no eixo menor do ventrículo e é responsável por grande parte do volume ejetado. As fibras do subendocárdio e no subepicárdio contribuem para o encurtamento do eixo longo, também contribuindo para o volume sistólico. O ápex do ventrículo esquerdo gira no sentido anti-horário durante a contração, e a base

gira no sentido horário, gerando um “*twist*” cardíaco. Este movimento, em conjunto com o encurtamento da fibra, parece ser influenciado pelo estado contrátil do miocárdio. A conciliação destes aspetos e o engrossamento parietal contribuem para o deslocamento de volume e a geração do débito cardíaco, ou seja, todos estes fatores contribuem para que a deformação provocada pela contração seja realizada de forma helicoidal, combinando o encurtamento entre a base e o ápex, espessamento das paredes, variação da dimensão da cavidade ventricular e o deslocamento das diversas camadas do músculo. O miocárdio apresenta, entre outras propriedades, a incompressibilidade, mudando de forma sem alterar o seu volume. A deformação realiza-se em todos os planos ortogonais, podendo ser aferida pela ecocardiografia.<sup>[25]</sup>

## 2.2 Ecocardiografia convencional

Os métodos habituais para a análise da função ventricular esquerda pela ecocardiografia baseiam-se fundamentalmente nas técnicas de modo M, modo bidimensional e Doppler. A combinação dessas técnicas com dados estimados de pressão ventricular e da monitorização eletrocardiográfica pode ampliar extraordinariamente o potencial de informações.

### 2.2.1 Modo M e Bidimensional (2D)

Existem inúmeros índices quantitativos ou semiquantitativos para a avaliação ecocardiográfica da função ventricular, contudo, as avaliações subjetiva e qualitativa por meio do modo bidimensional apresentam e deverão continuar a apresentar um papel relevante tanto para aplicabilidade clínica como índice prognóstico.

Na prática clínica os índices de função global do ventrículo esquerdo mais utilizados e que contribuem com importantes informações prognósticas são: a fração de encurtamento e a fração de ejeção. O desempenho ventricular avaliado por esses métodos tem como denominador comum a estimativa do volume sanguíneo ejetado ou as relações entre as dimensões do ventrículo esquerdo no final da diástole e da sístole.

A fração de encurtamento baseia-se na relação entre os diâmetros transversais de ventrículo esquerdo, obtidos no final da diástole e final da sístole, sendo expressa em percentagem. Os diâmetros podem ser obtidos tanto do modo M como do bidimensional, seguindo determinadas normas de referência.

A fração de ejeção do ventrículo esquerdo é o método mais utilizado para calcular a função ventricular, sendo o cálculo baseado nos volumes ventriculares e, igualmente, expressa em percentagem.

Na avaliação da função sistólica global do ventrículo esquerdo, é fundamental o cálculo volumétrico da Fej. em 2D segundo as recomendações das sociedades americana e europeia de quantificação das câmaras cardíacas. [20]

A F.Ej. traduz a percentagem de volume telediastólico (VTD) ejetado pelo VE durante a sístole, e apesar de ser influenciada pelas condições de carga, contractilidade e da frequência cardíaca, é um forte preditor da evolução clínica da maioria das doenças cardiovasculares, com grande impacto nas decisões terapêuticas (como a implantação de cardiodesfibriladores, terapêutica de ressincronização ventricular, cirurgia de revascularização coronária e de substituição valvular), e no prognóstico (por exemplo na avaliação do risco de mortalidade). [19][29][30][31]

A ASE e a EAE recomendam a avaliação da FEj. por cálculo de volumes em 2D utilizando o método biplanar de Simpson modificado. Este método consiste na obtenção de dois planos ortogonais, apical 4 câmaras (4C) e apical 2 câmaras (2C), cujas dimensões do eixo longitudinal do VE nos dois planos devem ser semelhantes (diferenças inferiores a 1 cm). Após a obtenção dos planos, em cada um deles, é necessário delimitar os bordos endocárdicos, excluindo músculos papilares e trabéculas, no final da diástole (início do QRS do sinal electrocardiográfico ou fase do ciclo cardíaco em que as dimensões cardíacas são maiores), para posterior obtenção do VTD, e no final da sístole (fase do ciclo cardíaco em que as dimensões cardíacas são menores, que corresponde aproximadamente à maior amplitude da onda T do sinal electrocardiográfico), para obtenção do volume telessistólico (VTS). [19][20]

Após a delimitação dos bordos em telediástole e telessístole, o ecocardiógrafo, recorrendo a equações matemáticas complexas, divide o VE ao longo do seu maior eixo em discos de igual espessura, normalmente 20, desde a base até ao ápex, obtendo-se posteriormente, de forma automática, o volume do VE pela soma dos volumes de todos os discos. [19][21]

Quando não é possível obter dois planos ortogonais com boa qualidade de imagem, que permita a delimitação dos bordos endocárdicos, é recomendado o cálculo da F.Ej. pelo método monoplanar de Simpson modificado, utilizando apenas o plano apical 4C, exceto na presença de alterações segmentares do VE. [20]

As desvantagens indicadas ao método de Simpson modificado são o facto da F.Ej. ser avaliada em ciclos cardíacos diferentes (devido à necessidade de obter dois planos ortogonais), a dificuldade numa boa aquisição dos planos (com possibilidade de obtenção de VE truncado e conseqüente omissão do verdadeiro ápex ou de uma má definição dos bordos endocárdicos), principalmente em doentes com má janela acústica, e a necessidade de efetuar a delimitação manual do endocárdio, o que se revela moroso, pouco reproduzível e dependente do operador (embora atualmente, a técnica de quantificação acústica permita a delimitação automática dos bordos).<sup>[19][30]</sup>

O uso de contraste no estudo ecocardiográfico possibilita aprimorar a definição do bordo do endocárdio, permitindo uma avaliação mais adequada da função contrátil global e segmentar do ventrículo esquerdo, e medições com maior precisão dos volumes ventriculares e fração de ejeção.<sup>[24]</sup>

Na maioria dos indivíduos hipertensos os vários índices da função sistólica ventricular esquerda (fração de encurtamento e Fej.) em repouso poderão estar normais, até uma fase tardia da evolução da doença, sendo que o compromisso da função sistólica ventricular é um marcador importante de mau prognóstico.<sup>[23]</sup>

## 2.2.2 Doppler

A técnica de Doppler é utilizada em associação à Ecocardiografia, sendo de extrema importância na avaliação e informação quantitativa sobre a velocidade e direção de fluxos, completando assim o estudo ecocardiográfico.<sup>[25]</sup>

### 2.2.2.1 Doppler pulsado

O Doppler pulsado permite quantificar o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), fluxo de enchimento ventricular esquerdo nomeadamente a velocidade de pico protodiastólica do VE (onda E), velocidade e duração do enchimento tardio do VE (onda A) e tempo de desaceleração da onda E (TDE).<sup>[16][33]</sup>

O volume ejetado por sístole pode ser estimado a partir da medida da integral velocidade-tempo obtida por Doppler pulsado registado na via de saída do VE e multiplicado pela área transversal desta região. Esse valor multiplicado pela frequência cardíaca permite obter o valor do débito cardíaco.<sup>[24]</sup>

O padrão *Doppler* normal do fluxo de enchimento do VE é precedido de um curto intervalo entre o encerramento da VAO e o início do enchimento ventricular, denominado tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV). Com a abertura da VM ocorre uma rápida aceleração do fluxo sanguíneo da aurícula esquerda para o ventrículo esquerdo- Onda E. Após o pico máximo, o fluxo desacelera rapidamente sendo seguido por um pequeno período de diástase que irá depender do tempo da diástole. Com a contração auricular, a pressão auricular aumenta novamente, resultando num novo pico de velocidade- Onda A. O TDE corresponde ao tempo que decorre entre o pico da onda E e o retorno à linha basal. [39] Contudo, existem alguns fatores fisiológicos que influenciam o enchimento ventricular como a frequência cardíaca e as condições de carga a que o VE está sujeito. [16][33]

O TDE encontra-se normalmente aumentado na cavidade ventricular esquerda com alteração de relaxamento, refletindo o aumento do tempo necessário para que as pressões da aurícula esquerda e do ventrículo esquerdo se igualem. [24]

Nos indivíduos jovens, a onda E, é relativamente maior que a onda A, no entanto este parâmetro assim como a relação E/A tendem a diminuir com o avançar da idade, com o concomitante aumento da onda A, do TDE, e também do TRIV. [24]

As alterações da frequência cardíaca alteram o fluxo transmitral por diversos mecanismos. No aumento da frequência cardíaca, o tempo de diástole encurta-se, inicialmente com diminuição da diástase e, posteriormente, sucedendo-se uma fusão das ondas E e A (geralmente em frequências > 100 bpm).

O TRIV analisa a fase de relaxamento do miocárdio, que ocorre após o pico sistólico, no período entre o encerramento da válvula aórtica e a abertura da válvula mitral, no qual o ventrículo esquerdo não altera o seu volume. [24] Habitualmente, quando o relaxamento fica alterado, o TRIV encontra-se aumentado, sendo o valor normal de aproximadamente 70- 90ms. [26]

A alteração do relaxamento diastólico do ventrículo esquerdo provocada por hipertensão arterial modifica o padrão de enchimento ventricular. A fase de enchimento rápido do ventrículo, cujo processo ativo é dependente de energia, encontra-se alterado, não sendo capaz de originar um enchimento ventricular adequado. Isto traduz-se por um aumento do TRIV, no fluxo mitral há aumento do tempo de desaceleração da onda E, acompanhado do aumento do tempo de aceleração. Devido à diminuição do enchimento nesta fase, a aurícula esquerda

contraí-se mais energicamente, aumentando a amplitude da onda A, tornando a relação E/A menor.

#### 2.2.2.2 Doppler Tecidual

A técnica de Doppler tecidual também é promissora na investigação da função sistólica global e segmentar. Permite a análise quantitativa das velocidades miocárdicas ao longo do ciclo cardíaco em várias zonas do miocárdio. [24]

Quando colocamos a amostra do Doppler tecidual num determinado ponto do miocárdio estamos a observar a direção e a velocidade daquele segmento em relação ao transdutor. O mecanismo do Doppler tecidual pressupõe o conhecimento dos principais eixos de movimentação ventricular. O movimento do eixo longitudinal tem demonstrado correlação com as velocidades de enchimento, particularmente da diástole inicial. O mecanismo desta associação reside na inserção das fibras auriculares e ventriculares longitudinais em redor da circunferência do anel mitral. [34]

O movimento do anel mitral representa o encurtamento e alongamento das fibras miocárdicas orientadas longitudinalmente, responsáveis pelo movimento do VE no seu eixo longitudinal. [32] Uma vez que o ápex ventricular e o topo da aurícula permanecem relativamente imóveis através do ciclo cardíaco, a função longitudinal das 2C depende do movimento do anel mitral e tricúspide: em sístole em direção ao ápex e em diástole em direção a aurícula, que se mantêm relativamente fixos durante o ciclo cardíaco. [34]

A velocidade do deslocamento do anel mitral tem sido equacionada como um método fiável na avaliação da função cardíaca e a via mais adequada para a realização desta técnica é a via apical 4C, com a amostra colocada a cerca de 1 cm do local de inserção dos folhetos da VM (septal e lateral). [33]

Com o Doppler tecidual obtém-se os seguintes parâmetros: quando o anel mitral se desloca em direção ao ápex do VE na sístole, regista-se uma onda positiva S que corresponde á velocidade miocárdica sistólica (S'), quando se afasta em diástole gera duas ondas: primeira deflexão negativa onda E' – velocidade miocárdica protodiastólica (E'), segunda deflexão negativa onda A'- velocidade miocárdica telediastólica (A'). [34]

A velocidade sistólica do miocárdio ventricular, quando medida na região do anel valvar mitral, reflete o encurtamento sistólico miocárdico longitudinal e pode- se mostrar reduzida precocemente em pacientes com disfunção diastólica e FEj ainda

normal, o que sugere que essa variável possa ser uma medida mais sensível da função sistólica que a FEj. Outro dos parâmetros da função diastólica é o cálculo do rácio entre a velocidade miocárdica protodiastólica e a velocidade miocárdica telediastólica ( $E'/A'$ ).<sup>[34]</sup>

Outra utilidade do Doppler tecidual é permitir calcular o rácio entre a velocidade de pico protodiastólica do enchimento ventricular esquerdo e a velocidade miocárdica protodiastólica ( $E/E'$ ), este parâmetro é um bom indicador de avaliação das pressões de enchimento.<sup>[26]</sup> Um rácio  $E/E'$  inferior a 8 é associado a pressões de enchimento normais, enquanto um rácio  $E/E'$  superior a 15 é indicador de pressões de enchimento aumentadas.<sup>[33]</sup>

### 2.3 Velocity Vector Imaging

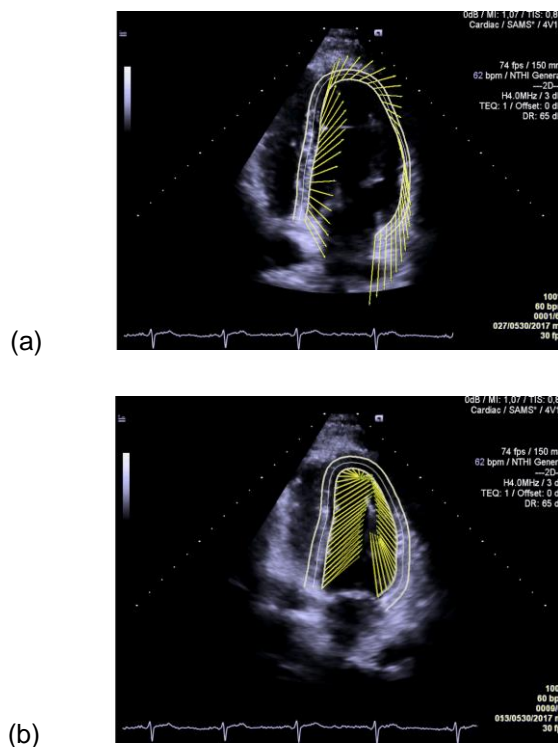
A par da revolução tecnológica em ecocardiografia surge o sistema SC2000 ACUSON da Siemens que destaca a ferramenta VVI. A ecocardiografia bidimensional, usando a metodologia VVI permite aferir as diferentes direções da deformação do miocárdio sem depender do ângulo de incidência dos ultrassons.

Na avaliação ventricular esquerda, a técnica VVI, proporciona uma melhor visualização de movimento da parede cardíaca. Os vetores são um *display* gráfico com um padrão distinto, que podem ser úteis como um novo meio para reconhecer ou identificar mais facilmente determinadas patologias apenas com a análise visual, conforme ilustrado na Figura 2.2. As medidas de deformação, realizadas em vários segmentos do miocárdio e observadas por vários cortes ecocardiográficos, representam o comportamento regional do músculo cardíaco. A análise destes valores individuais permite uma visão global da contratilidade. Os eventos ocorridos durante a sístole e a diástole permitem determinar com bastante precisão a presença de alterações da contratilidade ou do relaxamento antes consideradas subliminares ou inexistentes.

A análise de VVI do deslocamento, velocidade, *strain* e *strain rate* apresenta as seguintes aplicações:

- Avaliação da doença coronária. Identifica as alterações da contratilidade segmentar do VE que acompanham a isquemia miocárdica. Além da contração pós-sistólica observada em casos de enfarte agudo do miocárdio, permite a identificação de áreas com viabilidade sem a utilização de provas provocatórias;<sup>[71]</sup>

- Avaliação da função ventricular. Permite aferir a função ventricular sistólica e diastólica em todas as regiões do miocárdio, tanto em repouso como sob stress; [72]
- Sincronismo cardíaco. Este método é de grande utilidade na seleção de doentes que serão submetidos à terapia de ressincronização miocárdica, pois permite determinar com precisão as regiões com assincronismo de contração. [75]
- Diferenciação das hipertrofias. O comportamento da deformação nas cardiomiopatias hipertróficas pode ser diferenciado das hipertrofias secundárias à hipertensão arterial e, principalmente, da hipertrofia fisiológica do atleta; [54]
- Avaliação das miocardiopatias. Diferencia as cardiomiopatias dilatadas de outras, onde predominam as alterações regionais; [69]
- Compreender a fisiologia da aurícula esquerda e do ventrículo direito. E ainda, oferece uma oportunidade para a análise de imagens intra-cardíacas e compreensão da mecânica do miocárdio do feto. [73][74]



**Figura 2.2-** Análise com vetores de velocidade da técnica VVI de um coração normal em (a) diástole e em (b) sístole. Fonte: Hospital dos SAMS de Lisboa.

Embora recente, este método apresenta grande potencial para a identificação de vários tipos de cardiopatias, tornando a ecocardiografia mais precisa e confiável. A utilização mais intensiva da deformação miocárdica e a popularização do método muito contribuirão, no futuro próximo, ao estudo de mais cardiopatias sob diversas condições fisiológicas.

### 2.3.1 Tecnologia e parâmetros analisados por VVI

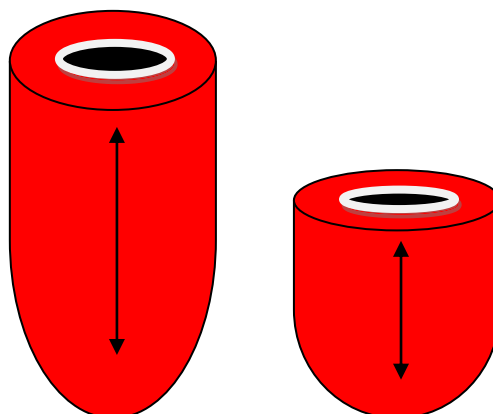
A tecnologia VVI contraria as limitações da avaliação atual de movimento do miocárdio através da detecção da alteração na posição do tecido a partir de *frames* de imagens sequenciais. Além da eficaz detecção e exibição de velocidade do tecido, o VVI inclui análises avançadas de inúmeros parâmetros derivados de velocidade e informação de tempo, como é o caso do vetor de velocidade ostentar a duração e magnitude da velocidade do tecido ao longo do ciclo cardíaco, o Modo-M com Cor, strain e strain rate do tecido, velocidade de pico do tecido por região, volume da cavidade global e regional e fração de ejeção global e regional.

Os parâmetros avaliados na técnica bidimensional com VVI são: o deslocamento, a velocidade, o *strain* e o *strain rate*. Estes quatro parâmetros podem ser analisados ao longo da componente longitudinal, radial, circunferencial e transversal das cavidades cardíacas o que é importante para a caracterização detalhada da mecânica cardíaca.

Do ponto de vista conceptual, o *strain* pode ser definido como a deformação a que um objeto está sujeito quando submetido a uma determinada carga (stress), e exprime-se em percentagem. Por definição, quando há encurtamento o strain é negativo. Aplicando ao músculo cardíaco, quando o músculo se contrai (encurta), em sístole, o strain é negativo e representa o valor absoluto da deformação. Num conceito unidimensional a possível deformação é o alongamento ou encurtamento, conforme ilustrado na Figura 2.3. Por convenção, a expressão é definida de tal forma que o alongamento é representado como um valor positivo para *strain*, enquanto o encurtamento é representado por um valor negativo. <sup>[35]</sup>

O estudo do movimento miocárdico é um processo complexo, devendo ser decomposto em planos ortogonais e tangenciais, sendo, os primeiros perpendiculares entre si. O primeiro plano ortogonal analisa a deformação miocárdica a partir da posição apical nas suas três vias (4C,3C,2C) e avalia a deformação no sentido base-ápex do ventrículo denominando-se *strain* longitudinal. Os valores absolutos são

negativos uma vez que o comprimento final da cavidade (sístole) é menor que o comprimento inicial (diástole).<sup>[25][36]</sup>



**Figura 2.3** - Ilustração do componente longitudinal do movimento do miocárdio (alongamento e encurtamento) de uma visão apical. Fonte: Elaborada pela autora.

O segundo plano ortogonal analisa o espessamento das paredes, nas vias de curto eixo do VE, e denomina-se *strain* radial. Como o espessamento final (sistólica) é maior do que o espessamento inicial (diastólica), o valor absoluto do *strain* radial é positivo e é expresso em porcentagem.

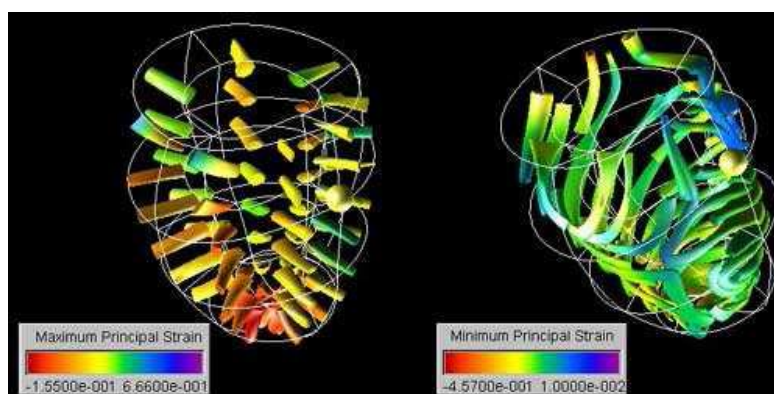
O terceiro plano ortogonal, também é obtido no curto eixo a nível do ventrículo esquerdo, mede a variação da circunferência, e denomina-se *strain* circunferencial. Como a circunferência é menor em sístole do que em diástole, o valor da deformação circunferencial é negativa.<sup>[37]</sup>

O *strain*, conforme ilustrado na Figura 2.4, correlaciona-se com a fração de ejeção, e á semelhança desta também o *strain* é um parâmetro que depende das condições de carga do ventrículo esquerdo.<sup>[38]</sup> O *strain* varia ao longo do músculo cardíaco. Assim, o *strain* longitudinal aumenta gradualmente em direção ao ápex devido ao predomínio de fibras oblíquas e longitudinais que nesta região promovem a ejeção ventricular.<sup>[25]</sup>

O *strain rate* é a velocidade a que se dá a deformação (*strain*) ao longo do ciclo cardíaco, é uma medição instantânea, e corresponde ao *strain* por unidade de tempo ( $s^{-1}$ ). O *strain rate* apresenta uma boa correlação com o  $dP/dt$  que é um parâmetro que reflete a contractilidade do ventrículo esquerdo, e está menos dependente das condições de carga do ventrículo esquerdo.<sup>[3]</sup>

O deslocamento é a medida que define quão longe um segmento do miocárdio se move a partir de um ponto inicial. A quantidade de movimento normalizado para o

tempo é definida como sendo a velocidade do objeto. É, portanto, o deslocamento do objeto dividido pelo tempo necessário para efetuar o deslocamento. Assim, a sua unidade é cm/s. A velocidade é utilizada para descrever a rapidez a que o miocárdio se desloca numa determinada direção. Durante a sístole, o miocárdio desloca-se para o ápex e as velocidades são de natureza positiva. Durante a diástole cardíaca, os movimentos musculares voltam à sua posição inicial e a velocidade diastólica é negativa.



**Figura 2.4-** Visualização do strain miocárdico do ventrículo esquerdo num coração saudável (esquerda) e doente (direita). Fonte: B. Wuensche, Biomedical Imaging and Visualization

### 2.3.2 Técnica e análise com VVI

Nos últimos anos tem havido uma extensa pesquisa para quantificar a função miocárdica regional e global. Uma boa análise inicia-se com uma imagem de alta qualidade. Um dos importantes requisitos para a análise, com VVI, é o ventrículo, na sua totalidade ou a área de interesse, situar-se no campo de visão para a aquisição da imagem. A análise pode ser realizada a partir de imagens de todos os transdutores do equipamento, incluindo os transdutores transtorácicos padrão, transdutores transesofágicos, cateteres de ultra-som e de todos os transdutores vasculares.

A tecnologia VVI permite avaliações do movimento cardíaco pela definição de um traço endocárdico (sequência de pontos), definido pelo operador. O recurso de *tracking* é um novo algoritmo que investiga o desempenho global e segmentar do VE, conforme ilustrado na Figura 2.5. O modelo de *tracking* do tecido permite fazer o contorno do endocárdio com o movimento do anel valvular, deteção de bordos tecidos/sangue e a periodicidade do ciclo cardíaco. Este paradigma possibilita a

avaliação automática das propriedades dinâmicas da fronteira do endocárdio e do tecido sub-endocárdio em cliques de imagem em modo 2D. [15]

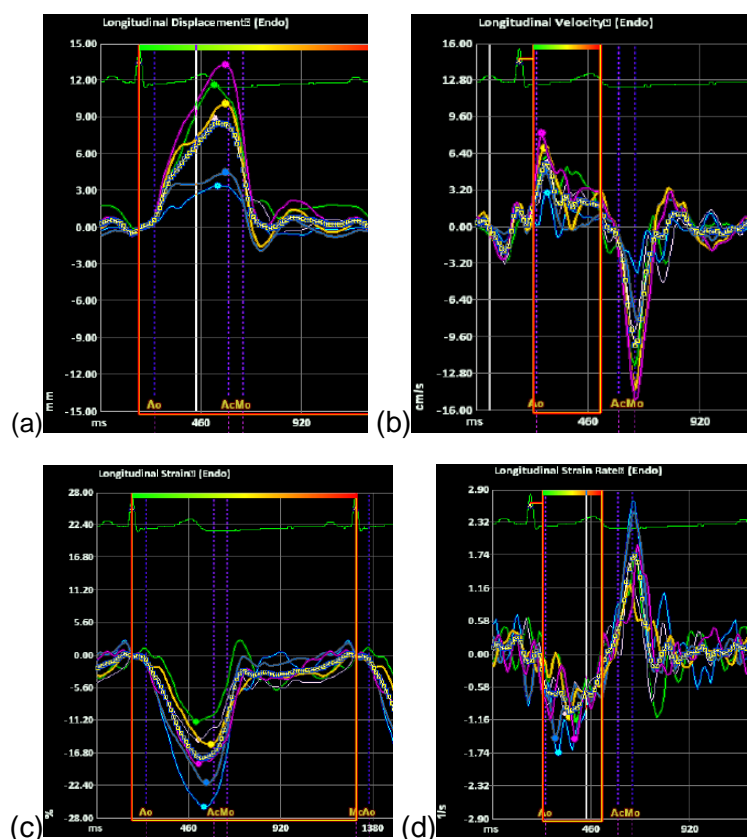
O plano de referência é determinado por extração de pixels ao longo de segmentos de linha a partir de cada *frame* e colocados lado a lado para produzir um modelo de representação espaço-tempo de modo-M dos segmentos de linha. Uma vez que o ventrículo encurta quando se contrai, os pontos ao longo do traço são ajustados durante todo o ciclo cardíaco, utilizando o plano de referência. A localização dos endpoints do plano de referência é divulgada para os outros *frames*, maximizando a correlação local da localização do ponto em *frames* adjacentes, tendo em conta que o traço tem movimento periódico durante o ciclo cardíaco. O algoritmo executa um controlo adaptativo baseado na coerência espacial dos pontos no que diz respeito aos pontos fixados pelo operador. Desta forma, o reconhecimento do nível da válvula auriculoventricular é assegurado. O algoritmo analisa, também, o deslocamento de todos os pontos de *tracking* em duas dimensões espaciais, nomeadamente ao longo e perpendicular à margem do endocárdio.



**Figura 2.5** - *Tracking* do plano de referência no ventrículo esquerdo. Sequência de pontos definidos pelo operador em imagem bidimensional até ao anel mitral. Cada ponto gera um vetor de direção e velocidade criados pelas marcas acústicas do eco 2D. Cada ponto é seguido durante todo o ciclo cardíaco e analisado *frame a frame*. Fonte: Siemens Medical Solutions

O próximo passo é controlar o movimento de cada ponto do traçado na direção perpendicular ao traço. Este acompanha o movimento transmural do tecido e o

movimento para dentro e para fora da fronteira. Tal como no passo anterior, este processo envolve a geração de uma representação interna do modo-M dos segmentos de linha normais ao traço e maximizar a correlação da localização do traçado em todos os *frames*, novamente sujeitos à restrição de movimento periódico. O *tracking* é completo por usar iterativamente janelas de correlação sucessivamente menores até que nenhuma correção é encontrada. Para melhorar a coerência espacial do traço controlado, um filtro mediana em três pontos seguidos e um filtro Gaussiano de três pontos é aplicado. Em cada fase do *tracking* a análise de Fourier é utilizada e aplica uma restrição de modo a que o traço não retorne para o mesmo local do ciclo cardíaco anterior. Modificações inteligentes, são feitas com o algoritmo de *tracking* dependendo do tipo de investigação selecionada pelo utilizador. O primeiro passo, de tracking do plano de referência, apenas é aplicado com o eixo longo. Quando o traço é realizado numa imagem de eixo curto, o traço pode ser limitado a um contorno fechado.

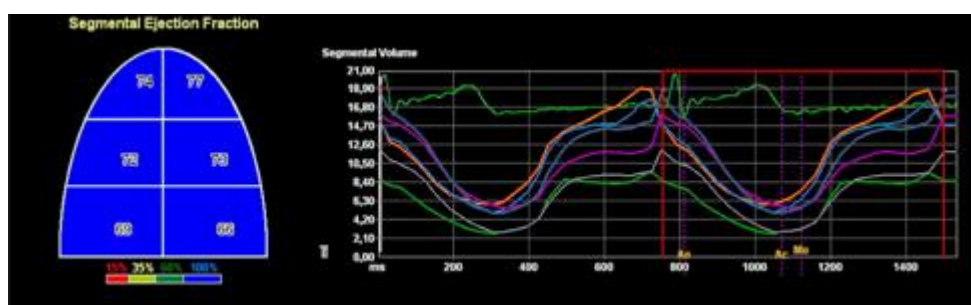


**Figura 2.6-** Deslocamento(a), velocidade (b), *strain* (c) e strain rate (d) longitudinais normais do miocárdio obtidos em plano apical. As curvas e as percentagens dos quatro parâmetros são semelhantes em todos os segmentos. Fonte: Hospital dos SAMS de Lisboa.

Quando o processamento do traço é concluído, o operador analisa o tracking e pode modificar os traços, se necessário. A utilização de filtros pode, igualmente, ser aplicada aos dados da curva. Para além de analisar a informação de velocidade, o utilizador pode navegar para páginas dedicadas a analisar strain, strain rate, os volumes globais e regionais e análises de dissincronia.

A técnica VVI coleciona vários Screens de análise e exibe o deslocamento tangencial e radial, a velocidade tangencial e radial, strain, strain rate e para cada segmento ASE, como ilustrado na figura 2.6. A tecnologia VVI exibe o movimento do tecido implícito no traço em vetores de velocidade amarelos, colocados sobre a imagem em modo 2D. Estes indicam a direção e velocidade relativa do tecido, com setas maiores indicando velocidades proporcionalmente mais elevadas. Portanto, o resultado inclui contribuições que não são aparentes utilizando a abordagem de doppler tecidual. Além disso, esta abordagem permite a análise das regiões apicais que não podem ser corretamente processados com dados doppler tecidual.

VVI mostra alterações nos volumes global e regional, com base no volume dos 64 discos cujos diâmetros encaixam-se entre os lados opostos do traço sendo paralelos ao plano definido pelos pontos de rastreio finais, como ilustrado na figura 2.7. Os volumes regionais são calculados pela divisão de cada lado do traçado em três segmentos de igual comprimento, em seguida, dividindo-se os discos em duas porções, utilizando a linha a partir do vértice para o centro da base. Isto pode ser útil na identificação de regiões com função contráctil anormal.



**Figura 2.7-** Informação global e regional da fração de ejeção e volumes. Fonte: Hospital dos SAMS de Lisboa.

É possível medir o valor de *Peak* e *Time to Peak* através de curvas. O valor de *peak* é o ponto máximo de uma curva, podendo ser medido durante a sístole, diástole,

ou para todo o ciclo cardíaco, tomando valores positivos ou negativos. O valor *Time to Peak* é medido desde o pico da onda R definido como tempo zero, para cada curva, sendo expresso em milissegundos.

### 3 METODOLOGIA

Um desenho de investigação adequado é essencial para estabelecer o método que o investigador pretende utilizar para alcançar as respostas às questões e objetivos de investigação, sendo este constituído pelo tipo de estudo, população e amostra, variáveis, instrumentos de recolha de dados e o seu tratamento. [39]

#### 3.1 Tipologia do estudo

Na fase metodológica, o primeiro passo consiste em classificar o estudo. Mediante a problemática e os objetivos definidos o método de investigação presente seguirá uma abordagem quantitativa. O método quantitativo tem como principais objetivos: encontrar relações entre variáveis, fazer uma descrição estatística e testar teorias. Possui dados quantitativos e um plano estruturado, ordenado, predeterminado, formal e específico. [5]

O presente trabalho será do tipo observacional, pois implica uma intervenção nula pelo investigador, ou seja, é limitado à observação de unidades de investigação e descreve acontecimentos que ocorrem naturalmente. [40]

Do ponto de vista conceptual, tratar-se-á de um estudo descritivo, pois o investigador não intervém nas variáveis do estudo, e limita-se a descrever os fenómenos que ocorrem naturalmente. Contudo, permite-se descreve-lo como comparativo e prospectivo, visto que será realizada uma comparação de variáveis entre dois grupos e colhidas as observações a partir do momento em que a investigação começa. [39]

#### 3.2 População e Amostra

Tendo em conta a questão de investigação com a elaboração deste trabalho, e dado que, para Fortin a população “(...) *compreende todos os elementos que partilham características comuns, as quais são definidas pelos critérios estabelecidos para o estudo*”, definiu-se que a mesma seriam os utentes saudáveis e utentes hipertensos, independentemente do sexo, que realizem ecocardiograma transtorácico no laboratório de ecocardiografia do Hospital dos SAMS de 2 de Setembro a 23 de Outubro de 2013.

A amostragem é um conjunto de operações que consta da seleção de um grupo de sujeitos ou de qualquer outro elemento representativo da população considerada. [7] Dado que uma amostragem não probabilística é o processo pelo qual todos os elementos da população não têm a mesma probabilidade de serem selecionados para fazerem parte da amostra, para a elaboração deste projeto foi utilizada uma amostra não probabilística por conveniência, ou seja, utiliza um grupo de indivíduos que esteja disponível ou um grupo de voluntários. [39]

Uma amostra consta de uma parte da população sobre a qual se faz o estudo, devendo esta ser representativa, apresentando certas características conhecidas da população. [39] A amostra em estudo obedece a critérios definidos previamente. Esses critérios dividem-se em Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão, ajudando ambos na seleção dos indivíduos, que farão parte do estudo. Os primeiros são, como o próprio nome indica, critérios que permitem a participação no estudo. Os segundos são critérios que, isoladamente ou em conjunto, impedem a participação no estudo. Nesta investigação, de modo a obter-se uma amostra homogénea, foram definidos os seguintes critérios:

#### **Critérios de Inclusão:**

- Realização de Estudo Ecocardiográfico, com ritmo sinusal com frequência cardíaca de 60 a 100 bpm, no local e período estabelecido;
- Idade igual ou superior a 18 anos, de ambos os sexos;
- Grupo de controlo: indivíduos voluntários saudáveis com ecocardiograma normal;
- Grupo em estudo: indivíduos com diagnóstico de HTA e/ou com alterações características de cardiopatia hipertensiva (Hipertrofia ventricular esquerda, disfunção diastólica do VE, dilatação da raiz da Ao, fibrose da válvula aórtica, calcificação do anel mitral e aumento da AE).

#### **Critérios de Exclusão:**

- Presença de má janela ecocardiográfica que conduza à qualificação do ecocardiograma como de “má qualidade técnica”; ou a não realização de todo

o protocolo ecocardiográfico que permita a recolha de todas as variáveis a estudar;

- Hipertensão arterial secundária;
- Cardiomiopatias;
- História de angina de peito;
- Doença valvular significativa;
- Enfarte do miocárdio prévio;

### 3.3 Dimensões e Categorias do Estudo

Este estudo de investigação admite duas dimensões distintas: a hipertensão arterial e o estudo ecocardiográfico transtorácico. Estas subdividem-se em categorias, função ventricular esquerda normal e com cardiopatia hipertensiva e a segunda em estudo 2D convencional e em estudo 2D com VVI. Por sua vez, estas categorias fragmentam-se em variáveis.

#### 3.3.1 Variáveis do estudo

As variáveis utilizadas neste estudo, demonstradas nas tabelas seguintes, foram as variáveis demográficas indicadas na Tabela 3.1 de forma a obter uma caracterização geral dos indivíduos da amostra e variáveis ecocardiográficas para o estudo da função do ventrículo esquerdo.

**Tabela 3.1-** Variáveis demográficas para caracterização da amostra do projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.

Variáveis	Indicador	Operacional	Tipo de escala
Idade	Anos	Quantitativa, Contínua	Métrica
Sexo	M/F	Qualitativa, Dicotómica	Nominal
Superfície Corporal	m <sup>2</sup>	Quantitativa, Contínua	Métrica
Frequência cardíaca	bpm	Quantitativa, Contínua	Métrica
HTA	Sim ou Não	Qualitativa, Dicotómica	Nominal
Pressão arterial sistólica	mmHg	Quantitativa, Contínua	Métrica
Pressão arterial diastólica	mmHg	Quantitativa, Contínua	Métrica

As variáveis ecocardiográficas permitem caracterizar clinicamente a amostra-ecocardiografia convencional como indicado na Tabela 3.2 e responder às questões de investigação- ecocardiografia com VVI, como indicado na Tabela 3.3. Todas as variáveis do estudo foram classificadas em quantitativas ou qualitativas e segundo as escalas de medida (nominal, ordinal ou métrica) e citados os seus, respetivos, indicadores.

**Tabela 3.2-** Variáveis de ecocardiografia transtorácica convencional para caracterização da amostra do projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.

Variáveis	Indicador	Operacional	Tipo de escala
Fração de encurtamento	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
Volume telediastólico do VE	ml	Quantitativa, Contínua	Métrica
Volume telesistólico do VE	ml	Quantitativa, Contínua	Métrica
Fração de Ejeção	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
Relação E/A	-	Quantitativa, Contínua	Métrica
Rácio E/E' médio	-	Quantitativa, Contínua	Métrica

**Tabela 3.3-** Variáveis de estudo ecocardiográfico com VVI no projeto de investigação “Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários”.

Variáveis	Indicadores	Operacional	Tipo de Escala
Deslocamento	mm	Quantitativa, Contínua	Métrica
Tpk Deslocamento	mseg	Quantitativa, Contínua	Métrica
Velocidade	cm/s	Quantitativa, Contínua	Métrica
Tpk velocidade	mseg	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain global 4C	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain global 3C	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain global 2C	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain global medio	%	Quantitativa, Contínua	Métrica
TPk Strain global	mseg	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain Rate global	1/s	Quantitativa, Contínua	Métrica
Strain Rate TPks	mseg	Quantitativa, Contínua	Métrica

### 3.4 Considerações Éticas e Legais

Como refere Fortin “todo o investigador tem responsabilidade penal, civil e deontológica, no que diz respeito às leis e às regras internas que regem as associações de profissionais, assim como obrigações e responsabilidades morais para com a sociedade, a comunidade científica e os participantes nos projetos de investigação”. [39]

Num projeto de investigação inserido na área da saúde, cujos intervenientes são seres humanos, são levantadas questões morais e éticas importantes. O respeito pela pessoa e a proteção do seu direito de viver livre e dignamente deve ser sempre tido em conta, pois a sua violação é moralmente inaceitável. Na aplicação da investigação aplicada a seres humanos podem surgir danos aos direitos e liberdades dos participantes, sendo importante tomar todas as precauções necessárias para que isto não aconteça.

Este trabalho foi realizado com autorização da Instituição Hospitalar onde decorreu o estudo, bem como o consentimento por parte do Diretor do Serviço de Cardiologia que facultou a autorização de cedência de utilização de dados (Anexo II). Os utentes incluídos no estudo foram voluntários. Foi dado um breve esclarecimento da finalidade e objetivo do estudo, riscos e benefícios da participação do utente, com o intuito de salvaguardar os seus direitos. É também importante referir que os utentes não foram influenciados acerca da sua decisão de participar ou não no estudo, e foi garantido o total anonimato e confidencialidade dos dados. O anonimato dos dados foi garantido visto que os dados foram recolhidos informaticamente num formulário onde não constava qualquer elemento identificativo dos participantes (nome, morada, telefone, etc...) e de forma a garantir a confidencialidade apenas a mestranda e seu orientador tiveram acesso á referida base de dados.

### **3.5 Procedimento de Recolha de dados**

Após a definição dos critérios de inclusão e exclusão da amostra e sendo o estudo de natureza prospetiva, a primeira fase do estudo consiste na realização do ETT pelo ecocardiógrafo ACUSON SC2000, da Siemens, no Hospital dos SAMS. Foi utilizada a sonda 4V1c de frequência 1.25 – 4.5 MHz para a realização dos exames.

Para além do investigador que procedeu à recolha dos exames e preenchimento dos formulários, foram utilizados como recursos humanos os médicos cardiologistas e cardiopneumologistas do laboratório de ecocardiografia do Hospital dos SAMS que procederam à realização do exame enquadrado no contexto laboral diário do laboratório e a análise com VVI foi realizada alheamente ao horário do laboratório.

A recolha da amostra do estudo implicou diversas fases:

- Realizou-se um registo de todos os indivíduos com idade superior a 18 anos, que efetuaram estudo ultrassonográfico cardíaco, de 2 de Setembro a 23 de Outubro de 2013, utilizando uma sonda multifrequência, com boa qualidade técnica da janela apical para melhor otimização da análise em pós processamento com a técnica de VVI;

- Realizou-se um questionário a todos os indivíduos pré- selecionados, de forma a obter as informações necessárias para a sua inclusão no estudo: diagnóstico de HTA, tensão arterial controlada ou não controlada, presença de doença cardiovascular ou outras. Foi medida a pressão arterial braquial com esfigmomanómetro;
- A colheita das imagens foi efetuada segundo um protocolo de aquisição ecocardiográfica com o utente em decúbito lateral esquerdo, com aquisição de *cineloops* de dois ciclos cardíacos, durante o fim da expiração, em modo bidimensional nas vias apicais 4C, 3C e 2C, com *frame rate* superior a 70 Hz/s. Seguiu-se a otimização das imagens para permitir uma completa visualização do ventrículo esquerdo e armazenadas na instituição onde o estudo decorreu, para a posterior análise *offline*.

#### Ecocardiografia convencional

Todas as medições ecocardiográficas convencionais foram realizadas, segundo as recomendações da Sociedade Europeia/Americana de Cardiologia. Utilizou-se medição indexada à superfície corporal dos indivíduos.

- A Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo foi medida por Modo M e a Fej. e os volumes telediastólico e telesistólico do ventrículo esquerdo, foram medidos pelo método de Simpson Biplanar;
- O fluxo de enchimento ventricular esquerdo foi avaliado por Doppler pulsado, com o cursor alinhado perpendicularmente ao anel mitral, e a amostra posicionada na extremidade dos folhetos da válvula mitral, e medido a onda E, onda A, TDE, duração da onda A e relação E/A;
- A partir do registo de velocidades do Doppler tecidual, foram medidos os picos máximos sistólicos (S'), protodiastólico (E') e telediastólico (A') de velocidades miocárdicas ao nível do anel mitral (septal e lateral) a partir da via apical 4C. Foi calculada a razão E'/A' septal e lateral, a média das velocidades protodiastólicas do anel mitral septal e lateral.

#### VVI

Foi realizada a avaliação dos parâmetros ecocardiográficos do estudo com a ferramenta VVI da deformação miocárdica (*strain*), taxa de deformação miocárdica (*strain rate*), velocidade e deslocamento longitudinal em pós-processamento, a partir das imagens 2D adquiridas das vias apicais da seguinte forma:

- Em cada um dos *cineloops* em modo bidimensional das vias apicais 4, 3 e 2 câmaras foi avaliado, e selecionado o ciclo com melhor qualidade de imagem.

Foi utilizado um sistema de *tracking* do miocárdio, com demarcação manual do bordo endocárdico na fase telessistólica com ajustamento da região de interesse;

- Foram analisados os três níveis das paredes do ventrículo esquerdo (basal, médio e apical) e utilizado o modelo de 16 segmentos do VE da Sociedade Americana de Ecocardiografia para analisar a função cardíaca regional. Contudo, só foram considerados, na avaliação, os segmentos cuja qualidade do *tracking* miocárdico foi considerado adequado pelo sistema automático de análise e pelo operador (mediante avaliação visual), em simultâneo. O valor médio de *peak systolic strain* e *strain rate* de cada segmento foi considerado para obter o valor global do ventrículo.

De acordo com a natureza deste estudo, objetivo geral, objetivos específicos, nível de conhecimentos do fenómeno em estudo e as variáveis, o instrumento de recolha de dados utilizado nesta investigação foi o formulário. Este instrumento destina-se a recolher dados resultantes quer de observações, quer de interrogações, de natureza informal, cujo preenchimento foi feito pelo próprio investigador. [1] Por fim, foram selecionados e recolhidos os dados clínicos e de avaliação ecocardiográfica dos indivíduos incluídos no estudo, ou seja, selecionados os dados dos utentes considerados saudáveis do ponto de vista ecocardiográfico e dos indivíduos com HTA com exame normal do ponto de vista da sua situação clínica.

Foi construída uma tabela, utilizando o *software* informático Microsoft® Excel®, para a recolha dos dados clínicos e ecocardiográficos dos resultados observados e calculadas algumas variáveis. Calcularam-se as médias: E/E' lateral e E/E' septal formando a variável E/E' médio; a média de valores do segmento inferoseptal a nível basal, inferoseptal a nível medio, septal a nível apical, lateral a nível apical, anterolateral a nível medio e anterolateral a nível basal formando a variável *strain* global em apical 4C; a média de valores do segmento anteroseptal a nível basal, anteroseptal a nível medio, septal a nível apical, lateral a nível apical, inferolateral a nível medio e inferolateral a nível basal formando a variável *strain* global em apical 3C; a média de valores do segmento inferior a nível basal, inferior a nível medio, inferior a nível apical, anterior a nível apical, anterior a nível medio e anterior a nível basal formando a variável *strain* global em apical 2C; *strain* global em apical 4C, *strain* global em apical 3C e *strain* global em apical 2C formando a variável *strain* global médio; *strain rate* global em apical 4C, *strain rate* global em apical 3C e *strain rate* global em apical 2C formando a variável *strain rate* global médio; deslocamento longitudinal global em apical 4C, deslocamento longitudinal global em apical 3C e deslocamento

longitudinal global em apical 2C formando a variável deslocamento longitudinal global médio; velocidade longitudinal global em apical 4C, velocidade longitudinal global em apical 3C e velocidade longitudinal global em apical 2C formando a variável velocidade longitudinal global média. Seguiu-se o mesmo raciocínio para o cálculo dos valores de *time to peak* para cada uma das variáveis de *strain*, *strain rate*, deslocamento e velocidade.

### 3.5.1 Pré-teste

De modo a testar o instrumento de recolha de dados escolhido -formulário- e avaliar um possível enviesamento da investigação, foi necessário, numa fase inicial, a realização de um pré-teste ao instrumento de recolha escolhido.

Assim sendo, o formulário (sob a forma de tabela) foi aplicado na análise ecocardiográfica de 5 indivíduos, não sendo incluídos na amostra, onde se efetuaram algumas correções e aperfeiçoamento relativamente às informações pretendidas e à facilidade de preenchimento.

## 3.6 Tratamento e análise estatística

O tratamento de dados foi efetuado através do programa de análise estatística SPSS (statistical package for the social science) versão 20.0 para Windows, sendo os dados inseridos em Microsoft Office Excell® e exportados, posteriormente.

No tratamento das variáveis deste projeto de investigação foi utilizada a estatística descritiva, sendo que a apresentação das variáveis qualitativas em gráficos de frequência e para as variáveis quantitativas foi calculado medidas de localização central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão).

Foi realizada a análise estatística comparativa das variáveis (demográficas, Ecocardiografia Convencional e ecocardiografia com VVI) entre os dois grupos independentes, indivíduos hipertensos e indivíduos saudáveis. Foram realizados os testes de normalidade (distribuição normal) dos grupos em estudo sempre que necessário, uma vez que se pretendia comparar dois grupos cujas dimensões são 31 e 47 unidades, respetivamente. Visto que o  $n$  de cada grupo estudado foi inferior a 50, utilizou-se o teste de *Shapiro-Wilk* verificando-se quais as variáveis que seguem uma distribuição normal. Sempre que as variáveis sejam contínuas e sigam uma distribuição normal será aplicado o teste  $t$  de *student* na comparação das médias. O teste  $t$  de *student* para duas amostras independentes compara as médias de dois grupos na mesma variável. Para a realização deste teste, ainda foi necessário verificar

se as variâncias se assumem iguais ou diferentes. De forma a cumprir esse objectivo, foi necessário efetuar o teste de *Levene* para testar se as variáveis populacionais são homogéneas (iguais). O teste de *Levene* é um dos testes mais potentes utilizados para testar a igualdade das variâncias populacionais e é um teste particularmente robusto a desvios da normalidade. No caso de as variáveis contínuas não seguirem distribuição normal será utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação das medianas. O teste do Qui-Quadrado foi utilizado para comparar proporções em variáveis qualitativas. <sup>[41]</sup>

Todos os resultados foram expressos em  $\text{media} \pm \text{desvio padrão}$  para as variáveis contínuas e com percentagem para as variáveis dicotómicas, assumindo-se significância para  $p < 0,05$ .

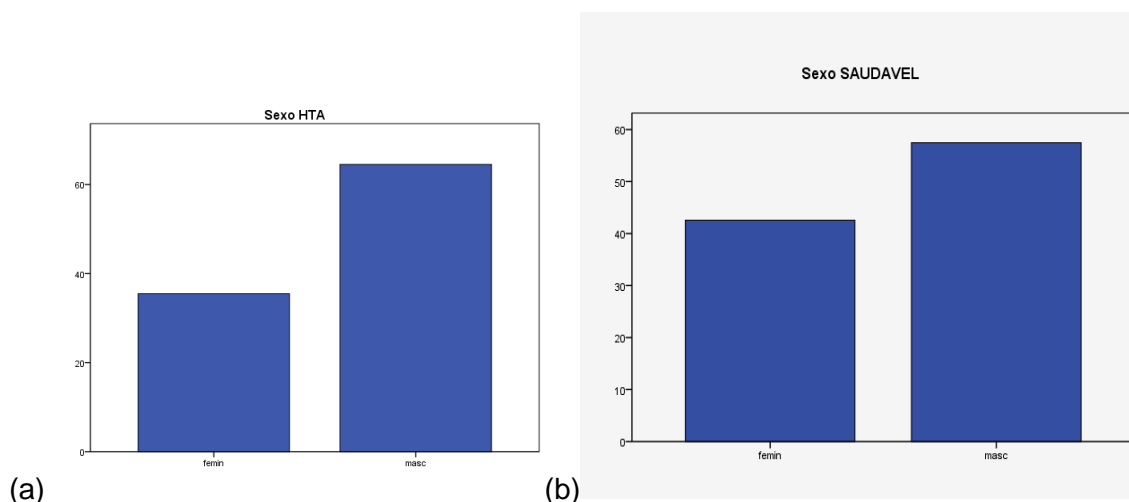
## 4 RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 78 indivíduos, distribuídos por dois grupos: 31 indivíduos com HTA e 47 indivíduos saudáveis. De seguida apresenta-se a distribuição de ambos grupos quanto às variáveis demográficas, ecocardiografia convencional e ecocardiografia com VVI definidas para a amostra.

### 4.1 Características demográficas

O grupo de doentes com HTA, constituído por 31 indivíduos, apresentava  $61\pm 7$  anos de idade, sendo maioritariamente do sexo masculino e o grupo saudável era constituído por 47 indivíduos saudáveis com  $46\pm 17$  anos, maioritariamente sexo masculino, conforme ilustrado no Gráfico 4.1. Estatisticamente, através do teste Qui quadrado, constatou-se que os dois grupos são semelhantes no que diz respeito à distribuição por sexo feminino e masculino ( $p>0,05$ ).

**Gráfico 4.1-** Distribuição da variável “sexo” no grupo de indivíduos hipertensos(a) e no grupo de indivíduos saudáveis (b). O grupo com HTA apresenta 35,48% indivíduos do sexo feminino (11M) e 64,52% indivíduos do sexo masculino (20H), enquanto o grupo de indivíduos saudáveis é constituído por 42,55% de indivíduos do sexo feminino (20M) e 57,45% de indivíduos do sexo masculino (27H).



As características dos grupos estudados são apresentadas na Tabela 4.1. O valor médio da idade do grupo com HTA é significativamente superior ao valor médio da

idade do grupo de indivíduos saudáveis ( $p < 0,05$ ). O grupo com HTA apontou valores de superfície corporal entre  $1,85 \pm 0,24 \text{ m}^2$  e o grupo saudável entre  $1,79 \pm 0,16 \text{ m}^2$ , sendo o valor médio de superfície corporal do grupo de hipertensos, estatisticamente, idêntico do valor médio do grupo de indivíduos saudáveis ( $p > 0,05$ ). O valor médio de frequência cardíaca do grupo de indivíduos hipertensos ( $63,74 \pm 11,44 \text{ bpm}$ ) é semelhante ( $p > 0,05$ ) do valor médio do grupo de indivíduos saudáveis ( $68,45 \pm 10,55 \text{ bpm}$ ).

**Tabela 4.1-** Resultados obtidos nas variáveis demográficas para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação das características dos indivíduos dos dois grupos através de valores de média  $\pm$  desvio padrão e o respetivo valor p.

	HTA (n=31)	Saudável (n=47)	Valor p
Idade	60,52 $\pm$ 6,89	46,32 $\pm$ 17,40	0,000**
SC	1,85 $\pm$ 0,24	1,79 $\pm$ 0,16	0,186*
FC	63,74 $\pm$ 11,44	68,45 $\pm$ 10,55	0,066*
PAS	137,48 $\pm$ 14,55	132,23 $\pm$ 17,28	0,167*
PAD	83,58 $\pm$ 10,23	79,47 $\pm$ 9,17	0,068*

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Testes aplicados: \* Teste T-Student \*\*Teste Mann-Whitney

O valor médio da pressão arterial sistólica obtido de  $132,23 \pm 17,28 \text{ mmHg}$  no grupo saudável e de  $137,48 \pm 14,55 \text{ mmHg}$  no grupo de hipertensos não difere, significativamente, entre os dois ( $p > 0,05$ ). Os valores médios da pressão arterial diastólica foram idênticos entre os grupos de hipertensos e saudáveis ( $p > 0,05$ ), tomando valores entre  $83,58 \pm 10,23 \text{ mmHg}$  e  $79,47 \pm 9,17 \text{ mmHg}$ , respetivamente.

## 4.2 Ecocardiografia convencional

De seguida é apresentada a tabela 4.2 onde é possível verificar os valores das variáveis ecocardiográficas obtidas por ecocardiografia convencional (2D, Modo-M e Doppler) nos dois grupos de estudo, HTA e voluntários Saudáveis.

O volume telesistólico do ventrículo esquerdo foi semelhante ( $p > 0,05$ ) no grupo de indivíduos saudáveis variando entre  $39,95 \pm 12,02 \text{ ml}$  em comparação com o grupo com HTA, onde o volume telesistólico do ventrículo esquerdo varia entre  $41,91 \pm 12,20 \text{ ml}$ . No que se refere ao volume telediastólico do ventrículo esquerdo, este foi, de igual modo, idêntico nos dois grupos ( $p > 0,05$ ). Os valores de volume telediastólico do VE

do grupo de hipertensos variam entre  $92,34 \pm 22,57$  ml enquanto no grupo de indivíduos saudáveis podem adquirir valores de  $91,81 \pm 20,75$  ml.

**Tabela 4.2-** Resultados obtidos nas variáveis de ecocardiografia convencional para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação das características dos indivíduos dos dois grupos através de valores de média  $\pm$  desvio padrão e o respetivo valor p.

	HTA (n=31)	Saudável (n=47)	Valor p
Volume Telesistolico VE	$41,91 \pm 12,20$	$39,95 \pm 12,02$	0,485*
Volume Telediastolico VE	$92,34 \pm 22,57$	$91,81 \pm 20,75$	0,916*
Fração de Ejeção	$55,65 \pm 4,98$	$57,36 \pm 7,42$	0,331*
Fração de Encurtamento	$40,72 \pm 5,13$	$40,23 \pm 5,97$	0,708*
Relação E/A	$1,07 \pm 0,33$	$1,43 \pm 0,74$	0,012**
E/E' médio	$7,97 \pm 1,92$	$6,19 \pm 1,63$	0,000*

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Testes aplicados: \* Teste T-Student \*\*Teste Mann-Whitney

Relativamente à fração de ejeção, esta foi semelhante no grupo com HTA em comparação com o grupo de saudáveis ( $p > 0,05$ ), tomando valores de  $55,65 \pm 4,98\%$  e  $57,36 \pm 7,42\%$ , respetivamente. Para a fração de encurtamento, as diferenças entre as médias de valores dos dois grupos não foram estatisticamente significativas, pois detinham  $40,72 \pm 5,13\%$  no grupo com HTA e  $40,23 \pm 5,97\%$  no grupo de indivíduos saudáveis.

No que diz respeito ao valor médio da relação E/A, este, é menor na população com Hipertensão ( $1,07 \pm 0,33$ ) do que no grupo saudável ( $1,43 \pm 0,74$ ), ou seja, os valores médios diferem significativamente entre os dois grupos ( $p < 0,05$ ). O valor medio do rácio E/E' médio (septal e lateral) do grupo de hipertensos difere significativamente do grupo de saudáveis ( $p < 0,05$ ) tomando valores de  $7,97 \pm 1,92$  para os hipertensos e  $6,19 \pm 1,63$  para os indivíduos saudáveis.

### 4.3 Ecocardiografia VVI

Na tabela 4.3 apresentam-se os valores das variáveis ecocardiográficas obtidas por ecocardiografia com VVI (deslocamento, velocidade, *strain* e *strain rate*) nos dois grupos de estudo, HTA e Saudável.

O valor medio do deslocamento das fibras do miocárdio foi, significativamente diferente ( $p > 0,05$ ) no grupo de indivíduos saudáveis variando entre  $6,11 \pm 1,12$  mm em comparação com o grupo de HTA, onde o deslocamento do ventrículo esquerdo varia entre  $5,02 \pm 1,20$  mm. No que se refere ao valor de *time to peak* de deslocamento,

este foi, semelhante nos dois grupos ( $p > 0,05$ ). Os valores de *time to peak* de deslocamento do grupo de hipertensos varia  $404,65 \pm 45,47$  msec enquanto no grupo de indivíduos saudáveis podem adquirir valores de  $384,91 \pm 48,75$  msec.

**Tabela 4.3-** Resultados obtidos nas variáveis de ecocardiografia com VVI para o grupo de hipertensos e grupo de indivíduos saudáveis. Comparação de deformação miocárdica longitudinal entre os dois grupos através de valores de média  $\pm$  desvio padrão e o respetivo valor p.

	HTA (n=31)	Saudável (n=47)	Valor p
Deslocamento	5,02 $\pm$ 1,20	6,11 $\pm$ 1,12	0,000*
Deslocamento Tpk	404,65 $\pm$ 45,47	384,91 $\pm$ 48,75	0,077*
Velocidade	2,68 $\pm$ 0,56	3,12 $\pm$ 0,53	0,001**
Velocidade Tpk	183,90 $\pm$ 37,77	164,30 $\pm$ 29,27	0,012*
Strain global 4C	-16,50 $\pm$ 3,22	-17,54 $\pm$ 2,93	0,145*
Strain global 3C	-16,62 $\pm$ 3,67	-16,87 $\pm$ 3,95	0,778*
Strain global 2C	-17,05 $\pm$ 3,66	-18,98 $\pm$ 4,28	0,042*
Strain Global médio	-16,72 $\pm$ 2,72	-17,80 $\pm$ 2,87	0,102*
Strain TPk	392,16 $\pm$ 39,23	389,83 $\pm$ 44,10	0,812*
Strain Rate Global	-0,98 $\pm$ 0,16	-1,03 $\pm$ 0,18	0,214*
Strain Rate TPk	190,16 $\pm$ 32,04	192,13 $\pm$ 29,08	0,780*

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

Testes aplicados: \* Teste T-Student \*\*Teste Mann-Whitney

O valor medio da velocidade foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) no grupo de indivíduos saudáveis variando entre  $3,12 \pm 0,53$  cm/s em comparação com o grupo de HTA, onde a velocidade varia entre  $2,68 \pm 0,56$  cm/s. No que se refere ao valor de *time to peak* da velocidade obteve-se diferenças significativas, nos valores médios dos dois grupos ( $p < 0,05$ ). Os valores de *time to peak* de velocidade do grupo de hipertensos varia  $183,90 \pm 37,77$  msec enquanto no grupo de indivíduos saudáveis podem adquirir valores de  $164,30 \pm 29,27$  msec.

O valor de *strain* obtido pela análise dos segmentos da via apical 4C do ventrículo esquerdo foi semelhante ( $p > 0,05$ ) no grupo de indivíduos saudáveis variando entre  $-17,54 \pm 2,93\%$  em comparação com o grupo de HTA, onde o *strain* 4C do ventrículo esquerdo varia entre  $-16,50 \pm 3,22\%$ . No que se refere ao valor *strain* do total de segmentos em apical de 3C do ventrículo esquerdo, este foi, de igual modo, idêntico nos dois grupos ( $p > 0,05$ ). Os valores de *strain* em 3C do VE do grupo de hipertensos variam  $-16,62 \pm 3,67\%$  enquanto no grupo de indivíduos saudáveis podem adquirir valores de  $-16,87 \pm 3,95\%$ . Relativamente ao valor se *strain* do total de segmentos em apical 2C, apresentou valores, estatisticamente, diferentes no grupo com HTA em comparação com o grupo de indivíduos saudáveis ( $p < 0,05$ ), tomando valores de -

17,05±3,66% e -18,98±4,28% respetivamente. Através da análise da totalidade de segmentos da via apical o valor medio de *strain* obtido não apresentou diferenças significativas entre as médias de valores dos dois grupos ( $p > 0,05$ ), pois tinham -16,72±2,72% no grupo com HTA e -17,80,23±5,97% no grupo de indivíduos saudáveis. No que diz respeito ao valor médio de *time to peak strain*, no grupo de indivíduos saudáveis de 389,83±44,10 mseg e do grupo com HTA de 392,16±39,23 mseg, os valores médios não diferem significativamente entre os dois grupos ( $p > 0,05$ ).

O valor de *strain rate* obtido pela análise dos segmentos do ventrículo esquerdo foi semelhante ( $p > 0,05$ ) no grupo de indivíduos saudáveis variando entre -1,03±0,18 s<sup>-1</sup> em comparação com o grupo de HTA, onde o *strain rate* do ventrículo esquerdo varia entre -0,98±0,16 s<sup>-1</sup>. No que se refere ao valor de *time to peak strain rate* do ventrículo esquerdo, este foi, de igual modo, idêntico nos dois grupos ( $p > 0,05$ ). Os valores de *time to peak strain rate* VE do grupo de hipertensos varia 190,16±32,04mseg enquanto no grupo de indivíduos saudáveis podem adquirir valores de 192,13±29,08mseg.

## 5 DISCUSSÃO

O estudo da deformação miocárdica com todos os seus parâmetros baseados na técnica de doppler, apenas tem sido utilizado para estudar o movimento do miocárdio a nível basal e médio. Recentemente, foi introduzida a técnica de VVI que permite quantificar a deformação miocárdica em duas dimensões, medindo velocidade, strain e strain rate, sem a dependência de ângulo entre feixe de ultrassom e movimento miocárdico ou da orientação do transdutor, com boa acuracidade e sensibilidade para uso clínico, incluindo os segmentos ventriculares apicais. [42]

O objetivo principal deste trabalho consistiu na avaliação da função ventricular esquerda num grupo de doentes hipertensos e outro grupo de indivíduos saudáveis, utilizando os métodos ecocardiográficos convencionais e a nova ferramenta VVI, com o intuito de identificar a viabilidade deste novo método de imagem. A amostra estudada foi constituída por 78 indivíduos, 31 hipertensos e 47 indivíduos saudáveis.

O grupo de indivíduos com hipertensão arterial e o grupo de indivíduos saudáveis apresentaram valores semelhantes nas suas características demográficas. A média de idades do grupo de indivíduos com HTA foi de 61 anos enquanto a média de idades do grupo de indivíduos saudáveis foi de 46 anos. Estes dados corroboram os publicados pela Direcção-Geral da Saúde (DGS), que indicam que a probabilidade de desenvolver hipertensão arterial aumenta à medida que a pessoa envelhece. [7]

O valor de superfície corporal aproximado descrito, para um adulto, é de cerca 1,73 m<sup>2</sup> por isso, como o grupo saudável obteve, em média 1,79 m<sup>2</sup> e grupo de HTA 1,85 m<sup>2</sup> de superfície corporal pode considerar-se semelhante em ambos.

A frequência cardíaca nos dois grupos encontrava se dentro do intervalo de 60 a 100 bpm, visto que um dos critérios de inclusão no estudo para beneficiar os resultados. [16][33][38] O mesmo aconteceu com os valores de pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, já que estudos recentes referem que os valores de pressão arterial aferidos no momento do estudo são determinantes para a avaliação da deformação. [65]

Como foi referido, a hipertensão arterial é uma complicação grave e um importante fator de risco para doenças cardiovasculares. Frequentemente, a função diastólica do VE encontra se anormal em doentes com hipertensão, enquanto a função sistólica do ventrículo esquerdo é comumente considerado normal se a fração de ejeção global e fração de encurtamento são normais.

Relativamente aos volumes do Ventrículo Esquerdo (VE) estudados, para posterior cálculo da fração de ejeção, os mesmos apresentaram valores médios que se encontram dentro dos intervalos de referência dos valores normais apresentados nas mais recentes recomendações. [20]

No que se refere aos parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função sistólica do VE, estes apresentaram valores médios dentro dos intervalos de referência apresentados nas recomendações para ambos os grupos. Relativamente aos valores médios da fração de encurtamento encontram, de igual modo, dentro dos valores de referência normais. Estes dois parâmetros, como já foi mencionado, por vezes encontram-se normais em doentes com cardiopatia hipertensiva, porém, apenas, refletem a função contrátil cardíaca global e não levam a anormalidade sistólica regional em consideração.

No grupo de hipertensos, o parâmetro avaliado por Doppler pulsado (relação E/A), bem como o rácio E/E', avaliado por Doppler Tecidual, apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo de indivíduos saudáveis, o que está de acordo com vários estudos anteriormente publicados. [43][44]

Assim, após a análise de todos os indicadores que caracterizam a amostra deste estudo, pode considerar-se que este trabalho, baseado em 47 adultos intitulados saudáveis, sem patologia cardiorespiratória conhecida e pressão arterial normal, apresentavam características semelhantes às referidas nas recomendações e que os valores de função sistólica obtidos a partir dos parâmetros ecocardiográficos avaliados também se encontram dentro dos intervalos de normalidade estabelecidos pelas mesmas recomendações.

O desarranjo do conjunto de fibras do miocárdio e fibrose podem interferir com a capacidade de contração do miocárdio, e o grau de fibrose, do mesmo, pode prever disfunção sistólica. Com a progressão da cardiopatia hipertensiva, o volume de ejeção pode ser mantido, mas a quantidade de sangue ejetado por unidade de massa do miocárdio pode ser menor, potencialmente resultando em anormalidades na função sistólica regional. [35][45]

A maior parte da literatura subsequente tem-se centrado na deformação miocárdica longitudinal, a qual é um marcador sensível da disfunção subclínica que se correlaciona com uma variedade de marcadores bioquímicos de doença. [65]

A nova tecnologia VVI revelou-se importante na estimativa da função sistólica do ventrículo esquerdo permitindo avaliar de forma precisa e objetiva o grau de perturbação na contratilidade. [68][69]

Os Índices de velocidade de pessoas saudáveis foram comparados com os de doentes com hipertensão sendo maiores nos indivíduos saudáveis. O valor de

deslocamento do miocárdio apresentou da mesma forma diferenças entre os grupos, sendo o seu valor maior no grupo de indivíduos saudáveis. Os valores para velocidade e deslocamento longitudinais são inéditos, não havendo conhecimento de nenhuma referência bibliográfica com valores normais em casos obtidos por VVI.

Com o novo método ecocardiográfico de imagem bidimensional VVI é possível encontrar disfunção sistólica regional existente em doentes hipertensos, o que não é possível com o método convencional. À semelhança de um estudo anterior, que assegura o comprometimento da função sistólica regional em doentes hipertensos com hipertrofia ventricular esquerda, apesar de evidenciarem fração de ejeção global e fração de encurtamento normais.<sup>[67]</sup> O mesmo aconteceu neste estudo, sendo evidenciado na diferença de valores de *strain* em via apical (4C, 3C e 2C). É possível verificar que em apical de 2C o valor é significativamente diferente entre o grupo saudável e o grupo com hipertensão. Estas diferenças não são tao marcadas quando se analisa os valores de *strain* globais dos segmentos em apical de 4C e 3C.

Segundo um estudo recente, onde foram encontrados valores normais de deformação miocárdica para uma amostra com indivíduos normais estabeleceu-se que o valor de *strain* global medio seria  $-19,84 \pm 4,59$  % e o respetivo valor de *time to peak* de  $375 \pm 97$  msec. A avaliação de *strain* global longitudinal no grupo de voluntários saudáveis mostrou os índices dentro do intervalo normal  $-17,80 \pm 2,87$ % com valor de *time to peak* de  $389 \pm 44,10$  msec. Em comparação com voluntários saudáveis, os doentes com HTA não gozaram diferenças significativas nos valores médios de deformação longitudinal ( $p > 0,05$ ), neste estudo.<sup>[67]</sup>

Os valores de *strain rate* longitudinal global medio, segundo o mesmo estudo, variam de  $-1,30 \pm 0,49$ s<sup>-1</sup> para o valor medio global e *time to peak* de  $187 \pm 53$  msec. Estes coincidem com os valores obtidos neste estudo com  $-1,03 \pm 0,18$ s<sup>-1</sup> de *strain rate* e  $192,13 \pm 29,08$  msec de *time to peak*. Relativamente a este estudo os valores de *strain rate* foram idênticos nos dois grupos.<sup>[65]</sup>

Os valores globais médios da deformação longitudinal nomeadamente de *strain* e *strain rate*, não apresentaram diferenças significativas quando comparados com o grupo saudável. O que poderá ser explicado pelo facto da maioria dos indivíduos da nossa amostra apresentarem a pressão arterial controlada (media de 137,48/ 83,58 mmHg). Estes resultados estão em conformidade com estudos prévios, nomeadamente o de *Narayanan et al* que relatam, que indivíduos com HTA e fração de ejeção preservada poderão não apresentar parâmetros de deformação significativamente reduzidos.<sup>[47]</sup>

A deformação do miocárdio avaliada por ecocardiografia com o Doppler Tecidual, esta limitada às deformações em direção ao ápex e muito dependente do ângulo de

incidência do feixe de ultrassom. A ecocardiografia bidimensional usando novas metodologias, permite aferir as diferentes direções da deformação do miocárdio sem depender do ângulo de incidência dos ultrassons.

A metodologia de *speckle tracking*, à semelhança da técnica de VVI, permite reconhecer a contratilidade miocárdica e é igualmente reconhecida como uma importante ferramenta para avaliação das patologias nomeadamente a Hipertensão arterial. Os resultados obtidos neste estudo estão em conformidade com estudos prévios, onde foi aplicada a técnica de *Speckle Tracking* que relatam que os valores globais da deformação longitudinal em indivíduos hipertensos, não apresentaram diferença significativa quando comparados com o grupo de normotensos.<sup>[76]</sup>

## 5.1 Limitações

No decorrer do estudo “Uso da ecocardiografia bidimensional com *Velocity Vector Imaging* (VVI) na avaliação da função ventricular esquerda em indivíduos hipertensos voluntários” subsistiram várias limitações.

Por VVI se basear na imagem bidimensional em escala de cinza, é necessária uma alta qualidade das imagens e cuidados especiais devem, ser tidos em conta, para desenhar o contorno do endocárdio. Por esta razão, foram excluídos alguns segmentos por dificuldade no *tracking* do endocárdio e conseqüentemente os parâmetros estimados não foram os valores, verdadeiramente, globais de deformação miocárdica do ventrículo esquerdo.

Outra das limitações deste estudo é o facto de os valores definidos, resultarem de uma amostra de reduzidas dimensões, mas optou-se metodologicamente por este facto, devido às características semelhantes dos grupos em estudo. Outro ponto importante e considerado como limitação do estudo baseia-se, com o facto, de grande parte do grupo de hipertensos que constituem a amostra em estudo estarem medicados e controlados e poderão não ser verdadeiramente representativos da apresentação de cardiopatia hipertensiva.

O estudo ultrassonográfico cardíaco é um método complementar de diagnóstico que apresenta grande variabilidade interobservador e intraobservador. Estas medições não foram realizadas devido a pendências de prazos. Para o cálculo da variabilidade intraobservador era necessária uma segunda medição dos parâmetros após um período considerável desde a primeira análise com VVI e o estudo da variabilidade interobservador, os mesmos parâmetros seriam analisados por um segundo operador.

Justifica-se, assim, a impossibilidade do cálculo de reprodutibilidade da técnica VVI por a instituição onde foi realizado o estudo apresentar uma grande afluência de trabalho, sendo difícil a disponibilização de outro elemento para a realização de uma nova análise em curto espaço de tempo, já que o período de recolha de dados se limitou ao período de estágio.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante a revisão bibliográfica realizada, este é o primeiro estudo efetuado em Portugal que utilizou a técnica de VVI para estudar os valores de deformação do miocárdio em indivíduos hipertensos com o intuito de avaliar a viabilidade desta nova ferramenta de estudo. Este estudo recruta a necessidade de realizar outro estudo para explicar o mecanismo concreto de confiança da função regional e global do VE. A realização dum estudo prospetivo multicêntrico envolvendo uma amostra de hipertensos de maior dimensão e com maior heterogeneidade, com o objetivo de se criarem cut-off's da normalidade, dos parâmetros da deformação miocárdica, avaliados por esta nova técnica, que sejam representativos da população seria de grande relevância. Outro tema de grande pertinência para estudos futuros seria o cálculo da variabilidade e reprodutibilidade desta nova metodologia examinando a variabilidade inter e intra- observador escolhendo aleatoriamente um grupo de indivíduos.

Com este estudo, os parâmetros de deformação miocárdica do ventrículo esquerdo poderão contribuir para a integração, dos mesmos, no estudo ultrassonográfico cardíaco da população com hipertensão, a fim de aumentar a sensibilidade e especificidade na avaliação da função ventricular esquerda, para que esta técnica se torne o *gold standard* de avaliação cardíaca.

A técnica de ecocardiografia com VVI *não* demonstrou diferenças dos parâmetros de *strain* e *strain rate* globais, com semelhante fração de ejeção do ventrículo esquerdo entre os dois grupos, embora ter sido possível achar disfunção sistólica regional em doentes hipertensos. Em comparação ao grupo de indivíduos saudáveis, os doentes com HTA apresentaram redução do deslocamento longitudinal e da velocidade de contração longitudinal, o que pode ser indício de uma lesão miocárdica principiante. Estudos posteriores poderão ou não confirmar as conclusões obtidas neste estudo.

Em conclusão, a possibilidade de estudar parâmetros mais sensíveis de função ventricular esquerda permitiu identificar um conjunto de alterações precoces numa população de doentes hipertensos com fração de ejeção preservada. Tais alterações poderão representar potenciais marcadores de risco nestas populações e assim potencialmente identificar subgrupos de maior risco em que uma intervenção mais precoce e mais agressiva possam vir a ter impacto significativo. Os resultados sugerem que a nova técnica ecocardiográfica com VVI pode identificar doentes com

comprometimento funcional com maior precisão do que os métodos ecocardiográficos convencionais.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- [1] **Azevedo C, Azevedo A.** Metodologia Científica: Contributos Práticos para a Elaboração de Trabalhos Académicos, Ed. C. Azevedo, 4ª edição, Porto, 1998.
- [2] **Bell J.** Como Realizar um Projecto de Investigação: trajectos, Gradiva – Publicações, Lda., Lisboa, 1997
- [3] **Zamorano J, Bax J, Rademakers F, Knuuti J (editors).** *The ESC Textbook of Cardiovascular Imaging.* London: Springer; 2010. p. 308-322.
- [4] **Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Hoom SV, Murray CF.** The Comparative risk Assessment Collaborating Group. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet.* 2002, Vol. 360, pp. 1347- 1360.
- [5] **Carmo H e Ferreira MM.** Metodologia da Investigação - Guia para auto-aprendizagem. Lisboa : Universidade Aberta, 1998.
- [6] **Poulsen SH, Andersen NH, Ivarsen PI, Mogensen CE, Egeblad H.** Doppler tissue imaging reveals systolic dysfunction in patients with hypertension and apparent “isolated” diastolic dysfunction. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:724-31.
- [7] **Direção- Geral de Saúde.** Norma nº 020/2011 - Hipertensão Arterial: definição e classificação. Atualizada a 19/03/2013.
- [8] **World Health Organization.** Prevention of cardiovascular disease Guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk. World Health Organization 2007. Geneva : WHO, 2007.
- [9] **Kaplan, M. Norman.** *Hipertensión clínica. 2ª ed. Barcelona: Springer, 1997.*
- [10] **Macedo, M.** Estudo da prevalência, tratamento e controlo da hipertensão em Portugal. [www.eurotrials.com](http://www.eurotrials.com). [Online] Dez de 2005. [Citação: 14 de Agt de 2011.] [http://www.eurotrials.com/contents/files/Boletim\\_19.pdf](http://www.eurotrials.com/contents/files/Boletim_19.pdf).
- [11] **De Macedo ME, Lima MJ, Silva AO, Alcantara P, Ramalhinho V, Carmona J.** Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Portugal. The PAP study. *Rev Port Cardiol.* 2007, Vol. 26(1), pp. 21-39.
- [12] **European Society of Hypertension e European Society of Cardiology.** *Guidelines for the management of arterial hypertension. European Society of Hypertension and European Society of Cardiology. J Hypert.* 2007, Vol. 25, pp. 1105-1187.
- [13] **Direção- Geral de Saúde.** Norma nº 005/2013 - Avaliação do Risco Cardiovascular SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation). Atualizada a 26/11/2013
- [14] **Graham I, et al.** European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur Heart J.* 2007, Vol. 28 (19), pp. 2375-2414.

- [15] **Kasper DI, Braunwald E, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson JL.** *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 16ª Ed. MCGraw-Hill Professional; Julho 23, 2004.
- [16] **Beers M, Berkow R.** El Manual Merck de diagnóstico y tratamiento .10ª edición española. Madrid. Ediciones Harcourt S.A.1999.
- [17] **Vasyuk Yu.A.** Funktsional'naya diagnostika v kardiologii: klinicheskaya interpretatsiya [Functional Diagnosis in Cardiology: clinical interpretation]. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2009; 312 p.
- [18] **Martins L, Pinto F, Mendes J.** Lesão dos órgãos alvo e a sua avaliação: ECG e Ecocardiograma. A hipertensão arterial na prática Clínica. Lisboa : Cortex - Publicações Técnica e Científicas Lda, 2006, pp. 85-103.
- [19] **Bulwer B, Solomon S, Janardhanan R.** Echocardiography assessment of ventricular systolic function. In Solomon S, editor. Essential of echocardiography. New Jersey: Humana Press Inc; 2007. p. 89-117.
- [20] **Lang R, Bierig M, Devereux R, Flachskampf F, Foster E, Pellikka P, Picard M, Roman M, Seward J, Shanewise J, Solomon S, Spencer K, Sutton M, Stewart W.** Recommendations for chamber quantification: A report from the american society of echocardiography's guidelines and standards committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European association of echocardiography, a branch of the European society of cardiology. J Am Soc Echocardiogr [Internet]. 2005 [cited 2011Abr 8];18:1440-1463. Available from: <http://www.asefiles.org/ChamberQuantification.pdf>
- [21] **OH J, Seward J, Tajik A.** *Assessment of systolic function and quantification of cardiac chambers*. In OH J, Seward J, Tajik A, editors. The echo manual. Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p. 109-119.
- [22] **Bastos J, Duquia R.** Um dos delineamentos mais empregados em epidemiologia: estudo transversal. [Online] 2007. [Citação: 1 de Mar de 2010.] <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/scientiamedica/article/viewFile/2806/234>.
- [23] **Owan Te, Hodge Do, Herges Rm, Jacobsen Sj, Roger VI, Redfield M.** Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. N Engl J Med. 2006, Vol. 2006, pp. 251-9.
- [24] **Otto C M.** The Practice of Clinical Echocardiography, Philadelphia. Philadelphia : W.B Saunders Company, 2002.
- [25] **Oh K, Jae TAJIK A, Jamil SEWARD B, James.** The Echo Manual. 2ª ed. USA : Lippincott-Raven. 1999.
- [26] **Sherif F, et al.** Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. European Journal of Echocardiography. 2009, Vol. 10, pp. 165–193.
- [27] **Torrent-Guasp F.** La estructura macroscópica del miocárdio ventricular. Rev Esp Cardiol. 1980, Vol. 33, pp.265-87.
- [28] **Streeter DD, Spotnitz HM, Patel DP, Ross J, Sonnenblick EH.** Fiber orientation in the canine left ventricle during diastole and systole. Circ Res. 1969, Vol. 24, pp. 339-47.

- [29] **Lafitte S, Alimazighi N, Reant P, Dijos M, Zaroui A, Mignot A, Lafitte M, Pillois X, Roudaut R, DeMaria A.** Validation of the smallest pocket echoscopic devices diagnostic capabilities in heart investigation. *Ultrasound in Med & Biol* [Internet]. 2011 [cited 2011 Jun 15];37(5):798-804. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20059600>
- [30] **Colonna P, Hoffmann R.** Evaluation of Systolic and diastolic LV function. In Zamorano J, Bax J, Rademakers F, Knuuti J (editors). *The ESC Textbook of Cardiovascular Imaging*. London: Springer; 2010. p. 308-322.
- [31] **Shahgaldi K, Gudmundsson P, Manouras A, Brondin L, Winter R.** Visually estimated ejection fraction by two dimensional and triplane echocardiography is closely correlated with quantitative ejection fraction by real-time three dimensional echocardiography. *Cardiovascular Ultrasound* [Internet]. 2009 [cited 2011 Aug 18];7:41. Available from: <http://www.cardiovascularultrasound.com/contents/7/1/41>
- [32] **Levy D, Savage DD, et al.** Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in Framingham Heart Study. *N Engl J Med*. 31 de Mai de 1990, Vol. 322, p. 322:1561.
- [33] **Anderson B.** *The normal Examination and Echocardiographic Measurements*. 1ª Ed. Austrália : MGA Graphics, 2000.
- [34] **Suntherland, GR et al.** *Doppler Myocardial Imaging*. Leuven : Leuven University Press, 2004.
- [35] **Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al.** Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24:277-313.
- [36] **Elnamany MF, Abdelhameed AK.** Mitral annular motion as a surrogate for left ventricular function: Correlation with brain natriuretic peptide levels. *Eur J Echocardiography*. 2006, Vol. 7, pp. 187-198.
- [37] **Geyer H, et al.** Assesment of Myocardial Mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical aplication. *Journal of the American Society of Echocardiography*. Abr de 2010, Vol. 23 (4), pp. 351-369.
- [38] **Neizel M, Lossnitzer D, Korosoglou G, Schaüfele T, Peykarjou H, Steen H, et al.** Strain-encoded MRI for evaluation of left ventricular function and transmuralty in acute myocardial infarction. *Circulation*. 2009, Vol. 2, pp. 116-22.
- [39] **Fortin M.** O processo de investigação: da concepção à realização, LUSOCIENCIA – Edições Técnicas e Científicas, Lda, Loures 1999
- [40] **REIS F, CICONELL R e FALOPPA F.** Pesquisa científica: a importância da metodologia. [www.rbo.org.br](http://www.rbo.org.br). [Online] Mar de 2002. [Citação: 10 de Jul de 2011.] <http://www.rbo.org.br/materia.asp?mt=742&idldioma=1>.
- [41] **Pestana M, Gagueiro J.** Análise de dados para Ciências Sociais – A complementaridade do SPSS. Edições Sílabo: 2008.
- [42] **Amundsen BH, Helle-Valle T, Edvardsen T, Torp H, Crosby J, Lyseggen E, et al.** Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking

echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2006; 47: 789-93.

[43] **Van Dalen BM, Bosch JG, Kauer F et al.** Assessment of mitral annular velocities by speckle tracking echocardiography versus tissue doppler imaging: validation, feasibility and reproducibility. *J AM Soc Echocardiography*. 2009, Vol. 22, pp. 1302-8.

[44] **Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP et al.** Clinical Utility of Doppler Echocardiography and Tissue Doppler Imaging in the Estimation of Left Ventricular Filling Pressures A Comparative Simultaneous Dopplercatheterization Study. *Circulation*. 2000, Vol. 102, pp. 1788-1794.

[45] **Oxborough D, George K, Birch KM.** Intraobserver reliability of two-dimensional ultrasound derived strain imaging in the assessment of the left ventricle, right ventricle, and left atrium of healthy human hearts. *Echocardiography*2012; 29:793-802.

[46] **Voight JU, Flachskampf FA.** Strain and strain rate. New and clinically relevant echo parameters of regional myocardial function. *Z Kardiol* 2004; 93: 249–258.

[47] **Narayanan A, Aurigemma G, Chinali M et al.** Cardiac Mechanics in Mild Hypertensive Heart Disease: A Speckle - Strain Imaging Study. [Online] 21 de Julho de 2009. [Citação: 20 de Agosto de 2011.] <http://circimaging.ahajournals.org/content/early/2009/07/21/CIRCIMAGING.108.811620.full.pdf>.

[48] **Cardim N.** *Ecocardiografia Transtorácica*. Lisboa: Lidel; 2009.

[49] **Dias M.** *Métodos e Técnicas de Estudo e Elaboração de Trabalhos Científicos*, Livraria Minerva Editora, Coimbra, 1999.

[50] **Madeira A, Abreu M.** *Comunicar em Ciência, como redigir e apresentar trabalhos científicos*, JMM – Artes Gráficas Lda, Lisboa, 2004.

[51] **Pardal L, Correia.** *Métodos e Técnicas de Investigação Social*, Areal Editores, Porto, 1995.

[52] **Dalen H, Thorstensen A, Aase S, Ingul C, Torp H, Vatten L, Stoylen A.** *Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway*. *Eur J Echocardiogr*. 2010, Vol. 11(2), pp. 176-183.

[53] **Narayanan Kumar, Regi Oommen, Viji S. Thomson, Jacob V. Jose.** *Assessment of left ventricular systolic function by velocity vector imaging*. *Indian Heart Journal* 6402 2012, 146–149.

[54] **J Chen, T Cao, Y Duan, L Yuan, Z Wang.** *Velocity vector imaging in assessing myocardial systolic function of hypertensive patients with left ventricular hypertrophy*. *Can J Cardiol* 2007;23 (12):957-961.

[55] **LI Peng, MENG Hong, LIU Shi-zhen, Mani A Vannan.** *Quantification of left ventricular mechanics using vector-velocity imaging, a novel feature tracking algorithm, applied to echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging*. *Chinese Medical Journal* 2012; 125(15):2719-2727.

[56] **Sherif E. Moustafa , Mayank Kansal, Mohsen Alharthi, Yan Deng, Krishnaswamy Chandrasekaran, Farouk Mookadam.** *Prediction of incipient left ventricular dysfunction in patients with chronic primary mitral regurgitation: a velocity vector imaging study*. *European Journal of Echocardiography* (2011) 12, 291–298.

- [57] **Jorge, A. et al.** Evaluation of Longitudinal Systolic Function in Heart Failure with Normal Ejection Fraction. *Arq. Bras. Cardiol.* 2010, Vol. 94(6), pp. 799-805.
- [58] **National Comitee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure.** The Seventh Report of the Joint National Comitee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: The JNC 7 Report. 2003. *JAMA*, Vol. 289, pp. 2560-2572.
- [59] **Kerut E K, McIlwain EF, Plotnick GD.** “*Handbook of Echo-Doppler Interpretation*”. Blackwell Futura;Second Edition, 2004.
- [60] **Quivy R.** *Manual de Investigação em Ciências Sociais*, Gradiva – Publicações. Lda, Lisboa, 1998.
- [61] **Colonna P, Hoffmann R.** *Evaluation of Systolic and diastolic LV function.* In
- [62] **Suntherland GR et al.** *Doppler Myocardial Imaging.* Leuven : Leuven University Press, 2004.
- [63] **Braz Nogueira J.** Avaliação do Risco Cardiovascular Global. Factores de risco major. Hipertensão Arterial e diabetes. In *A hipertensão arterial na prática Clínica.* 2006. p. 40. Vol. 21.
- [64] **Garot J, Derumeaux GA, Monin JL et al.** Quantitative systolic and diastolic transmyocardial velocity gradients assessed by M-mode colour Doppler tissue imaging as reliable indicators of regional left ventricular function after myocardial infarction. *Eur Heart J* 1999 Apr; 20(8): 593–603.
- [65] **Yingchoncharoen et al.** Normal Ranges of Left Ventricular Strain: A Meta-Analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2012
- [66] **ESTSL, IPL.** Normas de orientação e procedimentos de apresentação dos trabalhos de mestrado. [Online] 2012. [Citação.] [http://www.estesl.ipl.pt/.../normas\\_de\\_orientacao\\_e...](http://www.estesl.ipl.pt/.../normas_de_orientacao_e...)
- [67] **Bailón IR et al.** Left ventricular deformation and two- dimensional Echocardiography: temporal and other parameter values in normal subjects. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63(10): 1195-9.
- [68] **Shakhova EB et al.** The use of velocity vector imaging program to estimate left ventricular systolic function in healthy volunteers and patients with dilated cardiomyopathy. UDC 616.124-07+612.12-08.
- [69] **Sampaio et al.** Systolic and diastolic dysfunction in cirrhosis: a tissue-doppler and speckle tracking echocardiography study.2013, *Liver International* ISSN 1478-3223.
- [70] **Paul A. James, MD; Suzanne Oparil, MD; Barry L. Carter, PharmD; William C. Cushman, MD; Cheryl Dennison-Himmelfarb, RN, ANP, PhD; Joel Handler, MD; Daniel T. Lackland, DrPH; Michael L. LeFevre,MD, MSPH; Thomas D. MacKenzie,MD, MSPH; Olugbenga Ogedegbe,MD, MPH, MS; Sidney C. Smith Jr, MD; Laura P. Svetkey,MD, MHS; Sandra J. Taler, MD; Raymond R. Townsend, MD; Jackson T.Wright Jr,MD, PhD; Andrew S. Narva, MD; Eduardo Ortiz, MD, MPH.** 2014 Evidence-Based Guideline for the Management of High Blood Pressure in Adults Report From the Panel Members Appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8). *JAMA.* 2014;311(5):507-520.

[71] **Tayyareci Y, Yıldırımürk O, Yurdakul S, Aytakin V, Demiroğlu IC, Aytakin S.** Evaluation of left ventricular regional systolic functions in patients with coronary artery disease by two-dimensional strain imaging: a velocity vector imaging study. Department of Cardiology, Florence Nightingale Hospital, İstanbul, Turkey. 2011 Mar;39(2):93-104.

[72] **Li SH, Liu J, Zha DG, Zhang C, Hu F, Liu YL.** Velocity vector imaging for left ventricular diastolic function assessment and the reference values. Department of Cardiology, Southern Medical University, Guangzhou, China. 2011 Aug;31(8):1461-3.

[73] **Hyun Suk Yang, Farouk Mookadam, Tahlil A. Warsame, Bijoy K. Khandheria, Jamil A. Tajik, and Krishnaswamy Chandrasekaran.** Evaluation of right ventricular global and regional function during stress echocardiography using novel velocity vector imaging. *European Journal of Echocardiography* (2010) 11, 157–164.

[74] **Gabriel Valocik • Ludmila Druzbacka´ • Ivana Valocikova • Peter Mitro.** Velocity vector imaging to quantify left atrial function. *Int J Cardiovasc Imaging* (2010) 26:641- 649.

[75] **Cannesson M, Tanabe M, Suffoletto MS, Schwartzman D, Gorcsan J 3rd.** Velocity vector imaging to quantify ventricular dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol.* 2006 Oct 1;98(7):949-53.

[76] **Gonçalves, Susana; Cortez-Dias, Nuno; Nunes, Ana; Belo, Adriana; Zimbarra Cabrita, Inês; Sousa, Catarina; Pinto, Fausto J.** Disfunção sistólica ventricular esquerda detetada por *speckle tracking* em hipertensos com fração de ejeção preservada. Publicado na *Rev Port Cardiol.* 2014;33:23-33

# **ANEXOS E APÊNDICES**

## ***Anexo I - Valores de referência***

EAE/ASE RECOMMENDATIONS

## Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography

Sherif F. Nagueh, MD, Chair<sup>†</sup>, Christopher P. Appleton, MD<sup>†</sup>, Thierry C. Gillebert, MD\*, Paolo N. Marino, MD\*, Jae K. Oh, MD<sup>†</sup>, Otto A. Smiseth, MD, PhD\*, Alan D. Waggoner, MHST, Frank A. Flachskampf, MD, Co-Chair\*, Patricia A. Pellikka, MD<sup>†</sup>, and Arturo Evangelisa, MD\*

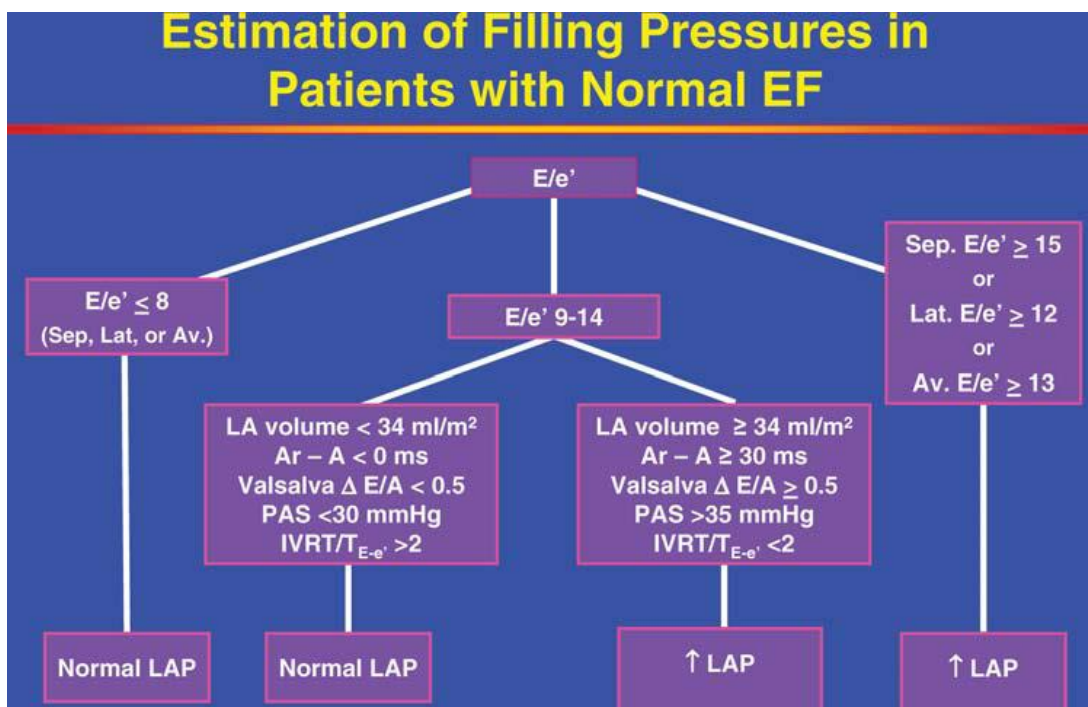
Houston, Texas; Phoenix, Arizona; Ghent, Belgium; Novara, Italy; Rochester, Minnesota; Oslo, Norway; St. Louis, Missouri; Erlangen, Germany; Barcelona, Spain

Table 1 Normal values for Doppler-derived diastolic measurements

Measurement	Age group (y)			
	16–20	21–40	41–60	>60
IVRT (ms)	50 ± 9(32–68)	67 ± 8(51–83)	74 ± 7(60–88)	87 ± 7(73–101)
E/A ratio	1.88 ± 0.45(0.98–2.78)	1.53 ± 0.40(0.73–2.33)	1.28 ± 0.25(0.78–1.78)	0.96 ± 0.18(0.6–1.32)
DT (ms)	142 ± 19(104–180)	166 ± 14(138–194)	181 ± 19(143–219)	200 ± 29(142–258)
A duration (ms)	113 ± 17(79–147)	127 ± 13(101–153)	133 ± 13(107–159)	138 ± 19(100–176)
PV S/D ratio	0.82 ± 0.18(0.46–1.18)	0.98 ± 0.32(0.34–1.62)	1.21 ± 0.2(0.81–1.61)	1.39 ± 0.47(0.45–2.33)
PV Ar (cm/s)	16 ± 10(1–36)	21 ± 8(5–37)	23 ± 3(17–29)	25 ± 9(11–39)
PV Ar duration (ms)	66 ± 39(1–144)	96 ± 33(30–162)	112 ± 15(82–142)	113 ± 30(53–173)
Septal $\dot{e}$ (cm/s)	14.9 ± 2.4(10.1–19.7)	15.5 ± 2.7(10.1–20.9)	12.2 ± 2.3(7.6–16.8)	10.4 ± 2.1(6.2–14.6)
Septal $\dot{e}/\dot{a}$ ratio	2.4*	1.6 ± 0.5(0.6–2.6)	1.1 ± 0.3(0.5–1.7)	0.85 ± 0.2(0.45–1.25)
Lateral $\dot{e}$ (cm/s)	20.6 ± 3.8(13–28.2)	19.8 ± 2.9(14–25.6)	16.1 ± 2.3(11.5–20.7)	12.9 ± 3.5(5.9–19.9)
Lateral $\dot{e}/\dot{a}$ ratio	3.1*	1.9 ± 0.6(0.7–3.1)	1.5 ± 0.5(0.5–2.5)	0.9 ± 0.4(0.1–1.7)

Data are expressed as mean ± SD (95% confidence interval). Note that for  $\dot{e}$  velocity in subjects aged 16 to 20 years, values overlap with those for subjects aged 21 to 40 years. This is because  $\dot{e}$  increases progressively with age in children and adolescents. Therefore, the  $\dot{e}$  velocity is higher in a normal 20-year-old than in a normal 16-year-old, which results in a somewhat lower average  $\dot{e}$  value when subjects aged 16 to 20 years are considered.

\*Standard deviations are not included because these data were computed, not directly provided in the original articles from which they were derived.



## ASE COMMITTEE RECOMMENDATIONS

# Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology

Members of the Chamber Quantification Writing Group are: Roberto M. Lang, MD, FASE, Michelle Bierig, MPH, RDCS, FASE, Richard B. Devereux, MD, Frank A. Flachskampf, MD, Elyse Foster, MD, Patricia A. Pellikka, MD, Michael H. Picard, MD, Mary J. Roman, MD, James Seward, MD, Jack S. Shanewise, MD, FASE, Scott D. Solomon, MD, Kirk T. Spencer, MD, FASE, Martin St John Sutton, MD, FASE, and William J. Stewart, MD

**Table 5** Reference limits and partition values of left ventricular size

	Women				Men			
	Reference range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal	Reference range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal
LV dimension								
LV diastolic diameter	3.9–5.3	5.4–5.7	5.8–6.1	≥6.2	4.2–5.9	6.0–6.3	6.4–6.8	≥6.9
LV diastolic diameter/BSA, cm/m <sup>2</sup>	2.4–3.2	3.3–3.4	3.5–3.7	≥3.8	2.2–3.1	3.2–3.4	3.5–3.6	≥3.7
LV diastolic diameter/height, cm/m	2.5–3.2	3.3–3.4	3.5–3.6	≥3.7	2.4–3.3	3.4–3.5	3.6–3.7	≥3.8
LV volume								
LV diastolic volume, mL	56–104	105–117	118–130	≥131	67–155	156–178	179–201	≥201
<i>LV diastolic volume/BSA, mL/m<sup>2</sup></i>	<i>35–75</i>	<i>76–86</i>	<i>87–96</i>	<i>≥97</i>	<i>35–75</i>	<i>76–86</i>	<i>87–96</i>	<i>≥97</i>
LV systolic volume, mL	19–49	50–59	60–69	≥70	22–58	59–70	71–82	≥83
<i>LV systolic volume/BSA, mL/m<sup>2</sup></i>	<i>12–30</i>	<i>31–36</i>	<i>37–42</i>	<i>≥43</i>	<i>12–30</i>	<i>31–36</i>	<i>37–42</i>	<i>≥43</i>

BSA, body surface area; LV, left ventricular.  
Bold italic values: Recommended and best validated.

**Table 6** Reference limits and values and partition values of left ventricular function

	Women				Men			
	Reference range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal	Reference range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal
Linear method								
Endocardial fractional shortening, %	27–45	22–26	17–21	≤16	25–43	20–24	15–19	≤14
Midwall fractional shortening, %	15–23	13–14	11–12	≤10	14–22	12–13	10–11	≤10
2D Method								
<i>Ejection fraction, %</i>	<i>≥55</i>	<i>45–54</i>	<i>30–44</i>	<i>&lt;30</i>	<i>≥55</i>	<i>45–54</i>	<i>30–44</i>	<i>&lt;30</i>

2D, Two-dimensional.  
Bold italic values: Recommended and best validated.

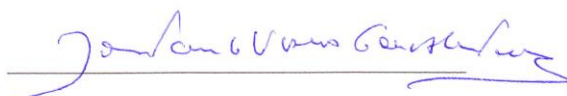
***Anexo II- Declaração de cedência de  
dados***

---

Lisboa, 2 de setembro de 2013

## DECLARAÇÃO DE CEDÊNCIA DE DADOS

Autoriza-se a Mestranda Andreia Filipa Alendouro Soeima, a utilizar os dados clínicos e ecocardiográficos referentes a indivíduos seguidos no Hospital dos SAMS, em Lisboa, no âmbito do projeto final desenvolvido no Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular, III Edição, da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa/ Faculdade de Medicina de Lisboa, com o título: Avaliação da função ventricular esquerda por ecocardiografia bidimensional com VVI em indivíduos hipertensos voluntários.



***Apêndice I - Formulário de recolha de dados***

## Formulário de recolha de dados

Beneficiário nº \_\_\_\_\_

Data do exame \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Idade \_\_\_ Sexo \_\_\_ SC \_\_\_ HTA \_\_\_ HTA controlada \_\_\_\_\_

Ritmo \_\_\_\_\_ FC \_\_\_ PA \_\_\_ / \_\_\_

Doenças Cardiovasculares \_\_\_\_\_

Outras patologias \_\_\_\_\_

<b>Ecocardiografia modo M e Bidimensional</b>	VTS VE	
	VTD VE	
	Fej	
	Fenc	
<b>Ecocardiografia Doppler</b>	Racio E/A	
	E/E' medio	
<b>Ecocardiografia VVI</b>	Deslocamento	
	Deslocamento Tpk	
	Velocidade	
	Velocidade Tpk	
	<i>Strain</i> 4C global	
	<i>Strain</i> 3C global	
	<i>Strain</i> 2C global	
	<i>Strain</i> global médio	
	<i>Strain</i> global Tpk	
	<i>Strain Rate</i> global médio	
<i>Strain Rate</i> Tpk		

## ***Parte II- Relatório de Atividades de Estágio***



**Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular**

Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

# Relatório de Estágio

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Lisboa, 2014



Mestrado em Tecnologia de Diagnóstico e Intervenção Cardiovascular

Área de especialização - Ultrassonografia Cardiovascular

3ª Edição

# Relatório de Estágio

Andreia Filipa Alendouro Soeima

Orientador: Dr Paulo G. Pedro

Lisboa, 2014

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ENQUADRAMENTO CIENTIFICO DO ESTÁGIO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Ecocardiografia transtorácica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Ecocardiografia transesofágica.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Ecocardiografia de sobrecarga farmacológica.....</b>	<b>5</b>
<b>2 DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Caracterização do local de estágio .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Casuística do estágio.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Ecocardiografia Transtorácica.....	8
2.2.2 Ecocardiografia Transesofágica.....	13
2.2.3 Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica.....	13
<b>3 ANÁLISE E APRECIÇÃO CRÍTICA SOBRE O ESTÁGIO .....</b>	<b>15</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>17</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>19</b>

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 2.1</b> – Distribuição por sexo dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico no período de estágio.....	10
<b>Gráfico 2.2</b> – Distribuição por faixa etária dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico.....	11
<b>Gráfico 2.3</b> – Distribuição de diagnostico clinico dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico.....	12

## INTRODUÇÃO

No decorrer da licenciatura em Cardiopneumologia sempre existiu um gosto especial para a área da ecocardiografia, daí a escolha desta área de especialização no mestrado de técnicas diagnóstico e intervenção cardiovascular. No âmbito do mestrado em questão, e segundo o plano curricular do curso, no decorrer do terceiro semestre foi realizado um estágio com o principal objetivo de aprofundar e aprender novos conceitos adquiridos nos anteriores semestres.

A ecocardiografia é um elemento fundamental no diagnóstico não invasivo e tem sido alvo de uma rápida evolução tecnológica. Esta técnica é altamente dependente do operador, e por isso são exigidos conhecimentos teóricos e práticos para realizar um estudo útil do ponto de vista clínico. Tais conhecimentos são adquiridos pelo treino na realização do estudo ecocardiográfico, orientação e avaliação em local próprio.<sup>[7]</sup> Por esta razão, foi de toda a pertinência a realização do estágio em ecocardiografia de adultos no Hospital dos SAMS em Lisboa, que contou com a orientação Dr. Paulo G. Pedro. A escolha do estágio em ecocardiografia de adultos deveu-se, para além do gosto e motivação pela área, à qualidade e conteúdos programáticos do módulo teórico, assim como os excelentes profissionais que o dirigiram, mas principalmente pela sua utilidade como meio complementar de diagnóstico. A escolha do local de estágio residiu na vontade de conhecer um novo hospital, quer na dinâmica e recursos quer na população abrangida pelo mesmo.

Com a realização do estágio a mestranda comprometeu-se a atingir os seguintes objetivos:

- Conhecer e integrar a equipa multidisciplinar do serviço de cardiologia;
- Adquirir conhecimentos e competências na área da cardiologia de adultos;
- Interpretar e avaliar os protocolos de realização dos exames;
- Interpretar, analisar e avaliar alterações ecocardiográficas;
- Realizar ecocardiogramas em situações normais e em contexto de patologia;
- Otimizar a curva de aprendizagem em técnicas avançadas de ecocardiografia;
- Recolha de dados clínicos e análise em pós-processamento de dados para a realização do projeto de investigação no contexto do curso de Mestrado com o tema “Uso da ecocardiografia bidimensional com *Velocity Vector Imaging (VVI)* na avaliação da função ventricular esquerda em indivíduos hipertensos voluntários”.

O presente relatório de estágio visa descrever e analisar o trabalho desenvolvido durante o estágio em ecocardiografia, contemplando um breve enquadramento científico do estágio, a descrição das atividades desenvolvidas, a análise e apreciação crítica do estágio, e as considerações finais focando a importância, as principais competências adquiridas e as principais limitações do estágio.

# 1 ENQUADRAMENTO CIENTIFICO DO ESTÁGIO

A investigação e evolução tecnológica em ecocardiografia, ao longo das últimas décadas, têm desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento da abordagem cardiovascular desde a vida fetal até à vida adulta. O aperfeiçoamento da técnica tem permitido um progresso no diagnóstico, gravidade da patologia, decisões terapêuticas, indicação do *timing* cirúrgico, no prognóstico e *follow-up* dos doentes.<sup>[6]</sup> A par desta evolução tecnológica, os profissionais de ecocardiografia necessitam, de igual forma, acompanhar estes avanços e investir na sua constante formação para que o seu trabalho seja de excelência.

## 1.1 Ecocardiografia transtorácica

O ecocardiograma transtorácico (ETT) é um exame não invasivo, realizado em repouso, cómodo e inócuo para o doente, sendo por isso a primeira abordagem em ecocardiografia. Este exame apresenta inúmeras vantagens relativamente à ressonância magnética (RM) e à tomografia computadorizada (TC), e o facto de ser menos dispendioso e mais acessível, a prescrição do ETT tem aumentado nos últimos anos, sem se verificar aumento similar na prevalência das doenças. A ecocardiografia permite complementar e não substitui a anamnese e o exame físico, e por isso deve ser solicitado mediante indicações específicas e não por mera rotina. O ecocardiograma encontra-se indicado na presença de sintomatologia sugestiva de causa cardíaca, como por exemplo sopros, palpitações, dor torácica, dispneia, síncope, alterações no electrocardiograma (ECG), alterações nos marcadores cardíacos ou radiografia do tórax e na presença de patologia cardiovascular conhecida, como por exemplo miocardiopatias, insuficiência cardíaca, valvulopatias, cardiopatias congénitas e patologia da aorta.<sup>[1][3]</sup>

A grande evolução da ecocardiografia está, fortemente, relacionada com os avanços tecnológicos dos equipamentos, bem como uma profunda compreensão das informações obtidas no contexto clínico. O ecocardiografo é um equipamento altamente sofisticado no que respeita às suas múltiplas funcionalidades e processamento de imagem. É possível adquirir imagens do coração em movimento e permite analisar quantitativamente os fluxos cardíacos e velocidades tecidulares. O processamento é realizado em tempo real ou em *off-line*, quer em imagem bidimensional ou tridimensional. O potencial do equipamento, por vezes torna se limitado devido à falta de conhecimento por parte do operador e à restrição do uso de

funções. Por este facto, torna se importante o conhecimento dos princípios físicos, subjacentes às diversas modalidades de imagem, sobre a correta utilização dos controlos disponíveis, sua integração e adaptação ao paciente e ao objetivo do estudo ecocardiográfico. Assim é possível tirar o máximo partido do ecocardiografo para obter a melhor qualidade de imagem possível para o mais correto diagnóstico, e o mesmo nível de otimização nos exames de *follow-up*.

Um estudo transtorácico completo inclui a ecocardiografia bidimensional (2D), Modo-M, as técnicas de *Doppler* espectral e *Doppler* cor, assim como inclui o exame da morfologia e função de todas as cavidades cardíacas, válvulas e grandes vasos, através de múltiplos planos ecocardiográficos.<sup>[4]</sup>

A Ecocardiografia 2D é, atualmente, o método de imagem mais utilizado para avaliar a anatomia e a função cardíaca e o Modo-M a fornece informações adicionais. O Modo-M é obtido selecionando qualquer uma das linhas do sector de que uma imagem 2D é construída podendo ser útil para quantificar as dimensões lineares das câmaras cardíacas e paredes quando se verifica o alinhamento correto com a estrutura. A principal vantagem do Modo-M é a sua alta resolução temporal. No entanto, devem ser consideradas limitações, tais como desalinhamento com as estruturas e suposições geométricas erradas. Com melhor resolução e capacidade técnica dos modernos sistemas 2D, as medições são muitas vezes realizadas a partir de imagens 2D ou aplicações de Modo-M anatómico. Estas abordagens facilitam o alinhamento perpendicular correto para a medição de estruturas intracardíacas.<sup>[4]</sup>

As técnicas de *Doppler* complementam a ecocardiografia 2D fornecendo informações funcionais sobre a hemodinâmica do fluxo intracardíaco, incluindo a medição de velocidades sanguíneas sistólicas e diastólicas, volumes, a avaliação da gravidade de lesões valvulares, a localização e a gravidade dos *shunts* intracardíacos. O *Doppler* pulsado é útil para localizar o fluxo de sangue dentro da faixa fisiológica de velocidades, mede a velocidade do fluxo num ponto específico (volume da amostra) mas é limitado pelo fenómeno de *aliasing* que impede a medição de velocidades para além de um determinado limite (limite de *Nyquist*). O *Doppler* contínuo, que necessita de resolução espacial, é útil para medir com precisão as velocidades máximas de fluxos e, portanto, estimar os gradientes através de válvulas ou defeitos interventriculares. O mapeamento de fluxo com *Doppler* cor estima velocidades médias ao longo de cada linha do sector de imagem 2D e exhibe as informações como código de cores, proporcionando uma imagem composta de fluxo sobre uma área maior e é mais útil para a deteção de regurgitações e estenoses valvulares e para a deteção da presença de *shunts* intracardíacos.<sup>[4][8]</sup>

Como já foi dito, a ecocardiografia tem sofrido, nas últimas décadas fortes desenvolvimentos principalmente na área da ecocardiografia tridimensional em tempo real (3D/4D) e na área da deformação miocárdica, permitindo atualmente realizar, uma abordagem cardíaca multidimensional e mais quantitativa sem qualquer risco para o doente.

## **1.2 Ecocardiografia transesofágica**

O ecocardiograma transesofágico (ETE) é um exame semi-invasivo, introduzido na prática clínica na década de 80, que consiste em realizar uma abordagem cardíaca através do esófago, utilizando uma sonda transesofágica com um pequeno transdutor na ponta, permitindo obter imagens de boa qualidade e realizar uma avaliação morfológica, funcional e hemodinâmica (Modo M, 2D, Doppler pulsado, contínuo, cor, tecidual e 3D). Apesar de não ser um exame de primeira linha, na medida em que é realizado em situações muito específicas, é indispensável na prática clínica em diferentes cenários, como o laboratório de ecocardiografia, unidades de cuidados intensivos, blocos operatórios em cirurgia cardíaca e não cardíaca e procedimentos percutâneos. O ETE está indicado para a avaliação cardíaca de indivíduos cujo ETT não permite realizar o diagnóstico por má qualidade de imagem (por exemplo na presença de patologias pulmonares), para a avaliação de estruturas de difícil visualização ou não visualização no ETT e que possam ser cruciais para o diagnóstico e tratamento do indivíduo (por exemplo a aorta torácica ou o apêndice auricular esquerdo), e para indicações específicas (como por exemplo forte suspeita de endocardite não evidenciada pelo ETT, suspeita de fonte embólica cardíaca, avaliação das estruturas valvulares com vista à decisão/ otimização terapêutica, patologia da aorta, reavaliação do doente após terapêutica anticoagulante, entre outros). Na cirurgia não cardíaca o ETE é útil por exemplo na neurocirurgia, para a deteção de embolismo gasoso, e no transplante hepático, para a avaliação da função cardíaca. Na cirurgia cardíaca é útil na substituição e reparação valvular, cardiopatias congénitas, endocardite complexa, drenagem pericárdica complexa, dissecação da aorta, entre outros, e nas intervenções percutâneas por exemplo no encerramento de foramen ovale permeável/ comunicação interauricular (FOP/CIA).<sup>[1][9][10]</sup>

## **1.3 Ecocardiografia de sobrecarga farmacológica**

O ecocardiograma de sobrecarga, introduzido na prática clínica na década de 80, consiste numa avaliação transtorácica em que o coração é sujeito a um esforço

farmacológico, mediante a administração de medicamentos endovenosos. São registados concomitantemente o ECG, mediante monitorização específica, e a pressão arterial, cujos resultados são posteriormente relacionados com o ecocardiograma. O ecocardiograma de sobrecarga permite detetar a presença de doença das artérias coronárias e reavaliar os indivíduos após terapêutica de revascularização, a presença de gradiente intraventricular (GIV) desencadeado com o esforço, avaliar a viabilidade miocárdica, reserva contráctil e benefício da terapêutica de ressincronização cardíaca (TRC), e ainda avaliar indivíduos com valvulopatias crónicas assintomáticos (estenose e insuficiência mitral grave, insuficiência aórtica severa), e sintomáticos (estenose e insuficiência mitral moderada, estenose aórtica de avaliação equívoca por ETT, com evidência de baixo débito cardíaco ou disfunção sistólica do VE, ou seja, baixo gradiente da estenose aórtica), permitindo a tomada de decisão/ otimização terapêutica. <sup>[1][3]</sup>

## **2 DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS**

O Estágio teve a duração de 240h, entre 2 de Setembro e 23 de Outubro de 2013 e decorreu no Laboratório de Ecocardiografia do Hospital dos SAMS contemplando exames na área da Ecocardiografia Transtorácica de Adultos, ecocardiografia transesofágica e sobrecarga farmacológica.

### **2.1 Caracterização do local de estágio**

O laboratório de ecocardiografia do serviço de cardiologia do Hospital dos SAMS localiza-se no piso 1 e assegura, para além do ECG simples, provas de esforço, holter, mapa, a realização de exames ETT, ETE, eco de sobrecarga farmacológica e ecocardiografia transtoracica pediátrica a utentes referenciados pelo próprio hospital, através de consultas de diferentes especialidades, internamento, serviço de urgência e a utentes referenciados do exterior.

O laboratório é constituído por uma única sala, dotado de um ecocardiógrafo Acuson SC2000 da Siemens, com sonda transtorácica de adulto (4V1c), sonda tridimensional (4Z1c), transesofágica (V5Ms) e transtoracica pediátrica (8V3), de todos os equipamentos e fármacos necessários à realização dos ETE e de sobrecarga farmacológica, bem como material de reanimação e consumíveis necessários ao bom funcionamento do mesmo.

Relativamente aos recursos humanos, o laboratório contava na altura do estágio com dois cardiopneumologista, uma assistente operacional, um enfermeiro (presente durante os exames especiais, ETE e de sobrecarga) e três cardiologistas.

A parte inicial do estágio foi de integração no hospital, serviço, laboratório e na dinâmica de trabalho, bem como de familiarização com o equipamento e a equipa multidisciplinar. Inicialmente, a observação e a utilização do Ecocardiógrafo e todas as suas propriedades e funcionalidades é de extrema importância para a iniciação da aquisição e otimização das imagens. Esta é uma das etapas preponderante uma vez que a falta de experiência e o tempo que decorreu desde o último contacto com a técnica se estende desde o término da licenciatura.

Para a realização do estágio foram exigidas á mestrada competências e conhecimentos dos conceitos ecocardiográficos básicos como a física dos ultra-sons e os seus efeitos biológicos, os princípios de formação da imagem ecocardiográfica, medições do fluxo sanguíneo e velocidade tecidular, configuração e manipulação do ecógrafo para uma melhor qualidade de imagem, conhecimento da anatomia

cardiovascular normal e possíveis variantes do normal, reconhecimento de alterações patológicas na anatomia cardiovascular, conhecer a fisiologia cardiovascular normal e a normal dinâmica de fluidos bem como as mudanças patológicas do fluxo sanguíneo em diferentes patologias.<sup>[7]</sup> Subentende-se, como para todos os exames complementares de diagnóstico, conhecimentos acerca das indicações, contra-indicações e potenciais complicações.

O estágio culmina na concretização correta do exame, incluindo o relatório, uma vez que o ecocardiograma é um teste de diagnóstico realizado para responder a questões clínicas e orientar tratamentos. O relatório de um estudo ecocardiográfico é de extrema importância, e por isso mesmo, deve oferecer resultados com uma estrutura lógica usando uma linguagem cuidada e acessível. O uso deste tipo de abordagem é muito importante já que um relatório é feito para ser lido e compreendido por médicos de outras especialidades.

O estágio desenvolvido em ecocardiografia de adultos permitiu ainda a execução do projeto de investigação, dedicando algum tempo na recolha de dados e esclarecimento de dúvidas com o orientador sobre o mesmo.

O código ético e deontológico foi tido em conta durante o estágio. Segundo a associação portuguesa de cardiopneumologistas, no exercício da sua profissão, os técnicos de cardiopneumologia devem respeitar os direitos humanos e a relação com os outros profissionais; visar a defesa da liberdade e da dignidade humana, tendo em conta os valores universais de igualdade, de liberdade responsável, aliando a capacidade de escolha, e tendo em atenção o bem comum, a verdade e a justiça, o altruísmo, a solidariedade, a competência e o aperfeiçoamento profissional.<sup>[2]</sup> Para além deste código da profissão serão, ainda, respeitadas as regras de conduta instituídas na instituição de estágio, bem como o anonimato dos doentes, para a realização dos trabalhos futuros.

## **2.2 Casuística do estágio**

### **2.2.1 Ecocardiografia Transtorácica**

Aquando da realização dos Ecocardiogramas Transtorácicos esteve implícita a capacidade da mestrandia em:

- Realizar os planos adequados para a avaliação de patologia valvular, distinguir valvulopatias crónicas e agudas, avaliação das repercussões da patologia valvular nas estruturas cardíacas;
- Avaliação de próteses valvulares biológicas ou mecânicas;

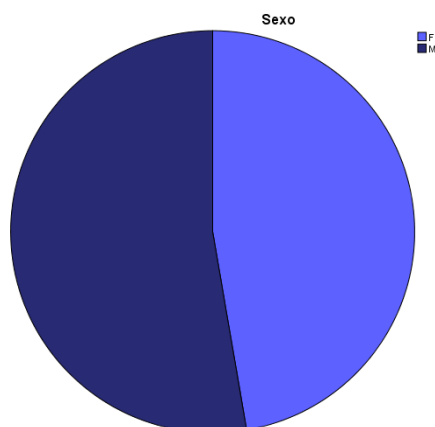
- Reconhecer sinais e consequências de isquemia miocárdica e enfarte do miocárdio, localizar alterações segmentares do movimento das paredes, avaliação da extensão do enfarte, avaliação da função sistólica global e regional do VE, bem como avaliação da função diastólica, capacidade de reconhecer complicações mecânicas do enfarte do miocárdio, as suas consequências hemodinâmicas e reconhecimento das implicações prognósticas;
- Reconhecer miocardiopatias, avaliar com precisão a gravidade da doença, capacidade de realizar o diagnóstico diferencial de, por exemplo, coração de atleta *versus* miocardiopatia hipertrófica;
- Identificar os doentes apropriados para terapia de ressincronização cardíaca;
- Reconhecimento das características ecocardiográficas das miocardiopatias, da doença coronária, da doença valvular, das miocardites, das pericardites, da hipertensão pulmonar;
- Identificar possíveis causas de insuficiência cardíaca aguda e reconhecer complicações típicas na insuficiência cardíaca;
- Avaliação da função sistólica do ventrículo direito.

Outra das competências adquiridas foi a execução de relatórios ecocardiográficos de qualidade devendo ser precisos, completos e responder de forma inequívoca à questão clínica para a qual o estudo foi solicitado e ser facilmente compreendido pelo médico requisitante. <sup>[1]</sup>

O protocolo de aquisição mínimo para o ecocardiograma transtorácico é, segundo a Associação Europeia de Ecocardiografia, o conjunto de dados mínimos necessários para um ecocardiograma completo que deve ser obtido em todos os doentes mesmo em estudos completamente normais. Tal recomendação foi respeitada em todos os ecocardiogramas transtorácicos realizados pela mestranda. Em todos os estudos ecocardiográficos realizados foi medida a dimensão das quatro cavidades cardíacas e grandes vasos, avaliado o ventrículo esquerdo, sua função sistólica e diastólica e função valvular, estimada a pressão sistólica da artéria pulmonar e avaliado o pericárdio, tal como recomendado. <sup>[4]</sup> Ocasionalmente, um estudo limitado pode ser realizado se houver uma indicação clara e geralmente são casos que foram alvo de um estudo completo recente não havendo motivo clínico para suspeitar que as alterações tenham ocorrido fora da região específica de interesse.<sup>[3]</sup> Ao longo do estágio em ecocardiografia transtorácica foram adquiridas e consolidadas competências seguindo as recomendações da Associação Europeia de Ecocardiografia nomeadamente:

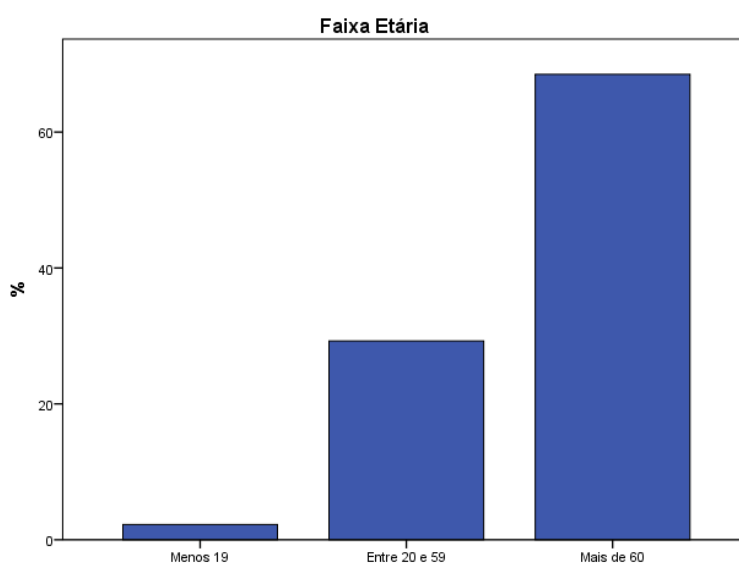
- Avaliação bidimensional biplanar (quatro e duas câmaras) para cálculo de volumes do Ventrículo Esquerdo (VE) e/ou fração de ejeção;
- Estimativa da dimensão da aurícula esquerda sempre realizada com o volume indexado à superfície corporal sendo o método biplanar o preferencialmente utilizado;
- Avaliação das pressões de enchimento ventricular esquerdo sobretudo através do fluxo mitral e da velocidade inicial do anel mitral em diástole por *Doppler* tecidual;
- Avaliação do ventrículo direito através da excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE) e pela velocidade sistólica do anel tricúspide por *Doppler* tecidual;
- Aplicação da equação de continuidade para cálculo da área de orifícios estenóticos nomeadamente na estenose aórtica com a velocidade máxima aórtica a ser pesquisada em múltiplos planos (apical, paraesternal direito, supraesternal) por *Doppler* contínuo e a utilização de *zoom* para medição do diâmetro da câmara de saída do VE permitindo reduzir os erros na quantificação da área do orifício aórtico;
- Avaliação de rotina da gravidade da estenose mitral combinou medidas de gradiente médio e área valvular por planimetria e o método de Tempo de Semi-Pressão para cálculo da área funcional;
- Avaliação de regurgitações valvulares através de parâmetros como o mapeamento de fluxo a cores do jacto regurgitante, a largura do jacto na *vena contracta* e o método PISA (área de superfície proximal isovelocidade) para cálculo do orifício regurgitante e do volume regurgitante, sobretudo para regurgitações mitrais e tricúspides.

**Gráfico 2.1** – Distribuição por sexo dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico no período de estágio.



Foram realizados 892 ecocardiogramas transtorácicos, 422 indivíduos eram do sexo feminino (47,3%) e 470 do sexo masculino (52,7%). (Gráfico 2.1) A média de idades dos exames realizados foi de  $63 \pm 16$  anos, sendo que a idade mínima foi de 8 anos e a idade máxima 97 anos. A faixa etária de maior prevalência de ecocardiogramas transtorácicos foi a superior a 60 anos (Gráfico 2.2)

**Gráfico 2.2**– Distribuição por faixa etária dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico. A faixa etária de menor prevalência de ecocardiogramas transtorácicos foi a idade inferior a 19 anos com 2,2%, de seguida a faixa etária entre 20 e 59 anos com 29,3% e, com maior prevalência, a faixa etária com idade superior a 60 anos com 68,5%.

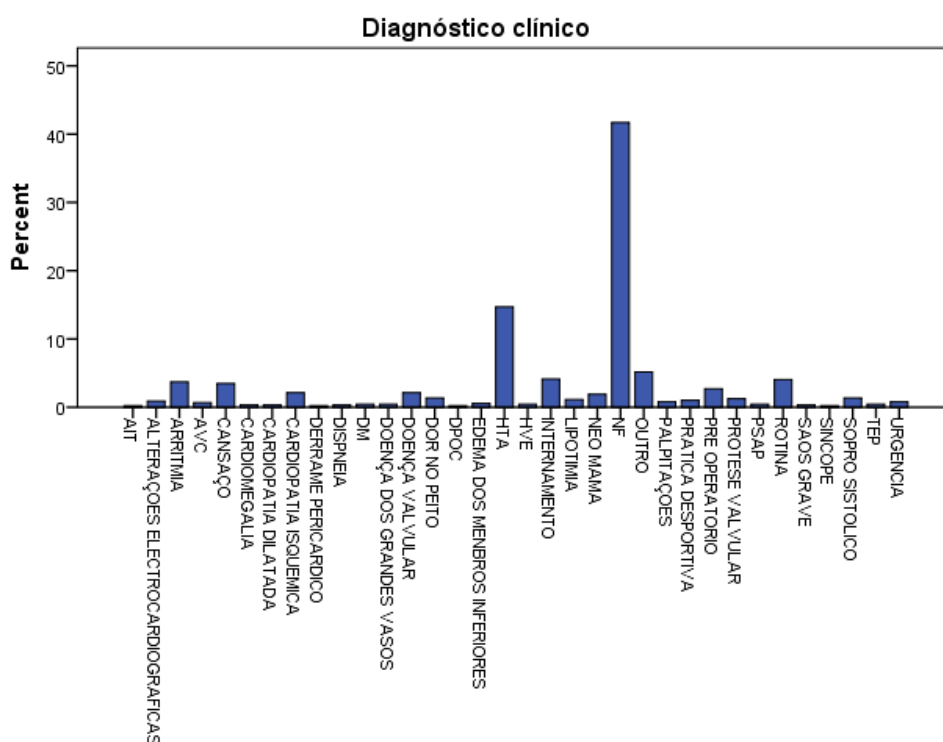


Relativamente ao diagnóstico clínico (gráfico 2.3) para a realização de ETT, a maioria dos exames não apresentavam informação clínica (NF). Este facto foi ultrapassado questionando os utentes sobre a causa da realização, do mesmo. O equivalente sucedeu nos ecocardiogramas feitos em contexto de internamento e urgência. A principal indicação identificável foi a Hipertensão Arterial (14,7%) e as restantes foram: rotina, presença de arritmia (fibrilação auricular e extrassístolia), cansaço, avaliação pré-operatória, doença valvular (estenose aórtica), cardiopatia isquémica (status pós enfarte), neoplasia da mama (avaliação pré-quimioterapia), sopro sistólico, dor no peito, avaliação de prótese valvular (mitral e aórtica), lipotimia, pratica desportiva, alterações eletrocardiográficas (WPW), palpitações, Acidente Vascular Cerebral, edema dos membros inferiores, Trombo embolismo pulmonar, medição de PSAP, Hipertrofia ventricular esquerda, dilatação da raiz da Aorta, *Diabetes Mellitus*, miocardiopatia dilatada, dispneia, SAOS grave, cardiomegália

evidente em Radiografia de tórax, *status* pós AIT , síncope , DPOC e derrame pericárdico.

Para além destes, existiram, outros diagnósticos clínicos mas em menor frequência como por exemplo, tonturas, aneurisma do septo interauricular, dilatação da veia jugular direita, dialise, etc.

**Gráfico 2.3** – Distribuição de diagnóstico clínico dos indivíduos que realizaram estudo ecocardiográfico transtorácico



Os ETT realizados/observados não revelaram alterações, na sua maioria. Então o diagnóstico mais frequente foi o exame normal, para o grupo etário, nomeadamente com o ventrículo esquerdo sem dilatação ou hipertrofia, sem zonas de hipo/acinésia e com boa função sistólica segmentar global, as válvulas mitral, aórtica e tricúspide sem alterações significativas, os quatro fluxos valvulares cardíacos dentro dos padrões habituais, nomeadamente sem regurgitações significativas e com padrão de enchimento ventricular esquerdo adequado, grandes vasos de calibre normal, septos cardíacos íntegros sem soluções de continuidade aparentes, aurículas e ventrículo direito, não dilatados e o pericárdio sem alterações.

O grupo de patologia mais frequente foi a doença valvular, como por exemplo, fibrose/calcificação ligeira da válvula aórtica, "fluttering" diastólico do folheto anterior da válvula mitral, calcificação do anel mitral, ligeiro prolapso redundante da válvula

mitral e regurgitação mitral ligeira em válvula estruturalmente normal. Seguiu-se a dilatação das cavidades como a bi-auricular de grau ligeiro/moderado ou a aurícula esquerda ligeiramente dilatada, e a disfunção sistólica do VE como hipocinésia septo-apical, antero-apical ou inferior e ectasia ligeira/moderada do ápex,

### **2.2.2 Ecocardiografia Transesofágica**

Na execução de Ecocardiogramas Transesofágicos esteve implícito reter conhecimentos desta técnica em comparação com outras técnicas de imagem; indicações, contraindicações, eventuais riscos e complicações. Foram adquiridas e consolidadas competências:

- Capacidade de comunicar e interagir junto da equipa multidisciplinar no contexto do exame e seu resultado;
- Capacidade de manusear o ecógrafo de forma à obtenção do conjunto de imagens necessários ao exame e à realização de análises qualitativas e quantitativas dos dados ecocardiográficos;
- Capacidade de reconhecer anomalias estruturais e da função cardíaca e reconhecer artefactos e ainda na capacidade de produzir um relatório escrito do exame.

Mais uma vez, esteve sempre presente uma equipa multidisciplinar composta por um cardiologista, um cardiopneumologista e um enfermeiro nestes exames.

Relativamente aos ecocardiogramas transesofágicos, foram realizados, apenas dois exames. Um dos indivíduos do sexo masculino e outro do sexo feminino, com 48 e 34 anos, respetivamente. As indicações dos ecocardiogramas transesofágicos foram a suspeita de presença de comunicação interauricular e despiste de fonte tromboembólica. Foi utilizado soro salino agitado como contraste das cavidades direitas associado a manobras de Valsalva para despiste de solução de continuidade no septo interauricular. Ambos, os exames foram normais, excluindo qualquer suspeita de alteração.

### **2.2.3 Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica**

Para a colaboração nos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica esteve implícito que a compreensão dos princípios básicos, indicações, aplicações e limitações desta técnica ecocardiográfica. Os fármacos indutores de *stress* utilizados nestes exames foram a Dobutamina e o Dipiridamol, tendo sido a Dobutamina o

fármaco utilizado numa maior percentagem de exames e o Dipyridamol a opção quando a Dobutamina estava contra-indicada.

Em três dos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica foram utilizados agentes de contraste intravenoso de forma a melhorar a visualização dos contornos endocárdicos em doentes com janela acústica de qualidade abaixo do ideal o que, por sua vez, assegurou uma avaliação precisa das imagens ecocardiográficas. Na realização destes exames esteve sempre presente uma equipa multidisciplinar composta por um cardiologista e dois cardiopneumologistas.

Quanto aos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica em que a mestranda participou, a média de idades foi de  $75\pm 8$  anos, sendo que a idade mínima foi de 64 anos e a idade máxima 89 anos, 5 indivíduos (62,5 %) eram do sexo masculino e 3 do sexo feminino (37,5 %).

A distribuição de indicações dos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica destacou-se, como principal indicação, a suspeita de doença das artérias coronárias. Enquanto o diagnóstico de saída prevalente foi o teste negativo para isquemia.

### 3 ANÁLISE E APRECIACÃO CRÍTICA SOBRE O ESTÁGIO

O contacto com a ecocardiografia de adultos durante o período de estágio permitiu recordar e desenvolver competências que de outra forma seriam, certamente, mais morosas de alcançar. Um componente facilitador do processo de estágio foi a integração na dinâmica do serviço e a adaptação à grupo de trabalho de estágio tratando-se de uma mais valia que permitiu a concretização dos objetivos propostos desde o primeiro momento do estágio. Outro elemento importante do estágio foi a recolha de Ecocardiogramas Transtorácicos para a amostra em estudo no trabalho de investigação a realizar pela mestranda no contexto do Mestrado. O facto de serem recolhidos dados para o Trabalho de Investigação no decorrer do estágio tratou-se de mais uma forma de otimização do estágio, sobretudo por se tratar de um projeto numa área em evolução e conhecimento de um novo equipamento para a ecocardiografia e manuseamento de técnica que não são elaboradas rotineiramente.

O local selecionado para o estágio bem como o orientador foi outro ponto forte do estágio. O orientador apresenta uma vasta e reconhecida experiência na área para além das inegáveis qualidades técnicas, científicas, humanas e pedagógicas. Todos os procedimentos ecocardiográficos não eram realizados sem um pedido por escrito ou eletrónico apesar de, na maioria das vezes, os médicos prescritores não indicarem as razões para o estudo. Tal facto era ultrapassado através do contacto com o utente a fim de esclarecer o possível motivo pelo que estaria a realizar o exame.

A uniformidade na definição do que constitui um ecocardiograma completo e a padronização dos métodos de medição são necessários para minimizar a variabilidade inter observador e facilitar o estudo comparativo. Além disso, para reduzir a variabilidade, os médicos e/ou ultrassonografistas devem estar familiarizados com os equipamentos ecocardiográficos utilizados no seu laboratório e ser adequadamente treinados na aquisição de imagens, medições e cálculos. Assim, em todo o percurso de estágio a mestranda tentou adotar este tipo de recomendações de forma a otimizar o adquirir e consolidar de competências <sup>[4]</sup>.

Durante o estágio foram consolidadas competências na realização de relatórios ecocardiográficos uma vez que o ecocardiograma é um teste de diagnóstico realizado com o objetivo de responder a questões clínicas e orientar tratamentos. Por esta razão, o relatório de um ecocardiograma deve oferecer os resultados de uma abordagem sistemática, com uma estrutura lógica usando uma linguagem acessível, de acordo com as atuais definições de termos médicos, e apoiados por medições

precisas de dados fundamentais. O uso deste tipo de abordagem é muito importante já que um relatório é feito para ser lido e compreendido por outros médicos, ou seja, nem sempre são ecocardiografistas ou cardiologistas [4].

O estágio em ecocardiografia também incluiu a capacidade de comunicar e informar os resultados da ecocardiografia aos profissionais de saúde e doentes e cooperar com cardiologistas intervencionistas, electrofisiologistas, anestesistas e outros médicos envolvidos em medicina de emergência, cuidados intensivos e cirurgões cardíacos. [7]

Durante o estágio houve um maior número de ecocardiogramas normais em relação ao recomendado pela Associação Europeia de Ecocardiografia para um estágio (não mais de um terço do total dos exames) o que implicou uma menor variabilidade de diagnósticos de saída, não contemplando casos de, por exemplo, tumores cardíacos ou massas e miocardiopatias restritivas ou infiltrativas. Tal facto justifica-se, em parte, por se tratar de um laboratório privado onde se realiza numerosos exames provenientes do ambulatório e muitos dos doente apresentam-se por suspeita de cardiopatia. [7]

O estágio ao ser desenvolvido no laboratório de ecocardiografia do hospital dos SAMS permitiu conhecer um novo hospital, dotado de uma grande quantidade recursos, de tecnologia de última geração e um grande volume de trabalho. No laboratório de ecocardiografia desta instituição os exames são realizados com recurso a avaliação quantitativa e utilizando técnicas avançadas como o *Doppler* tecidual, 3D e VVI, quando necessário.

Como pontos fortes do estágio é de referir a aplicação dos conhecimentos adquiridos na componente teórica do mestrado. Como pontos fracos do estágio é de referir a pequena casuística nos ETE e ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ecocardiografia desempenha, atualmente, um papel fundamental como exame complementar de diagnóstico não invasivo, sendo um exame de primeira linha na abordagem dos doentes cardíacos pois, às suas vantagens intrínsecas como a acessibilidade, o baixo custo e a ausência de riscos, associam-se informações diagnósticas morfológicas e funcionais precisas, com implicações na seleção da terapêutica e determinação do prognóstico. A rápida expansão da ecocardiografia na prática clínica, durante a última década, está fortemente relacionada com os avanços tecnológicos dos equipamentos, bem como com uma melhor e mais profunda compreensão das informações obtidas pela ecocardiografia e sua inserção no contexto clínico. No entanto, sendo esta técnica dependente do operador, é essencial que o profissional que a utiliza, para além dos conhecimentos clínicos, possua igualmente conhecimentos práticos/técnicos e teóricos sobre o seu funcionamento. [4][6][7]

Há muito poucas situações em cardiologia clínica em que o ecocardiograma não tem um valor significativo e, por esta razão é fundamental que os profissionais de saúde com funções na área da cardiologia estejam familiarizados com esta técnica e com os inúmeros avanços que esta tem sofrido. [4][6]

A ecocardiografia, como muitas técnicas de imagem, depende da capacidade do operador em obter imagens e realizar medições corretas. A formação e acreditação são, portanto, fatores fundamentais na redução da variabilidade nas medições. A reprodutibilidade é essencialmente afetada pela qualidade da imagem e pela experiência do operador. Por esta razão, ultrassonografistas com experiência são mais propensos a produzir estudos com alta qualidade e alta reprodutibilidade, tendo importantes repercussões na abordagem clínica do doente. [4]

A pertinência da realização deste estágio baseou-se no facto referido anteriormente, na assimilação de novas competências a adquirir e o aperfeiçoamento numa técnica como a ecocardiografia. O estágio curricular é a componente fundamental, tal como o projeto de investigação, no mestrado TDIC. A ingressão neste mestrado foi um verdadeiro desafio motivado pelo gosto e interesse pela ecocardiografia. Considero que o estágio é uma constituinte fundamental do mestrado, na medida em que permite aplicar e consolidar os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares, bem como adquirir novas competências técnicas e conhecimentos numa área de especialização. Assim, seguindo as recomendações da

Associação Europeia de Ecocardiografia, este estágio pode ser considerado como positivo na medida em que foram dadas condições à mestranda para construir o seu percurso, dando-lhe autonomia, responsabilidade e aplicação de conhecimentos na construção de novas aptidões. Este estágio permitiu que a mestranda adquirisse competências participando e dialogando de forma ativa e autónoma com a equipa multidisciplinar.

No geral, os objetivos foram atingidos, permitindo tirar uma série de conclusões que possibilitarão melhorar a realização desta técnica futuramente e continuar a sua formação visando, possivelmente, na realização da acreditação europeia em ecocardiografia transtorácica em adultos. O estágio apresentou um balanço positivo, tendo sido desenvolvido, maioritariamente, em ecocardiografia transtorácica, e com menor carga horária em ecocardiografia transesofágica e sobrecarga.

O estágio permitiu reconquistar autonomia na realização de ETT, baseados nas recomendações da EAE<sup>[5]</sup>, e aprofundar os conhecimentos nesta área. O número reduzido de estudos com nova técnica de imagem tridimensional, não permitiu aprofundar os conhecimentos, tendo permitido apenas visualizar como é aplicada. No que diz respeito ao estudo da deformação miocárdica, foi possível compreender e executar a devida ao tema do projeto final, assim o permitir.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- [1] **ACCF, ASE, AHA, ASNC, HFSA, HRA, SCAI, SCCM, SCCT, SCMR.** *Appropriate use of echocardiography.* J Am Soc Echocardiography [Internet]. 2011 [cited 2011 Oct 1];24:229-267. Available from: <http://www.asecho.org/files/AUCEcho.pdf>
- [2] **Associação portuguesa de cardiopneumologistas.** *Código ético e Deontológico da Associação Portuguesa de Cardiopneumologistas.* [Internet]. 2006 [cited 2011 Feb 14]. Available from: <http://www.aptec.pt/conheca-aptec/codigo-etico-e-deontologico-.html?showall=1>
- [3] **Bulwer B, Shamshad F, Solomon S.** *Clinical utility of echocardiography.* In Solomon S, editor. *Essential of echocardiography.* New Jersey: Humana Press Inc; 2007. p. 71- 86.
- [4] **Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, Badano L, Aguilar R, Monaghan M, Zamorano J, Nihoyannopoulos P.** *European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies.* European Journal of Echocardiography 2008;9:438–448.
- [5] **European Association of Echocardiography [homepage in internet].** *Position papers and consensus documents.* Available from: <http://www.esccardio.org/communities/EAE/publications/Pages/papers-interest.aspx>
- [6] **Otto C, editor.** *The practice of clinical echocardiography.* 2<sup>a</sup> ed. Philadelphia: B. Saunders Company; 2002
- [7] **Popescu BA, Andrade MJ, Badano LP, Fox KF, Flachskampf FA, Lancellotti P, Varga A, Sicari R, Evangelista A, Nihoyannopoulos P, Zamorano JL.** *European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography.* European Journal of Echocardiography 2009;10:893–905.
- [8] **Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M, Waggoner A, Zoghbi WA.** *Recommendations for Quantification of Doppler Echocardiography: A Report From the Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography.* Journal of the American Society of Echocardiography 2002;15:167-84.
- [9] **Flachskampf F, Badano L, Daniel W, Feneck R, Fox K, Fraser A, Pasquet A, Pepi M, Pera de Isla L, Zamorano J.** *Recommendations for transoesophageal echocardiography.* European journal of echocardiography [Internet]. 2010 [cited 2011 Oct 1];11:557-576. Available from: <http://www.esccardio.org/communities/EAE/publications/Documents/eae-teerecommendations-up2010.pdf>.
- [10] **Kuhl H, Hanrath P.** *The impact of transesophageal echocardiography on daily clinical practice.* European Journal of echocardiography [Internet]. 2004 [cited 2011 Oct1]; 5: 455-468. Available from: <http://ejechocard.oxfordjournals.org/content/5/6/455.full.pdf>.