



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

### ***Relatório de Projecto - Estágio***

Maria Adelaide Seara de Almeida

2011



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

### ***Relatório de Projecto – Estágio***

Maria Adelaide Seara de Almeida

**Orientadores:** Professor Doutor Nuno Cardim

Mestre Virgínia Fonseca

## ***Parte I***

*Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por  
Ecocardiografia Transtorácica*

## ***Parte II***

*Relatório de Estágio*

## ***Parte I***

### ***Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por Ecocardiografia Transtorácica***



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

***Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito  
por Ecocardiografia Transtorácica***

Maria Adelaide Seara de Almeida

2011



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

***Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito  
por Ecocardiografia Transtorácica***

Maria Adelaide Seara de Almeida

**Orientadores:** Professor Doutor Nuno Cardim

Mestre Virgínia Fonseca

*Aos meus orientadores, à professora Gilda Cunha, ao Ricardo, à minha mãe, aos meus amigos e colegas que me ajudaram e apoiaram, sem eles todo este percurso não teria sido possível... Muito obrigada a todos.*

*“Some day we will be consumers of health care, not just providers, and when we need an echo we will want it to be done carefully and expertely, and we don’t care how long it takes to do it right...”*

*Alan Pearlman*

## Resumo

**Introdução:** Durante décadas, a avaliação do ventrículo direito (VD) foi ignorada pelo facto de este ser considerado irrelevante para a função cardíaca. Só na segunda metade do século passado é que o VD viu reconhecido o seu papel fundamental em várias condições fisiológicas e patológicas. No entanto, a avaliação sistemática da função cardíaca direita não é ainda realizada de forma uniforme devido, em grande parte, à maior atenção dada à avaliação do coração esquerdo e à falta de familiaridade com as técnicas ultrassonográficas que podem ser aplicadas ao estudo da imagiologia do coração direito.

O objectivo geral deste trabalho de investigação consistiu em descrever e correlacionar os valores da Função Sistólica do Ventrículo Direito, obtidos por diferentes parâmetros de quantificação em Ecocardiografia Transtorácica, em indivíduos adultos sem patologia cardiorespiratória conhecida.

**Metodologia:** Estudo prospectivo do tipo descritivo-correlacional com uma abordagem quantitativa, implementado em meio laboratorial. População: indivíduos adultos sem patologia cardiorespiratória conhecida que realizaram Ecocardiograma Transtorácico no Centro Cardiovascular do Hospital da Luz entre Março e Junho de 2011. Amostra: quatrocentos indivíduos adultos seleccionados através de métodos de amostragem não probabilística do tipo acidental. Variáveis: variáveis ecocardiográficas para estudo da função sistólica ventricular direita, variáveis ecocardiográficas caracterizantes do VD e variáveis atributo.

**Resultados:** Foram estudados quatrocentos indivíduos com idade média de 48 anos, 59% do sexo feminino, superfície corporal média de  $1,78\text{m}^2$  e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de  $25,19\text{Kg/m}^2$ . A Fração de Encurtamento da Câmara de Saída do VD média de 63%, a Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE) média de 23mm, Velocidade da onda S do anel tricúspide por *Doppler* Tecidual (TDI) média de 14cm/s, Índice Performance Miocárdica (IPM) médio de 0,29, Fração da Área de Encurtamento média de 56%, *Strain* 2D médio da parede lateral basal de -28%, da parede lateral mediana de -28% e da parede lateral apical de -22%, *Strain Rate* 2D médio da parede lateral basal de  $-2,17\text{s}^{-1}$ , da parede lateral mediana de  $-1,81\text{s}^{-1}$  e da parede lateral apical de  $-1,64\text{s}^{-1}$ , *Strain* TDI médio da parede lateral basal de -27%, da parede lateral mediana de -30% e da parede lateral apical de -28% e *Strain Rate* TDI da parede lateral basal de  $-1,49\text{s}^{-1}$ , da parede lateral mediana de  $-1,64\text{s}^{-1}$  e da parede lateral apical de  $-1,57\text{s}^{-1}$ . Verificou-se a presença de correlações lineares moderadas e uma correlação linear forte ( $r = 0,796$ ,  $p = 0,000$ ) entre os parâmetros de deformação miocárdica do VD obtidos por 2D-*Speckle Tracking* e por *Doppler* Tecidual bem como uma correlação linear moderada entre a TAPSE e a velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por *Doppler* Tecidual. O parâmetro que não apresentou correlação linear com qualquer um dos outros parâmetros foi o IPM.

**Considerações finais:** Todos os valores de função sistólica ventricular direita obtidos pelos diferentes parâmetros avaliados apresentaram resultados que se encontram dentro dos intervalos definidos pelas *Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults* das Sociedades Americana, Europeia e Canadiana de Ecocardiografia. Com este trabalho depreende-se que os parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função ventricular direita são relativamente independentes entre si e que características como a idade, o sexo ou a classe de IMC não modificam significativamente a intensidade da correlação linear dos parâmetros ecocardiográficos.

**Palavras-chave:** Ventrículo Direito; Função Sistólica, Ecocardiografia; Adultos Saudáveis.

## Abstract

**Introduction:** In the past decades the right ventricle (RV) evaluation was ignored because it has been considered irrelevant for heart function. It was only recognized the important physiological and pathological role of RV in the second half of the last century. However, the evaluation of the right cardiac function is not systematically performed, due to the higher importance that is recognized to the left heart and to the lack of ultrasound techniques that can be applied to the imaging study of the right heart.

The main aim of this study was to describe and to correlate the right ventricular systolic function values, obtained by different quantitative parameters in transthoracic echocardiography of healthy adults without cardiopulmonary pathology.

**Methods:** It is a prospective descriptive correlational study, using a quantitative approach, implemented in a laboratorial environment. Population: adult individuals without cardiopulmonary pathology that performed an transthoracic echocardiography at Cardiovascular Center, Hospital da Luz, from March to June 2011. Sample: 400 adults selected by an accidental nonprobabilistic sampling technique. Variables: Echocardiographic variables for the study of the right ventricular systolic function, characteristic Echocardiographic variables of the RV and variable attributes.

**Results:** A sample of 400 individuals was studied with an average age of 48 years old, 59% were female, presenting an average body surface area of  $1,78\text{m}^2$  and a body mass index (BMI) of  $25,19\text{Kg/m}^2$ . The average Right Ventricular Outflow Tract Shortening Fraction was 63%, while the Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) was 23mm. The average Systolic Wave Velocity of the Tricuspid Annular Plane measured by Tissue Doppler Imaging (TDI) was  $14\text{cm/s}$ ; The average Myocardial Performance Index (MPI) was 0,29, the average Fractional Area Change was 56%, the average two-dimensional (2D) peak Strain of the basal lateral wall was -28%, the lateral mid wall was -28% and the lateral apical wall was -22%. The average 2D peak Strain Rate of the lateral basal wall was  $-2,17\text{s}^{-1}$ , of the lateral mid wall was  $-1,81\text{s}^{-1}$  and of the lateral apical wall was  $-1,64\text{s}^{-1}$ . The average Doppler peak Strain of the lateral basal wall was -27%, of the lateral mid wall was -30% and of the lateral apical wall was -28%. The average Doppler peak Strain Rate of the lateral basal wall was  $1,49\text{s}^{-1}$ , of the lateral mid wall was  $-1,64\text{s}^{-1}$  and of the lateral apical wall was  $-1,57\text{s}^{-1}$ . Moderate and strong ( $r=0,796$ ,  $p=0,000$ ) linear correlations were observed between parameters of the RV myocardial deformation obtained by 2D Speckle Tracking and TDI. In addition, a moderate linear correlation was observed between TAPSE and the Systolic Wave Velocity of the Tricuspid Annular Plane. Interestingly, MPI did not present any linear correlation with any of the studied parameters.

**Conclusion:** The data on the right ventricular systolic function obtained by the different echocardiographic methods was located within the range defined by the *Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults*, from the American, European and Canadian Societies of Echocardiography. As a result of this work, the echocardiographic parameters for the evaluation of the RVF were found to be relatively independent. In addition, parameters such as age, gender or BMI did not significantly alter the intensity of the linear correlation of the echocardiographic parameters under study.

**Keywords:** Right Ventricle; Systolic Function; Echocardiography; Healthy Adults.

# Índice

	<b>Página</b>
Introdução .....	1
Enquadramento Teórico .....	3
Ventrículo Direito .....	3
Anatomia e Fisiologia .....	3
Ecocardiografia Transtorácica .....	6
Parâmetros Padrão para o Estudo da Função Sistólica .....	7
Metodologia .....	11
Objectivos .....	11
Tipologia de Estudo / Tipo de Abordagem .....	12
População e Amostra .....	12
Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão .....	12
Dimensão, Categoria e Variáveis .....	13
Procedimento .....	15
Considerações Éticas e Legais .....	17
Recolha de Dados .....	17
Pré-Teste .....	17
Método de Tratamento de Dados .....	18
Resultados .....	19
Discussão .....	29
Considerações Finais .....	35
Referências Bibliográficas .....	40
Apêndice I .....	45
Apêndice II .....	47
Apêndice III .....	48
Anexo I .....	56

## Índice de Tabelas

	Página
Tabela 1 – Variáveis Ecocardiográficas para estudo da função sistólica ventricular direita .....	13
Tabela 2 – Variáveis Ecocardiográficas caracterizantes do Ventrículo Direito .....	14
Tabela 3 – Variáveis Atributo .....	14
Tabela 4 – Medidas de tendência central e de dispersão das Variáveis Atributo .....	20
Tabela 5 – Medidas de tendência central e de dispersão dos diâmetros do Ventrículo Direito .....	20
Tabela 6 – Medidas de tendência central e de dispersão dos parâmetros de avaliação da função sistólica do Ventrículo Direito .....	21
Tabela 7 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a Fração de Encurtamento da Câmara de Saída do Ventrículo Direito .....	22
Tabela 8 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide .....	22
Tabela 9 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a Velocidade da onda S do anel tricúspide por TDI .....	23
Tabela 10 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a Fração da Área de Encurtamento .....	24
Tabela 11 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> 2D da parede lateral basal .....	24
Tabela 12 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> 2D da parede lateral mediana .....	25
Tabela 13 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> 2D da parede lateral apical .....	25
Tabela 14 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral basal .....	26
Tabela 15 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral mediana .....	26
Tabela 16 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral apical .....	27
Tabela 17 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> TDI da parede lateral basal .....	27
Tabela 18 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> TDI da parede lateral mediana .....	27
Tabela 19 – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o <i>Strain</i> TDI da parede lateral apical .....	28

## Lista de Abreviaturas

A4C = Apical Quatro Câmaras

DGS = Direcção Geral de Saúde

EDRVOTD = Diâmetro Telediastólico da Câmara de Saída do Ventrículo Direito

ESRVOTD = Diâmetro Telessistólico da Câmara de Saída do Ventrículo Direito

IMC = Índice de Massa Corporal

IPM = Índice de Performance Miocárdica

PEEC = Paraesternal Eixo Curto

PEEL = Paraesternal Eixo Longo

RVEDA = Área Telediastólica do Ventrículo Direito

RVESA = Área Telessistólica do Ventrículo Direito

RVFAC = Fração da Área de Encurtamento do Ventrículo Direito

RVOT = Câmara de Saída do Ventrículo Direito

RVOTSF = Fração de Encurtamento da Câmara de Saída do Ventrículo Direito

SC = Superfície Corporal

SIV = Septo Interventricular

SR = *Strain Rate*

TAPSE = Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide

TDI = *Doppler* Tecidual

VAo = Válvula Aórtica

VD = Ventrículo Direito

VE = Ventrículo Esquerdo

VM = Válvula Mitral

VP = Válvula Pulmonar

VT = Válvula Tricúspide

2D = Bidimensional

2DSTE = *Speckle Tracking*

3D = Tridimensional

## Introdução

Durante décadas, a avaliação do ventrículo direito e da circulação pulmonar foi ignorada pelo facto de estes serem considerados irrelevantes para a função cardíaca e pela dificuldade em estudar estas estruturas com precisão e de forma não invasiva. Para reforçar esta teoria contribuiu a introdução do procedimento de Fontan nas cardiopatias congénitas complexas em 1968 (técnica cirúrgica em que a aurícula direita é directamente ligada à artéria pulmonar ignorando, assim, o ventrículo direito). Só na segunda metade do século passado é que o ventrículo direito recuperou a atenção, com o reconhecimento do seu papel fundamental em várias condições fisiológicas e patológicas<sup>1,2,3</sup>.

Sabe-se hoje que o ventrículo direito desempenha um papel importante na morbidade e mortalidade dos doentes cardiorespiratórios. No entanto, a avaliação sistemática da função cardíaca direita não é realizada de forma uniforme devido, em grande parte, à maior atenção dada à avaliação do coração esquerdo e a uma falta de familiaridade com técnicas ultrassonográficas que podem ser aplicadas ao estudo da imagiologia do coração direito<sup>4</sup>.

O desenvolvimento da ecocardiografia transtorácica constituiu um importante avanço na imagiologia não invasiva. A ecocardiografia, pelo facto de ser uma técnica não invasiva, facilmente acessível, relativamente pouco onerosa, sem efeitos secundários conhecidos e isenta de radiação torna-se o exame de eleição para o estudo da morfologia e função do ventrículo direito na prática clínica<sup>1,2,3,4</sup>.

Devido à sua forma e localização imediatamente posterior ao esterno, o ventrículo direito deve ser abordado a partir de diferentes vias de acesso ecocardiográficas para que se obtenham diferentes planos, que se complementem. Este tipo de abordagem deverá ser parte integrante da rotina do exame ecocardiográfico<sup>5</sup>.

Nos últimos anos, diferentes parâmetros ecocardiográficos têm sido propostos para estimar a função sistólica do ventrículo direito. No entanto, a disponibilidade de um parâmetro ecocardiográfico que permita um cálculo prático, simples e reproduzível da função sistólica ventricular direita continua a ser um dos grandes desafios da ecocardiografia, não havendo, actualmente, nenhum parâmetro ecocardiográfico que isoladamente seja considerado suficiente para a avaliação da função sistólica do ventrículo direito<sup>2,6,7</sup>.

Com o crescente interesse que o ventrículo direito tem suscitado torna-se pertinente compreender se existe correlação entre esses diferentes parâmetros

ecocardiográficos na avaliação de indivíduos sem patologia cardiorespiratória conhecida, de forma a otimizar a abordagem e a avaliação que é feita a estes indivíduos num laboratório de ecocardiografia<sup>2,6</sup>. Pelos motivos enunciados, foi escolhido como tema deste trabalho de investigação: Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por Ecocardiografia Transtorácica.

Os estudos realizados sobre esta problemática não avaliam todos os parâmetros recomendados para o estudo do ventrículo direito e, na sua maioria, comparam somente dois parâmetros em contexto de patologias específicas. Deste modo, fica então em aberto a problemática da comparação de diversos parâmetros no contexto de uma população saudável.

Assim sendo, a descrição dos valores da função sistólica ventricular direita obtidos por diferentes parâmetros de quantificação em indivíduos sem patologia cardiorespiratória e a existência de correlação entre eles surge como questão de partida para esta investigação.

Se por um lado a realização de vários parâmetros ecocardiográficos no estudo da função sistólica do ventrículo direito pode permitir uma avaliação mais completa desta estrutura, por outro lado poderão estar a aplicar-se diversos parâmetros que no final traduzem o mesmo resultado. A optimização do tempo dispendido na realização de um ecocardiograma é fundamental em termos de economia da saúde pois apesar de se tratar de um exame cuja execução não é morosa é fundamental otimizar a selecção dos parâmetros ecocardiográficos utilizados.

O facto de não existir, em ecocardiografia, um método *gold standard* para quantificação da função sistólica do ventrículo direito leva a esta problemática que por sua vez conduz a que na prática não haja um consenso acerca do método a utilizar. Torna-se, então, importante não só compreender se existe correlação entre os vários parâmetros disponíveis em ecocardiografia mas também até que ponto variáveis como a idade, o sexo ou o índice de massa corporal podem interferir com essa correlação de forma a contribuir para a padronização da avaliação do ventrículo direito permitindo integrar, mais facilmente, a avaliação do coração direito na rotina da avaliação ecocardiográfica.

Assim sendo, o objectivo geral deste trabalho de investigação consistiu em descrever e correlacionar os valores da Função Sistólica do Ventrículo Direito, obtidos por diferentes parâmetros de quantificação em Ecocardiografia Transtorácica, em indivíduos adultos sem patologia cardiorespiratória conhecida.

## Enquadramento Teórico

### Ventrículo Direito

#### Anatomia e Fisiologia

O Ventrículo Direito (VD) é a câmara cardíaca mais anterior, com localização imediatamente posterior ao esterno. A principal função do VD é realizar a propulsão de sangue venoso que retorna ao coração pelas veias cavas, até à aurícula direita, através do leito vascular pulmonar. Em contraste com a forma quase cônica do Ventrículo Esquerdo (VE), o VD é mais triangular quando visto de frente com uma forma “em crescente” curvando-se sobre o VE. Assim, a curvatura do septo interventricular (SIV) coloca a câmara de saída do VD numa posição mais anterocefálica que a do VE. Além disso, a musculatura do infundíbulo subpulmonar eleva a válvula pulmonar (VP) acima do SIV tornando a VP a mais superiormente situada das válvulas cardíacas. A VP marca a margem superior do VD, enquanto a Válvula Tricúspide (VT) marca a sua margem direita. O apex do VD está mais próximo da base do que o do VE. Esta geometria complexa não pode ser simulada em modelos geométricos simples o que representa uma limitação importante para a estimativa do volume do VD e da sua função com base em imagens de duas dimensões<sup>1,5,6,8</sup>.

No VD, os anéis das válvulas tricúspide e pulmonar delimitam a cavidade nas junções respectivas com a aurícula e o tronco arterial. A cavidade ventricular direita pode ser descrita em três componentes: câmara de entrada, componente apical (trabecular) e câmara de saída. É a componente apical que permite distinguir um VD morfologicamente direito, esquerdo ou ventrículo indeterminado, independentemente da localização da câmara. As trabeculações na parte apical do VD são mais espessas que as do VE<sup>1,4,5,8</sup>.

A câmara de entrada do VD caracteriza-se pela presença da VT, geralmente com três folhetos. O folheto septal apresenta múltiplas cordas tendinosas a ligá-lo directamente ao SIV. Esta característica, juntamente com o facto da inserção da VT estar mais próxima do apex que a Válvula Mitral (VM) e a hiper-trabeculação, permitem designar o ventrículo como morfologicamente direito<sup>5,8</sup>.

A VP está separada da VT por uma dobra muscular, prega ventrículo-infundibular. A parede antero-superior do VD completa o tubo muscular conhecido como o infundíbulo subpulmonar que leva à VP. O infundíbulo subpulmonar está, geralmente, livre de trabeculações musculares<sup>4,5,8</sup>.

Na face ventricular direita do SIV encontra-se uma banda muscular característica, denominada trabeculação septomarginal. Em alguns corações pode ser vista, claramente, como uma cinta em forma de Y que abraça a dobra ventrículo-infundibular. Geralmente o corpo do Y está aderente ao septo. A banda moderadora, outro marcador para o ventrículo morfológicamente direito, sai do corpo do Y para atravessar a parede contendo no seu interior um fascículo do ramo direito do sistema de condução<sup>5,8</sup>.

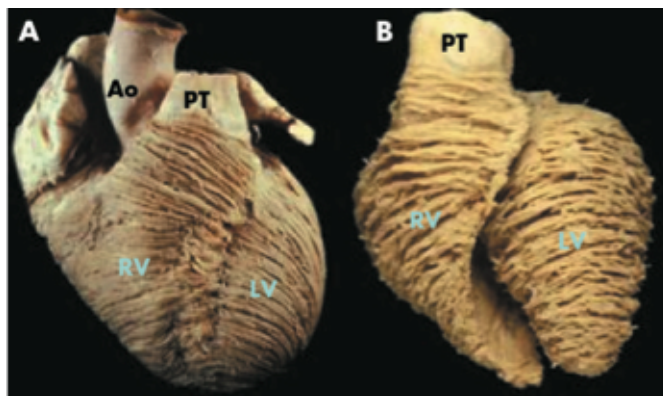
No coração normal, a parede muscular do VD, excluindo trabeculações, tem uma espessura de 3 a 5 mm e a massa do VD é de aproximadamente um quarto da do VE. Ainda assim, devido à baixa impedância e maior distensibilidade do leito arterial pulmonar, o VD bombeia o sangue ao mesmo ritmo e volume do VE<sup>1,4,5,9</sup>.

Para o estudo da função regional do VD este é dividido em quatro principais segmentos: anterior, lateral, inferior e parede da câmara de saída do VD<sup>8,10</sup>. A artéria coronária direita é a responsável por praticamente todo o suprimento sanguíneo do VD. A câmara de saída do VD é tipicamente irrigada por ramos da descendente anterior da artéria coronária esquerda, a parede anterior, lateral e inferior (diafragmática) são irrigadas pela artéria coronária direita<sup>8,11</sup>.

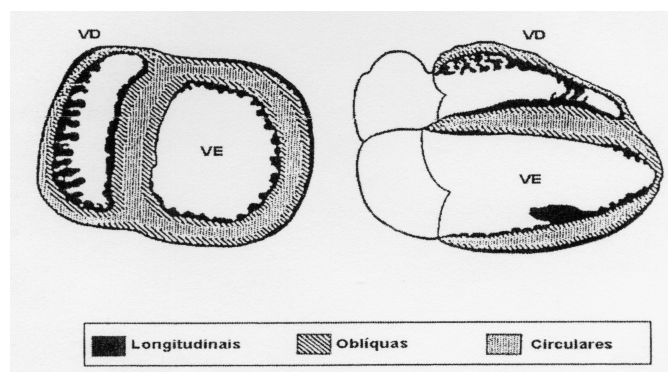
A contracção Ventricular Direita é mais complexa que a Ventricular Esquerda apresentando um padrão sequencial: inicia-se na câmara de entrada e componente apical trabecular e termina com a contracção do infundíbulo (aproximadamente 25 a 50 milissegundos depois), tendo este último uma maior duração de contracção. Existe ainda uma assincronia fisiológica intraventricular que leva a que a contracção do ventrículo esquerdo preceda a contracção ventricular direita<sup>8,10,12</sup>.

O miocárdio é uma rede tridimensional complexa de miócitos numa matriz de tecido fibroso. O arranjo dos miócitos na parede do VD é diferente do arranjo do VE em três camadas (Figura 1). Desta forma, os miócitos estão predominantemente orientados no sentido longitudinal na camada subendocárdica e orientados circunferencialmente numa fina camada subepicárdica (Figura 2). Consequentemente, o padrão de contracção do VD é predominantemente longitudinal. Outro aspecto que diferencia funcionalmente o VD do VE é o facto da deformação rotacional desempenhar um papel menor na contracção do VD. O padrão de contracção do VD tem sido comparado ao da acção de um fole, no qual o encurtamento do eixo menor é combinado com encurtamento significativo do eixo maior no sentido de puxar a válvula tricúspide em direcção ao apex. A baixa resistência do circuito vascular pulmonar permite que o VD ejecte um grande volume

de sangue ao mesmo tempo em que realiza um grau mínimo de encurtamento miocárdico. Movimentos relativamente pequenos das paredes produzem, portanto, grandes volumes de ejeção<sup>1,4,5,8,9</sup>.



**Figura 1** – Dissecações realizadas pelo professor *Damian Sanchez-Quintana*, da Universidade da Estremadura, Espanha. (A) Um coração normal visto de frente mostra o arranjo circunferencial oblíquo das miofibras no subepicárdio. (B) Miofibras mais profundas que o subepicárdio mantendo o arranjo circunferencial no ventrículo direito mas mudando de oblíqua a circunferencial no ventrículo esquerdo. Modificado de *Ho SY, Nihoyannopoulos P. Heart 2006;92(Suppl 1):i2-i13*<sup>5</sup>.



**Figura 2** – Citoarquitetura das fibras ventriculares. Predomínio de fibras longitudinais subendocárdicas e uma fina camada de fibras circunferenciais subepicárdicas ao nível do VD. Modificado de *Naito H et al. Br Heart J. 1995;74:186-191*<sup>13</sup>.

A capacidade de ambos os ventrículos para manter um débito cardíaco normal, garantindo a perfusão dos órgãos, depende de três factores principais: o estado contráctil do tecido miocárdico, a pré-carga e a pós-carga. Além disso, o desempenho do VD é directamente influenciado pelo estado funcional do VE, devido à interdependência ventricular. O SIV, o pericárdio e todas as fibras musculares comuns desempenham um papel importante facilitando a transferência de força do

VE para o VD ao longo do ciclo cardíaco. Cerca de um terço da pressão gerada no VD é determinada pela contracção do VE. Durante a inspiração, o fluxo transtricúspide (pré-carga ventricular direita) aumenta aproximadamente 20% enquanto o fluxo transmitral diminui cerca de 10%, sendo que este processo se reverte durante a expiração<sup>1,10</sup>.

A hemodinâmica específica do coração direito tem implicações directas sobre as fases do ciclo cardíaco do VD. Em circunstâncias normais, a baixa pressão telediastólica na artéria pulmonar é rapidamente ultrapassada pelo aumento da pressão no VD, resultando num muito curto ou mesmo ausente período de contracção isovolumétrica. Outro elemento que distingue a fisiologia do VD da do VE é que, no período da ejeção, durante a diminuição da pressão do VD até ao encerramento da VP, a ejeção de sangue é mantida como consequência da baixa resistência da circulação pulmonar, que permite a preservação da dinâmica de sangue. Semelhante à contracção isovolumétrica, o tempo de relaxamento isovolumétrico no VD é muito curto ou mesmo ausente em condições normais<sup>1,8</sup>.

A disfunção contráctil intrínseca, a mudança nas condições de carga além dos limites fisiológicos, bem como o desempenho alterado do VE podem ter efeitos prejudiciais na função do VD. A sobrecarga de volume é uma condição que é melhor tolerada pelo VD, em relação à sobrecarga de pressão, mas se mantida também leva a disfunção do VD<sup>1</sup>.

A ressonância magnética nuclear demonstrou ser o método *gold-standard* e de referência, por ser mais rigoroso e reprodutível, para o estudo morfológico e funcional do VD. No entanto, a sua prática por rotina acarreta determinados obstáculos, nomeadamente o custo e a acessibilidade<sup>1,6</sup>.

### **Ecocardiografia Transtorácica no Estudo do Ventrículo Direito**

A avaliação ecocardiográfica do VD é dificultada pelo seu formato, pela superfície endocárdica irregular e pelo complexo mecanismo de contracção. Estes factores, somados à sua localização, quase directamente atrás do esterno, combinam-se para dificultar a sua avaliação<sup>1,6,9</sup>.

O VD é avaliado qualitativamente por imagens bidimensionais a partir de vários planos ecocardiográficos como o plano paraesternal longitudinal e transversal, o plano apical quatro câmaras ou o plano subcostal. Tanto a janela subcostal como a

apical quatro câmaras possibilitam a obtenção de cortes do VD mais compatíveis com a realidade, nos quais o VD parece triangular, com uma base larga e um apex estreito<sup>1,4,6,14</sup>.

No plano paraesternal longitudinal é visualizada a parede da câmara de saída do VD, enquanto em paraesternal transversal se visualizam as paredes anterior, lateral e inferior do VD. No plano apical quatro câmaras visualiza-se a parede lateral do VD enquanto que no plano quatro câmaras subcostal é visualizada a sua parede inferior<sup>11</sup>.

A avaliação quantitativa da função do VD por meio da ecocardiografia em 2D/Modo M é subjectiva. Ao contrário do que acontece com o VE, não é possível calcular a fracção de ejeção do VD a partir de uma fórmula matemática simples, baseada nos diâmetros obtidos em Modo M ou 2D. Devido à forma do VD, as fórmulas geométricas padrão utilizadas nos cálculos dos volumes têm uma aplicabilidade limitada, e apesar de ter sido mostrado que as reconstruções tridimensionais são rigorosas, a necessidade de realizar uma delimitação exaustiva dos bordos endocárdicos e uma extensa análise dos dados restringe o seu uso sendo necessário mais estudos que comprovem a sua utilidade clínica<sup>1,2,4,6,14</sup>.

### **Parâmetros Padrão para o estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito**

- A **Fracção de Encurtamento da Câmara de Saída do VD (RVOTSF)** é obtida a partir do eixo curto paraesternal, ao nível dos grandes vasos, onde podem ser medidos o diâmetro telediastólico (EDRVOTD) e o diâmetro telessistólico da câmara de saída do VD (ESRVOTD) e a fracção de encurtamento é calculada através da fórmula:  $RVOTSF (\%) = (EDRVOTD - ESRVOTD) / EDRVOTD$ . A fracção de encurtamento apresenta uma boa correlação com a função longitudinal do VD e o seu valor normal pode variar entre 48 e 74%. A principal limitação deste parâmetro é o facto de não existirem pontos de referência definidos para orientar a imagem com precisão o que pode resultar em imprecisões na aquisição do plano e consequentemente na medição dos diâmetros referidos<sup>1,4,15</sup>.

- A **Fracção da Área de Encurtamento (RVFAC)** do VD expressa a variação percentual na área do VD em telediástole e em telessístole fornecendo uma estimativa da função sistólica do VD. É obtida a partir do plano apical quatro câmaras, onde são medidas as áreas telediastólica (RVEDA) e telessistólica do VD (RVESA), sendo a fracção da área de encurtamento calculada da seguinte forma:

RVFAC (%) = (RVEDA – RVESA) / RVEDA. Apresenta uma boa correlação com a fracção de ejeção do VD derivada da Ressonância Magnética e o seu valor normal é de 32 a 60%, ligeiramente reduzida de 25 a 31%, moderadamente reduzida de 18 a 24% e gravemente reduzida se inferior a 17%. Apresenta como principal limitação a dificuldade na correcta delimitação do endocárdio principalmente em VD muito trabeculados<sup>1,2,4,10,11,15</sup>.

- A avaliação da **excursão sistólica do plano do anel tricúspide** (TAPSE – Tricuspid Annulus Plane Systolic Excursion) revelou ser um índice importante para a avaliação longitudinal da função do VD. É especialmente útil na prática clínica, dada a facilidade com que é medida através de um cursor Modo-M na parede lateral do anel tricúspide no plano apical quatro câmaras superando as limitações dos pressupostos geométricos para cálculo de volumes, bem como a dificuldade em delimitar os bordos endocárdicos. Este parâmetro mede o grau de movimento sistólico da porção lateral do anel da válvula tricúspide em direcção ao apex contudo, a TAPSE ignora o contributo da câmara de saída do VD e do septo interventricular para a ejeção ventricular direita. Tem sido demonstrado que tem uma boa correlação com a fracção de ejeção do VD derivada de radionuclídeos, embora alguns autores não encontrem nenhuma correlação entre a TAPSE e a fracção de ejeção calculada por ressonância magnética. Os valores normais para TAPSE são superiores a 15 mm<sup>1,2,4,6,10,15,16</sup>.

- O **Índice de Performance Miocárdica** (IPM ou Índice de Tei) é calculado como a razão entre a soma dos tempos dos períodos isovolumétricos e o tempo de ejeção do VD. O IPM é um parâmetro da função global, combinando as informações sobre a sístole e a diástole. Ao contrário do coração esquerdo, onde estes intervalos de tempo podem ser determinados durante o mesmo ciclo cardíaco devido à possibilidade de alinhar a VM e a Válvula Aórtica (VAo) no mesmo plano, a medição do IPM para o coração direito com técnicas convencionais de *Doppler* de fluxo sanguíneo, é menos preciso, uma vez que necessita de, pelo menos, dois ciclos cardíacos diferentes para determinar os períodos de tempo. O tempo de ejeção pode ser determinado a partir do eixo curto paraesternal ao nível da VP, enquanto os intervalos isovolumétricos são derivados com base no fluxo tricúspide. Os valores normais para o IPM são  $0,28 \pm 0,04$ . A utilização deste índice é limitada pela ausência dos períodos isovolumétrico no VD normal<sup>1,2,4,6,15</sup>.

A aquisição de imagens tecidulares com *Doppler* utiliza os mesmos princípios do *Doppler* convencional; entretanto, é analisado o tecido em vez do fluxo sanguíneo.

Para essa finalidade, os filtros são ajustados para parâmetros opostos aos necessários para o estudo do fluxo sanguíneo. Como o tecido tem uma capacidade reflectora maior e uma movimentação menor, os filtros do ecocardiógrafo são ajustados de modo a excluir altas velocidades e reflectores de baixa intensidade<sup>9</sup>.

O **Doppler Tecidual** (TDI) é uma técnica que oferece informações sobre as velocidades do miocárdio, permitindo uma avaliação quantitativa da função miocárdica durante todo o ciclo cardíaco com a vantagem de ser um parâmetro pouco influenciado pelas condições de carga. Usando TDI, diversos parâmetros globais e regionais, tais como tempo, direcção e amplitude da velocidade da parede ventricular podem ser determinados. Sendo uma técnica baseada no *Doppler*, o alinhamento com o feixe de ultra-sons é muito importante, pelo que um alinhamento inadequado (superior a 20 °) produz resultados errados<sup>1,2,17</sup>.

O IPM medido utilizando métodos de TDI tem a vantagem de medir os períodos isovolumétricos no mesmo ciclo cardíaco. Foi obtida uma boa correlação entre o IPM derivado do TDI e do *Doppler* convencional sendo que valores superiores a 0,55 por TDI sugerem disfunção do VD<sup>1,4</sup>.

- Outro parâmetro de TDI que pode ser utilizado para avaliação da função sistólica longitudinal do VD é a avaliação da **velocidade pico da onda s ao nível do anel tricúspide**. Este parâmetro é considerado indicador de boa função global quando maior que 10 cm/s e apresenta uma correlação significativa com a fracção de ejeção do ventrículo direito avaliada por ventriculografia radioisotópica com valores inferiores a 11,5 cm/s a representarem fracções de ejeção inferiores a 45% com uma sensibilidade de 90% e uma especificidade de 85%. A velocidade dos tecidos pode ser medida usando o TDI pulsado ou cor em três níveis diferentes da parede livre do VD: apical, médio e basal<sup>1,2,4,6,18</sup>.

- O TDI permite não só a avaliação das velocidades miocárdicas, mas também a extracção de parâmetros de deformação miocárdica (*Strain* e *Strain Rate*). O *Strain* e o *Strain Rate* (SR) representam a deformação e taxa de deformação, respectivamente. O *Strain* é definido como a deformação de um objecto em comparação com a sua forma inicial e é expresso em percentagem. Por convenção, o encurtamento tem um valor negativo, enquanto o espessamento tem um valor positivo. Desta forma, na sístole, o *Strain* terá um valor negativo para encurtamento longitudinal e um valor positivo para o espessamento radial. O SR define a velocidade de deformação e correlaciona-se bem com os parâmetros de

contractilidade regional, fornecendo a informação que é menos dependente das condições de carga<sup>1,2,4,17</sup>.

Com técnicas TDI, o *Strain* e SR registados no segmento apical têm os maiores valores, em oposição à distribuição de velocidades em que os maiores valores são medidos no segmento basal (gradiente base-apex)<sup>1</sup>.

- Outra técnica que pode ser empregue para determinar a deformação regional é baseada na ecocardiografia com ***Speckle Tracking***. Este técnica ecocardiográfica bidimensional tem emergido como uma alternativa para detectar e seguir o movimento, *frame* após *frame*, de *speckles* (marcadores acústicos naturais intramiocárdicos, visíveis em imagem bidimensional com escala de cinzentos). É vantajosa, relativamente às técnicas de *Doppler*, uma vez que é relativamente independente do ângulo. Por outro lado, há a necessidade de uma excelente qualidade de imagem, sendo o delineamento dos bordos endocárdicos da maior importância o que pode ser uma limitação para o estudo do VD. Outras desvantagens são a dependência do *frame rate*, a limitada resolução temporal, a perda dos marcadores acústicos naturais por saída de plano dos *speckles* bem como as diferenças entre *softwares* de diferentes marcas, o que limita a reprodutibilidade dos resultados. Os parâmetros de deformação do miocárdio avaliados com os dois métodos (TDI e *Speckle Tracking*) correlacionam-se moderadamente, sendo os valores obtidos por TDI ligeiramente superiores aos de *Speckle Tracking*<sup>1,2,4,17,19</sup>.

Os parâmetros de deformação obtidos por *Doppler* ou *Speckle Tracking* têm fornecido novos índices de desempenho da função ventricular sendo menos dependentes das condições de carga. Estas modalidades são mais sensíveis do que a ecocardiografia convencional no diagnóstico de alterações precoces na função sistólica ou diastólica numa grande variedade de doenças cardíacas. O TDI é mais sensível que a ecocardiografia convencional e a deformação é mais sensível que as velocidades do miocárdio uma vez que é independente do movimento cardíaco global ao contrário da velocidade<sup>17,20</sup>.

## Metodologia

Neste capítulo será explicado o percurso realizado para a execução deste trabalho de investigação.

## Objectivos

O objectivo geral deste trabalho foi descrever e correlacionar os valores da Função Sistólica do Ventrículo Direito, obtidos por diferentes parâmetros de quantificação em Ecocardiografia Transtorácica, em indivíduos adultos sem patologia cardiorespiratória conhecida.

A partir do objectivo geral enunciado estabeleceram-se como objectivos específicos:

- Descrever os valores da Fração de Encurtamento da Câmara de Saída do Ventrículo Direito;
- Descrever os valores da Fração da Área de Encurtamento do Ventrículo Direito;
- Descrever os valores da Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE);
- Descrever os valores do Índice de Performance Miocárdica (IPM ou Índice de Tei) do Ventrículo Direito;
- Descrever os valores da Velocidade Sistólica do Anel Tricúspide por *Doppler* Tecidual;
- Descrever os valores de *Strain* e *Strain Rate* dos segmentos basal, mediano e apical da parede lateral do Ventrículo Direito obtidos a partir do *Doppler* Tecidual;
- Descrever os valores de *Strain* e *Strain Rate* dos segmentos basal, mediano e apical da parede lateral do Ventrículo Direito obtidos a partir de *Speckle Tracking*;
- Correlacionar os valores obtidos pelos diferentes parâmetros de quantificação da função sistólica ventricular direita globalmente e separadamente por grupo etário, por sexo e por Índice de Massa Corporal.

## **Tipologia de Estudo / Tipo de Abordagem**

Quanto à tipologia de estudo, este trabalho de investigação assenta num método descritivo-correlacional, prospectivo, com uma abordagem quantitativa, implementado em meio laboratorial.

## **População e Amostra**

Neste trabalho de investigação, a População define-se por todos os indivíduos adultos, sem patologia cardiorespiratória conhecida, que realizaram Ecocardiograma Transtorácico no Centro Cardiovascular do Hospital da Luz entre 1 de Março e 30 de Junho de 2011.

Segundo a Organização das Nações Unidas, consideram-se adultos, do ponto de vista humano e jurídico, os indivíduos que atingiram a maioridade e, portanto, considerados independentes, auto-suficientes e responsáveis tratando-se de pessoas com idade superior ou igual a 18 anos, excepto se a lei nacional conferir a maioridade numa idade diferente<sup>21</sup>.

A Amostra foi constituída por quatrocentos indivíduos e foi seleccionada através de métodos de amostragem não probabilística do tipo acidental, ou seja, os indivíduos foram incluídos no estudo à medida que estes se apresentam num local preciso<sup>22</sup>.

## **Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão**

De modo a obter-se uma amostra homogénea que ao mesmo tempo contemplasse as necessidades do estudo, foram definidos critérios de inclusão e de exclusão. Os critérios de inclusão foram: indivíduos de ambos os sexos com ecocardiograma normal e em ritmo sinusal com frequência cardíaca entre 60 e 100 batimentos por minuto.

Os critérios de exclusão neste trabalho foram: presença de patologia cardiorespiratória conhecida na altura do estudo; alterações ecocardiográficas como valvulopatias ou dilatação das cavidades cardíacas; presença de sintomas sugestivos de doença cardíaca; perturbação da condução intraventricular; presença de *pacemaker*, cardioversor desfibrilhador implantado ou *pacemaker* de ressincronização; presença de doença não cardíaca com repercussões cardíacas;

grávidas; presença de má janela ecocardiográfica que conduziu à qualificação do ecocardiograma como de “má qualidade técnica”; ou a não realização de todo o protocolo ecocardiográfico que permitisse a recolha de todas as variáveis a estudar.

### Dimensão, Categoria e Variáveis

Este trabalho apresenta uma dimensão, a Ecocardiografia e uma categoria, a Função Sistólica do Ventrículo Direito. Desta advêm variáveis que se encontram descritas nas Tabelas 1, 2 e 3 dividindo-se em Variáveis Ecocardiográficas para estudo da função sistólica ventricular direita, Variáveis Ecocardiográficas caracterizantes do ventrículo direito e em Variáveis Atributo, que analisam as características dos sujeitos da amostra<sup>22</sup>.

**Tabela 1** – Variáveis Ecocardiográficas para estudo da função sistólica ventricular direita

VARIÁVEIS	CLASSIFICAÇÃO	ESCALA
Fracção de Encurtamento do RVOT	Quantitativa, Contínua	Razão
Fracção da Área de Encurtamento do VD	Quantitativa, Contínua	Razão
Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE)	Quantitativa, Contínua	Razão
Índice de Performance Miocárdica	Quantitativa, Contínua	Razão
Velocidade Sistólica do Anel Tricúspide por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral basal do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral mediana do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral apical do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral basal do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral mediana do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral apical do VD por 2DSTE	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral basal do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral mediana do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>Strain</i> da parede lateral apical do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral basal do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral mediana do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão
<i>SR</i> da parede lateral apical do VD por TDI	Quantitativa, Contínua	Razão

RVOT, Câmara de Saída do Ventrículo Direito; VD, Ventrículo Direito; 2DSTE, *Speckle Tracking*; SR, *Strain Rate*; TDI, *Doppler Tecidual*

**Tabela 2** – Variáveis Ecocardiográficas caracterizantes do Ventrículo Direito

VARIÁVEL	CLASSIFICAÇÃO	ESCALA
Diâmetro Proximal Câmara Saída VD – PEEL	Quantitativa, Contínua	Razão
Diâmetro Proximal Câmara Saída VD – PEEC	Quantitativa, Contínua	Razão
Diâmetro Distal Câmara Saída VD – PEEC	Quantitativa, Contínua	Razão
Diâmetro Câmara Entrada VD - A4C	Quantitativa, Contínua	Razão
Diâmetro Mesoventricular VD - A4C	Quantitativa, Contínua	Razão
Diâmetro Longitudinal VD - A4C	Quantitativa, Contínua	Razão

VD, Ventrículo Direito; PEEL, Paraesternal Eixo Longo; PEEC, Paraesternal Eixo Curto; A4C, Apical Quatro Câmaras.

**Tabela 3** – Variáveis Atributo

VARIÁVEL	CLASSIFICAÇÃO	ESCALA
Idade	Quantitativa, Contínua	Razão
Sexo	Qualitativa, Dicotômica	Nominal
Peso	Quantitativa, Contínua	Razão
Altura	Quantitativa, Contínua	Razão
Superfície Corporal	Quantitativa, Contínua	Razão
Índice Massa Corporal	Quantitativa, Contínua	Razão

A variável Superfície Corporal (SC) foi calculada segundo a fórmula de Mosteller<sup>23</sup> em que:  $SC (m^2) = \sqrt{((altura (cm) \times peso (Kg)) / 3600)}$ .

A variável Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculada segundo a fórmula de Lambert Quételet<sup>24</sup> em que:  $IMC (Kg/m^2) = massa (Kg) / (altura (cm) \times altura (cm))$ . A classificação do grau de obesidade do indivíduo segundo o IMC é a seguinte: inferior a 18,5 Kg/m<sup>2</sup> – magreza; entre 18,6 e 24,9 Kg/m<sup>2</sup> – normal; entre 25,0 e 29,9 Kg/m<sup>2</sup> – peso em excesso; entre 30,0 e 34,9 Kg/m<sup>2</sup> – obesidade grau I; entre 35,0 e 39,9 Kg/m<sup>2</sup> – obesidade grau II (severa); e superior ou igual a 40,0 Kg/m<sup>2</sup> – obesidade grau III (mórbida)<sup>24</sup>.

## Procedimento

Todos os ecocardiogramas foram realizados com os indivíduos em decúbito lateral esquerdo, utilizando dois ecocardiógrafos *Vivid 7 (General Electric Ultrasound, Horten, Norway)*, ambos com *software* de *Doppler* tecidual e sonda de 1,7-3,6 MHz. As vias de acesso ecocardiográficas utilizadas foram: paraesternal (eixo longo e eixo curto) e apical (quatro câmaras) e as imagens foram recolhidas e arquivadas em formato *cineloop*.

A realização dos ecocardiogramas foi efectuada por três médicos cardiologistas e por quatro cardiopneumologistas, todos com experiência nível III em ecocardiografia, ou seja, segundo as recomendações da Associação Europeia de Ecocardiografia<sup>25</sup>, operadores independentes, capazes de realizar o procedimento de forma autónoma. A distribuição dos ecocardiogramas por operadores foi a seguinte: operador 1 – 228 ecocardiogramas (57%), operador 2 – 64 ecocardiogramas (16%), operador 3 – 53 ecocardiogramas (13%), operador 4 – 20 ecocardiogramas (5%), operador 5 – 18 ecocardiogramas (4%), operador 6 – 11 ecocardiogramas (3%) e operador 7 – 6 ecocardiogramas (2%).

Foi elaborado um protocolo para aquisição das imagens (Apêndice I) de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia de 2010 com o parecer da Associação Europeia de Ecocardiografia e da Sociedade Canadana de Ecocardiografia<sup>4</sup>. O protocolo incluía indicações acerca dos planos e imagens ecocardiográficas a obter para o estudo, bem como indicação acerca do *frame rate* necessário para o estudo da função regional do Ventrículo Direito (VD), que requer *frame rate* elevados, bem como a forma de o conseguir (redução da profundidade e da largura do sector e selecção da função de optimização do *frame rate*)<sup>10</sup>.

Todas as medições foram efectuadas *à posteriori* e *off line* por um só operador segundo as mesmas recomendações utilizadas no protocolo referido de forma a minimizar a variabilidade. A análise dos ecocardiogramas para a recolha dos dados em estudo foi realizada com recurso a uma *Work Station EchoPAC PC'08 (General Electric Healthcare, Horten, Norway)*.

A fracção de encurtamento do VD (RVOTSF) foi calculada a partir dos diâmetros telessistólico e telediastólico do VD medidos no plano paraesternal eixo curto ao nível dos grandes vasos através da fórmula  $RVOTSF (\%) = ((EDRVOTD - ESRVOTD) / EDRVOTD) \times 100^{1,26}$ . A fracção da área de encurtamento do VD (RVFAC) foi calculada a partir das áreas telessistólica e telediastólica do VD

medidas no plano apical quatro câmaras através da fórmula RVFAC (%) = ((RVEDA – RVESA) / RVEDA) x 100<sup>1,4,26</sup>. A excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE) foi obtida através de um cursor de Modo-M no anel lateral da válvula tricúspide no plano apical quatro câmaras medindo o deslocamento longitudinal do anel tricúspide em sístole<sup>1,4,26</sup>. O Índice de Performance Miocárdica (IPM) foi calculado como a razão entre a soma dos tempos dos períodos isovolumétricos pelo tempo de ejeção do VD; este índice e a velocidade da onda S do anel tricúspide foram ambos medidos com *Doppler* tecidual com um cursor de *Doppler* no anel lateral da válvula tricúspide no plano apical quatro câmaras<sup>1,4,26</sup>. O estudo de *Strain* e *Strain Rate* foi realizado com recurso a técnicas de *Doppler* Tecidual e *Speckle Tracking* nos segmentos basal, mediano e apical da parede livre do VD avaliado no plano apical quatro câmaras com *frame rate* superior a 150 frames/s para o estudo com *Doppler* Tecidual e superiores a 90 frames/s para o estudo com *Speckle Tracking* o que se obteve com um sector de imagem estreito e com foco para a parede livre do VD<sup>1,4,26</sup>.

Na análise pós-processamento com *Speckle Tracking* bidimensional, a região de interesse foi obtida delimitando os bordos do endocárdio do VD ao nível do septo e parede livre do VD no final da sístole. Uma vez aceite pelo operador esse contorno, o programa de *software* automático calcula o deslocamento dos padrões de *speckle* dentro da região de interesse ao longo do ciclo cardíaco. As curvas de deformação longitudinal foram obtidas nos seis segmentos do VD (segmentos basal, médio e apical da parede livre do VD e septo) e a curva de *strain* global do VD foi obtida com base na média das seis curvas de *strain* regional<sup>12</sup>.

O estudo da deformação miocárdica através da ecocardiografia bidimensional – *Speckle Tracking* - foi realizada nos segmentos basal, mediano e apical da parede lateral do ventrículo direito mas com recurso ao *software* de análise da deformação miocárdica do ventrículo esquerdo, modificado para o VD. Dado que o encerramento da válvula aórtica não era visualizado, foi utilizado o registo electrocardiográfico para estimar o final da sístole.

## **Considerações Éticas e Legais**

Este trabalho foi realizado com o consentimento por parte do Director do Serviço de Cardiologia e da Comissão de Investigação do Hospital da Luz bem como com o parecer positivo por parte da Comissão de Ética do mesmo hospital (Anexo I).

Um investigador tem obrigações e responsabilidades morais para com a sociedade, a comunidade científica e os participantes nos trabalhos de investigação, existindo um conjunto de direitos fundamentais que o investigador deve respeitar<sup>22,27</sup>. Tendo em conta estas considerações, durante a realização deste trabalho de investigação foram respeitados o direito à intimidade através do anonimato e confidencialidade dos dados; o direito ao anonimato e à confidencialidade através da criação de um código que impossibilita a identificação dos indivíduos que compõem a amostra; e o direito à protecção contra o desconforto e o prejuízo pelo facto dos indivíduos não incorrerem em qualquer risco previsto.

Com o consentimento das Comissões de Ética e de Investigação do Hospital da Luz não houve lugar ao termo de consentimento informado uma vez que os dados a recolher para este trabalho estariam contemplados no ecocardiograma transtorácico que foi realizado por motivos clínicos. Deste modo, estes indivíduos não foram sujeitos a qualquer risco, custo ou prejuízo pela inclusão no estudo.

## **Recolha de Dados**

Os dados recolhidos neste trabalho foram inscritos numa tabela de dados. Este ficheiro foi realizado utilizando o *software* informático *Microsoft® Excel® 2008 for Mac Version 12.0 (© 2007 Microsoft Corporation)* e nele foram inscritos todos os resultados observados para as variáveis em estudo.

## **Pré-Teste**

Com o intuito de aferir a eficácia da base de dados, foi realizado um pré-teste com vinte ecocardiogramas (5% do número de elementos da amostra) sendo que os dados utilizados no pré-teste foram excluídos da amostra a estudar. As alterações realizadas após o pré-teste prenderam-se, sobretudo, com a sequência de introdução dos valores na base de dados, fazendo com que esta fosse realizada de forma mais coerente.

## **Método de Tratamento de Dados**

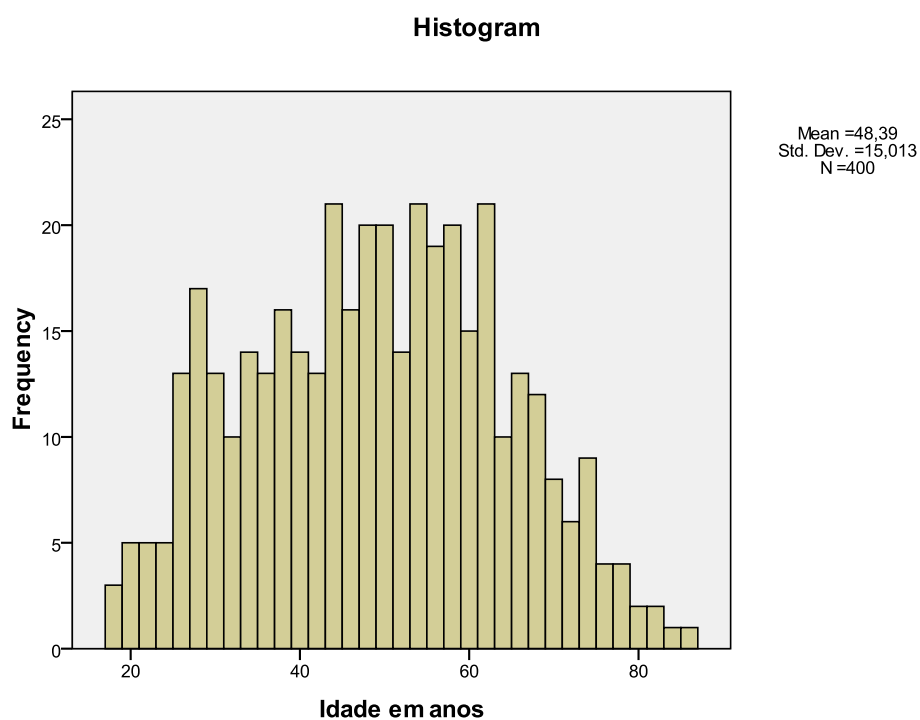
De acordo com os objectivos deste trabalho e para analisar os resultados das variáveis em estudo, tornou-se necessário proceder à realização de medidas de tendência central, medidas de dispersão, medidas de assimetria e achatamento e medidas de associação.

Quanto às medidas de tendência central foram realizadas a média, a mediana e a moda e quanto às medidas de dispersão foi realizado o desvio-padrão. Para as medidas de assimetria e achatamento foram realizados o coeficiente de assimetria e o coeficiente de achatamento ou de kurtose e quanto às medidas de associação ou coeficiente de correlação foi realizado o coeficiente de correlação linear de Pearson para avaliar o grau de correlação entre variáveis quantitativas.

Para proceder à análise estatística dos dados recolhidos foi utilizada, como ferramenta estatística, o *software PASW Statistics® 18.0 (IBM Corporation, New York, United States)*. A significância foi aceite para valor  $p < 0,05$  e os dados serão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, com valores mínimo e máximo para as variáveis contínuas e com número e percentagem para as variáveis discretas.

## Resultados

Foram estudados 400 indivíduos que realizaram ecocardiograma transtorácico, em que a idade média foi de  $48 \pm 15$  anos, a idade mínima foi 18 anos e a máxima 85 anos. O gráfico 1 representa a distribuição de frequências pela idade em anos.



**Figura 3** – Distribuição de frequências pela idade em anos.

Quanto ao sexo, 236 indivíduos (59%) eram do sexo feminino e 164 indivíduos (41%) do sexo masculino.

Relativamente às medidas de tendência central e de dispersão das restantes variáveis atributo que caracterizam a amostra encontram-se descritas na Tabela 4.

**Tabela 4** – Medidas de tendência central e de dispersão das Variáveis Atributo

	<b>Média±Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Peso (Kg)	70±13,7	41	136
Altura (cm)	166±9,3	148	194
Superfície Corporal (m <sup>2</sup> )	1,78±0,2	1,32	2,53
Índice de Massa Corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	25,19±3,98	17	42,1

Quanto às classe de Índice de Massa Corporal (IMC), 11 indivíduos (2,8%) apresentavam magreza, 190 indivíduos (47,5%) apresentavam peso normal, 159 indivíduos (39,8%) apresentavam peso em excesso, 34 indivíduos (8,5%) apresentavam obesidade grau I, 2 indivíduos (0,5%) apresentavam obesidade grau II (severa) e 4 indivíduos (1%) apresentavam obesidade grau III (mórbida).

As medidas de tendência central e de dispersão dos diâmetros do Ventrículo Direito (VD) encontram-se descritas na Tabela 5.

**Tabela 5** – Medidas de tendência central e de dispersão dos Diâmetros do VD

	<b>Média±Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Diâmetro RVOT proximal em PEEL (mm)	29,5±3,2	19	39
Diâmetro RVOT proximal em PEEC (mm)	31,6±3,9	21	43
Diâmetro RVOT distal em PEEC (mm)	21,3±3,0	14	31
Diâmetro Câmara de Entrada VD em Apical 4C (mm)	33,4±4,4	22	44
Diâmetro mesoventricular VD em Apical 4C (mm)	24,7±4,2	15	37
Diâmetro longitudinal VD em Apical 4C (mm)	64,3±7,1	45	85

RVOT, Câmara Saída do Ventrículo Direito; PEEL, Paraesternal Eixo Longo; PEEC, Paraesternal Eixo Curto; 4C, Quatro Câmaras.

As medidas de tendência central e de dispersão dos parâmetros de avaliação da função sistólica do VD estudados encontram-se descritos na Tabela 6.

**Tabela 6** – Medidas de tendência central e de dispersão dos parâmetros de avaliação da função sistólica do VD.

	<b>Média±Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Fracção de Encurtamento do RVOT (%)	63±8	43	87
TAPSE (mm)	23±4	15	35
Velocidade onda S do anel tricúspide por TDI (cm/s)	14±2	10	25
Índice Performance Miocárdica	0,29±0,11	0,04	0,61
Fracção da Área de Encurtamento (%)	56±8	35	95
<i>Strain</i> 2D parede lateral basal VD (%)	-28±8	-2	-57
<i>Strain</i> 2D parede lateral mediana VD (%)	-28±7	-1	-45
<i>Strain</i> 2D parede lateral apical VD (%)	-22±10	17	-44
<i>Strain Rate</i> 2D parede lateral basal VD (s <sup>-1</sup> )	-2,17±0,64	-0,6	-4,6
<i>Strain Rate</i> 2D parede lateral mediana VD (s <sup>-1</sup> )	-1,81±0,47	-0,3	-3,5
<i>Strain Rate</i> 2D parede lateral apical VD (s <sup>-1</sup> )	-1,64±0,59	-0,3	-5,9
<i>Strain</i> TDI parede lateral basal VD (%)	-27±8	-9	-67
<i>Strain</i> TDI parede lateral mediana VD (%)	-30±10	-1	-74
<i>Strain</i> TDI parede lateral apical VD (%)	-28±9	-1	-61
<i>Strain Rate</i> TDI parede lateral basal VD (s <sup>-1</sup> )	-1,49±0,89	-0,1	-6,0
<i>Strain Rate</i> TDI parede lateral medianaVD(s <sup>-1</sup> )	-1,64±0,83	-0,2	-5,7
<i>Strain Rate</i> TDI parede lateral apical VD (s <sup>-1</sup> )	-1,57±0,85	-0,1	-5,5

RVOT, Câmara de Saída do Ventrículo Direito; TAPSE, Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide; TDI, *Doppler* Tecidual; VD, Ventrículo Direito.

Relativamente às correlações lineares entre os parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função sistólica do VD (Apêndice II):

A Fracção de Encurtamento da Câmara de Saída do VD (RVOTSF) apresentou ausência de correlação linear com o Índice de Performance Miocárdica (IPM), com o *Strain* bidimensional (2D) da parede lateral basal e mediana, com o *Strain Rate* 2D da parede lateral basal, mediana e apical, com o *Strain* obtido a partir de *Doppler* Tecidual (TDI) da parede lateral basal e mediana e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal e mediana. A RVOTSF apresentou correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 7):

**Tabela 7** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a RVOTSF.

Parâmetro	Fracção de Encurtamento do RVOT
<b>TAPSE</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,157$ , $p = 0,002$ )
<b>Velocidade onda S por TDI</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,137$ , $p = 0,006$ )
<b>RVFAC</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,155$ , $p = 0,002$ )
<b>Strain 2D Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,118$ , $p = 0,018$ )
<b>Strain TDI Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,129$ , $p = 0,010$ )
<b>Strain Rate TDI Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,101$ , $p = 0,043$ )

RVOT, Câmara de Saída do Ventrículo Direito; TAPSE, Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide; TDI, *Doppler* Tecidual; RVFAC, Fracção da Área de Encurtamento; *Strain 2D Apical*, *Strain* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain TDI Apical*, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate TDI Apical*, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical.

A Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE) apresentou ausência de correlação linear com o IPM, com a Fracção da Área de Encurtamento, com o *Strain* 2D da parede lateral mediana e apical, com o *Strain Rate* 2D da parede lateral basal e mediana e com o *Strain Rate* TDI basal. Por outro lado, a TAPSE apresentou correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 8):

**Tabela 8** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a TAPSE.

Parâmetro	TAPSE
<b>Strain 2D Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,102$ , $p = 0,042$ )
<b>Strain Rate 2D Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,103$ , $p = 0,040$ )
<b>Strain TDI Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,121$ , $p = 0,016$ )
<b>Strain TDI Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,194$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain TDI Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,144$ , $p = 0,004$ )
<b>Strain Rate TDI Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,131$ , $p = 0,009$ )
<b>Strain Rate TDI Apical</b>	Correlação linear inversa fraca ( $r = -0,211$ , $p = 0,000$ )
<b>Velocidade onda S por TDI</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,467$ , $p = 0,000$ )

TAPSE, Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide; *Strain 2D Basal*, *Strain* Bidimensional da parede lateral basal, *Strain Rate 2D Apical*, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain TDI Basal*, *Strain* TDI da parede lateral basal; *Strain TDI Mediano*, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain TDI apical*, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate TDI Mediano*, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate TDI Apical*, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical; TDI, *Doppler* Tecidual.

A Velocidade da Onda S por TDI apresentou ausência de correlação linear com o IPM, com a Fracção da Área de Encurtamento e com o *Strain Rate* TDI da parede

lateral basal. A Velocidade da Onda S por TDI apresentou, por outro lado, correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 9):

**Tabela 9** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a Velocidade da onda S do anel tricúspide por TDI.

Parâmetro	Velocidade onda S por TDI
<b>Strain 2D Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,1$ , $p = 0,046$ )
<b>Strain 2D Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,126$ , $p = 0,012$ )
<b>Strain 2D Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,107$ , $p = 0,033$ )
<b>Strain Rate 2D Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,122$ , $p = 0,015$ )
<b>Strain Rate 2D Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,174$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate 2D Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,199$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain TDI Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,104$ , $p = 0,038$ )
<b>Strain TDI Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,134$ , $p = 0,007$ )
<b>Strain Rate TDI Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,135$ , $p = 0,007$ )
<b>Strain TDI Apical</b>	Correlação linear inversa fraca ( $r = -0,238$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate TDI Apical</b>	Correlação linear inversa fraca ( $r = -0,341$ , $p = 0,000$ )

TDI, *Doppler* Tecidual; *Strain* 2D Basal, *Strain* Bidimensional da parede lateral basal; *Strain* 2D Mediano, *Strain* Bidimensional da parede lateral mediana; *Strain* 2D Apical, *Strain* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain Rate* 2D Basal, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral basal; *Strain Rate* 2D Mediano, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral mediana; *Strain Rate* 2D Apical, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain* TDI Basal, *Strain* TDI da parede lateral basal; *Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain* TDI Apical, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical.

O Índice de Performance Miocárdica (IPM) apresentou ausência de correlação linear com a Fracção da Área de Encurtamento, com o *Strain* 2D da parede lateral basal, mediana e apical, com o *Strain Rate* 2D da parede lateral basal, mediana e apical, com o *Strain* TDI da parede lateral basal, mediana e apical e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal, mediana e apical. Ou seja, ausência de correlação com todos os outros parâmetros ecocardiográficos avaliados.

A Fracção da Área de Encurtamento (RVFAC) apresentou ausência de correlação linear com o *Strain* 2D da parede lateral basal, mediana e apical, com o *Strain* TDI da parede lateral basal, mediana e apical e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal, mediana e apical. Por outro lado, a RVFAC apresentou correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 10):

**Tabela 10** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com a RVFAC.

Parâmetro	Fracção da Área de Encurtamento
<b>Strain Rate 2D Basal</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,109$ , $p = 0,029$ )
<b>Strain Rate 2D Mediano</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,180$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate 2D Apical</b>	Correlação linear inversa muito fraca ( $r = -0,127$ , $p = 0,011$ )

*Strain Rate 2D Basal, Strain Rate Bidimensional da parede lateral basal; Strain Rate 2D Mediano, Strain Rate Bidimensional da parede lateral mediana; Strain Rate 2D Apical, Strain Rate Bidimensional da parede lateral apical.*

O *Strain 2D* da parede lateral basal apresentou ausência de correlação linear com o *Strain 2D* da parede lateral apical, com o *Strain Rate 2D* da parede lateral apical e com o *Strain Rate TDI* da parede lateral basal. O *Strain 2D* da parede lateral basal apresentou correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 11):

**Tabela 11** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain 2D* da parede lateral basal.

Parâmetro	<i>Strain 2D</i> da parede lateral basal
<b>Strain TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,103$ , $p = 0,039$ )
<b>Strain Rate TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,108$ , $p = 0,031$ )
<b>Strain TDI Basal</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,247$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,276$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,284$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate 2D Basal</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,551$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain Rate 2D Mediano</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,542$ , $p = 0,000$ )
<b>Strain 2D Mediano</b>	Correlação linear forte ( $r = 0,796$ , $p = 0,000$ )

*Strain TDI Apical, Strain TDI da parede lateral apical; Strain Rate TDI Apical, Strain Rate TDI da parede lateral apical; Strain TDI Basal, Strain TDI da parede lateral basal; Strain TDI Mediano, Strain TDI da parede lateral mediana; Strain Rate TDI Mediano, Strain Rate TDI da parede lateral mediana; Strain Rate 2D Basal, Strain Rate Bidimensional da parede lateral basal; Strain Rate 2D Mediano, Strain Rate Bidimensional da parede lateral mediana; Strain 2D Mediano, Strain Bidimensional da parede lateral mediana.*

O *Strain 2D* da parede lateral mediana apresentou ausência de correlação linear com o *Strain TDI* da parede lateral basal e com o *Strain Rate TDI* da parede lateral basal. Por outro lado, o *Strain 2D* da parede lateral mediana apresentou correlação com os seguintes parâmetros (Tabela 12):

**Tabela 12** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain* 2D da parede lateral mediana.

<b>Parâmetro</b>	<b><i>Strain</i> 2D da parede lateral mediana</b>
<b><i>Strain</i> TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,200$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,167$ , $p = 0,001$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Basal</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,296$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Apical</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,357$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,343$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,271$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain</i> 2D Apical</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,571$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Mediano</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,612$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Apical, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* 2D Basal, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral basal; *Strain Rate* 2D Apical, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain* 2D Apical, *Strain* Bidimensional da parede lateral apical; *Strain Rate* 2D Mediano, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral mediana.

O *Strain* 2D da parede lateral apical apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana. Apresentando, por sua vez, correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 13):

**Tabela 13** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain* 2D da parede lateral apical.

<b>Parâmetro</b>	<b><i>Strain</i> 2D da parede lateral apical</b>
<b><i>Strain</i> TDI Basal</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,172$ , $p = 0,001$ )
<b><i>Strain</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,121$ , $p = 0,015$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Basal</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,175$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Basal</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,230$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,234$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain</i> TDI Apical</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,316$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Apical</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,238$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Apical</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,580$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Basal, *Strain* TDI da parede lateral basal; *Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Basal, *Strain Rate* TDI da parede lateral basal; *Strain Rate* 2D Basal, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral basal; *Strain Rate* 2D Mediano, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral mediana; *Strain* TDI Apical, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* 2D Apical, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral apical.

O *Strain Rate* 2D da parede lateral basal apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* 2D da parede lateral apical, com o *Strain* TDI da parede lateral apical e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral apical. Apresentou, por outro lado, correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 14):

**Tabela 14** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain Rate* 2D da parede lateral basal.

<b>Parâmetro</b>	<b><i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral basal</b>
<b><i>Strain</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,157$ , $p = 0,002$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Basal</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,184$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain</i> TDI Basal</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,251$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,263$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Mediano</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,688$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Basal, *Strain Rate* TDI da parede lateral basal; *Strain* TDI Basal, *Strain* TDI da parede lateral basal; *Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* 2D Mediano, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral mediana.

O *Strain Rate* 2D da parede lateral mediana apresentou ausência de correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral apical e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal. Por outro lado, o *Strain Rate* 2D da parede lateral mediana apresentou correlação com os seguintes parâmetros (Tabela 15):

**Tabela 15** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain Rate* 2D da parede lateral mediana.

<b>Parâmetro</b>	<b><i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral mediana</b>
<b><i>Strain</i> TDI Basal</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,133$ , $p = 0,008$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,138$ , $p = 0,006$ )
<b><i>Strain</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,288$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,300$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> 2D Apical</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,453$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Basal, *Strain* TDI da parede lateral basal; *Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical; *Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* 2D Apical, *Strain Rate* Bidimensional da parede lateral apical.

O *Strain Rate* 2D da parede lateral apical apresentou ausência de correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral basal e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal e mediana. Apresentou, por outro lado, correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 16):

**Tabela 16** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain Rate* 2D da parede lateral apical.

Parâmetro	<i>Strain Rate</i> 2D da parede lateral apical
<b><i>Strain</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,113$ , $p = 0,024$ )
<b><i>Strain</i> TDI Apical</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,237$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Apical</b>	Correlação linear fraca ( $r = 0,232$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Mediano, *Strain* TDI da parede lateral mediana; *Strain* TDI Apical, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical.

O *Strain* TDI da parede lateral basal apresentou ausência de correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral mediana e apical e com o *Strain Rate* TDI da parede lateral apical. Por outro lado, apresentou correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 17):

**Tabela 17** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral basal.

Parâmetro	<i>Strain</i> TDI da parede lateral basal
<b><i>Strain Rate</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,175$ , $p = 0,000$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Basal</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,513$ , $p = 0,000$ )

*Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana; *Strain Rate* TDI Basal, *Strain Rate* TDI da parede lateral basal.

O *Strain* TDI da parede lateral mediana apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal e mediana. Apresentou, por outro lado, correlação linear com os seguintes parâmetros (Tabela 18):

**Tabela 18** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral mediana.

Parâmetro	<i>Strain</i> TDI da parede lateral mediana
<b><i>Strain</i> TDI Apical</b>	Correlação linear muito fraca ( $r = 0,170$ , $p = 0,001$ )
<b><i>Strain Rate</i> TDI Mediano</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,646$ , $p = 0,000$ )

*Strain* TDI Apical, *Strain* TDI da parede lateral apical; *Strain Rate* TDI Mediano, *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana.

O *Strain* TDI da parede lateral apical apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* TDI da parede lateral basal e mediana. Apresentou, por outro lado, correlação linear com o seguinte parâmetro (Tabela 19):

**Tabela 19** – Parâmetros que apresentaram correlação linear com o *Strain* TDI da parede lateral apical.

<b>Parâmetro</b>	<b><i>Strain</i> TDI da parede lateral apical</b>
<b><i>Strain Rate</i> TDI Apical</b>	Correlação linear moderada ( $r = 0,672$ , $p = 0,000$ )

*Strain Rate* TDI Apical, *Strain Rate* TDI da parede lateral apical.

O *Strain Rate* TDI da parede lateral basal apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana e apical.

O *Strain Rate* TDI da parede lateral mediana apresentou ausência de correlação linear com o *Strain Rate* TDI da parede lateral apical.

Foram realizadas análises de associação com o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para avaliar a existência de eventuais alterações na intensidade da correlação de acordo com a idade (mais ou menos do que 65 anos de idade), o sexo (masculino ou feminino) ou o Índice de Massa Corporal (magreza, peso normal, excesso de peso ou obesidade) o que não revelou alterações estatisticamente significativas no grau de correlação dos parâmetros de avaliação da função sistólica ventricular direita (Apêndice III).

## Discussão

Este trabalho teve como objectivo descrever e correlacionar parâmetros ecocardiográficos para avaliação da função sistólica ventricular direita, em indivíduos adultos, sem evidência de doença cardiorespiratória. Deste modo, foi estudada uma amostra constituída por 400 indivíduos com **idades** compreendidas entre os 18 e os 85 anos sendo a média das idades de 48 anos. Estes dados corroboram os publicados pela Direcção-Geral da Saúde (DGS), em que as classes etárias dos 15 aos 44 anos e dos 45 aos 64 anos são as que apresentam maior percentagem de população na Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo com 40,8% e 26,0% de indivíduos, respectivamente<sup>28</sup>.

Relativamente ao **sexo**, 59% dos indivíduos da amostra eram do sexo feminino e 41% do sexo masculino. Segundo a DGS, 59,3% dos homens e 47,4% das mulheres consideram ter um estado de saúde muito bom ou bom enquanto 10,4% dos homens e 17,5% das mulheres consideram ter um estado de saúde mau ou muito mau<sup>28</sup>. Para além do referido, também segundo a DGS, a média da população residente na Região de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo é de 1.718.000 homens e 1.845.000 mulheres<sup>28</sup>. A conjugação destes factos pode, de alguma forma, justificar a maior percentagem de mulheres que recorre a exames complementares de diagnóstico em Hospitais de Lisboa e assim, em certa parte, justificar, também, a maior percentagem de elementos do sexo feminino que compôs a amostra.

A **superfície corporal** dos indivíduos estudados estava compreendida entre 1,32 m<sup>2</sup> e 2,53 m<sup>2</sup>, sendo a média de 1,78 m<sup>2</sup> o que representa um valor aproximado do descrito para um adulto (cerca de 1,73 m<sup>2</sup>)<sup>23</sup>.

Quanto ao **Índice de Massa Corporal** (IMC), estiveram representadas, neste trabalho, todas as classes de IMC sendo que a maior percentagem de indivíduos (47,5%) apresentavam peso normal, a segunda maior percentagem de indivíduos apresentavam peso em excesso (39,8%) e a terceira maior percentagem de indivíduos apresentavam obesidade (8,5%). Segundo a DGS, a percentagem de população com 18 ou mais anos de idade, em Portugal Continental, com excesso de peso é de 18,6% e com obesidade é de 16,5%<sup>28</sup>. Neste trabalho, a percentagem de indivíduos com excesso de peso foi cerca de duas vezes maior em relação à apresentada pela DGS enquanto que a percentagem de indivíduos com obesidade foi cerca de metade da apresentada pela DGS para a população de Portugal Continental. Este facto pode justificar-se, de certa forma, pela associação que existe

entre o IMC aumentado e a menor qualidade da janela ecocardiográfica, o que levou à exclusão destes indivíduos do estudo, de acordo com os critérios de exclusão definidos<sup>29</sup>.

Relativamente aos **diâmetros do Ventrículo Direito (VD)** estudados, os mesmos apresentaram valores médios que se encontram dentro dos intervalos de referência dos valores normais apresentados nas mais recentes *Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults* da Sociedade Americana, da Associação Europeia e da Sociedade Canadiana de Ecocardiografia<sup>4</sup> demonstrando que foram avaliados VD com diâmetros normais.

No que se refere aos **parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função sistólica do VD**, estes apresentaram valores médios dentro dos intervalos de referência apresentados nas recomendações.<sup>4</sup> Assim, pode considerar-se que este trabalho, baseado em 400 adultos sem patologia cardiorespiratória conhecida, contemplou VD com características semelhantes ao referidos nas recomendações enunciadas 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<sup>4</sup>.

Relativamente à **análise de correlações entre os parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função sistólica ventricular direita** estudados, verificou-se que, a única correlação linear forte encontrada foi entre o *Strain* bidimensional (2D) da parede lateral basal e o segmento adjacente, ou seja, o *Strain* 2D da parede lateral mediana. Existiram correlações lineares de intensidade moderada entre alguns dos parâmetros de deformação miocárdica e entre a excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE) e a Velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por *Doppler* Tecidual (TDI). Este facto não se assemelha ao resultado apresentado por Matias *et al.*<sup>29</sup>, que refere que a TAPSE apresenta uma fraca correlação com a velocidade da onda S do *Doppler* tecidual do anel tricúspide, mas corrobora o resultado apresentado anos antes por Kukulski *et al.*<sup>31</sup>, que refere que o pico de velocidade sistólica se correlaciona bem com a excursão do anel tricúspide. Alguns autores afirmam que a TAPSE e a Velocidade da onda S do anel tricúspide com TDI são os

parâmetros ecocardiográficos com menor variabilidade inter e intraobservador, pelo que são os mais fiáveis e reprodutíveis na avaliação da função sistólica ventricular direita<sup>32</sup>. No trabalho de Matias *et al.*<sup>30</sup>, foram avaliados consecutivamente doentes que realizaram ecocardiograma, que possuíam uma média de idades superior à do presente trabalho, portanto, indivíduos com classe etária mais avançada e não necessariamente saudáveis o que, de certa forma, pode justificar a diferença na intensidade de correlação linear destes dois parâmetros em relação ao presente trabalho.

De forma divergente aos resultados deste trabalho, em que a TAPSE e a Fracção da Área de Encurtamento do VD não apresentaram correlação linear, López-Candales *et al.*<sup>33</sup>, refere existir uma forte correlação linear entre a Fracção da Área de Encurtamento do VD e a TAPSE. No entanto, este estudou indivíduos com e sem disfunção sistólica do VD, ao contrário do presente trabalho, no qual apenas foram analisados VD sem disfunção sistólica. Enquanto a TAPSE traduz, principalmente, a função longitudinal das fibras miocárdicas, a Fracção da Área de Encurtamento, tal como a Fracção de Ejeção do VD é influenciado, tanto pela contractilidade longitudinal como pela contractilidade radial, o que pode, em parte, justificar a ausência de correlação entre estes parâmetros. Assim, alterações na contractilidade ventricular direita podem afectar parâmetros como a TAPSE e a Fracção da Área de Encurtamento ou a Fracção de Ejeção de uma forma diferente, consoante o tipo de fibras mais afectadas pela patologia em causa<sup>18</sup>.

No presente trabalho, as correlações lineares entre a TAPSE e o *Strain* longitudinal e entre a Fracção da Área de Encurtamento e o *Strain* longitudinal quando existiram, trataram-se de correlações lineares muito fracas ou fracas. Segundo Meris *et al.*<sup>12</sup>, a função global do VD é mais frequentemente avaliada na prática clínica pela Fracção da Área de Encurtamento do VD e pela TAPSE. De acordo com o mesmo autor, embora ambas as técnicas tenham limitações intrínsecas, houve uma boa correlação entre o *Strain* longitudinal global e a TAPSE e entre o *Strain* longitudinal global e a Fracção da Área de Encurtamento do VD não havendo diferenças estatisticamente significativas de *Strain* longitudinal entre os segmentos apical e basal do VD, o mesmo afirmando Martins *et al.*<sup>34</sup>. Esta diferença entre os resultados do presente trabalho e os destes autores pode, possivelmente, ser justificada pelo facto de, no presente trabalho, não ter sido avaliado o *Strain* longitudinal global mas sim os seus componentes apical, mediano e basal somente em relação à parede lateral do VD. De facto, nos trabalhos de Meris *et al.*<sup>12</sup> e de Martins *et al.*<sup>34</sup>, e também neste trabalho, não se obtiveram diferenças significativas nos valores de

*Strain* longitudinal entre os segmentos apical e basal. Outra justificação possível, está relacionada com o facto de, no presente trabalho, à semelhança de outros trabalhos de grupos europeus como o de Jategaonkar *et al.*<sup>35</sup> ou o de D'Andrea *et al.*<sup>36</sup>, ter sido utilizado um *software* de análise de deformação miocárdica do ventrículo esquerdo adaptado ao ventrículo direito, o que pode ter influência nos resultados obtidos.

As restantes correlações lineares de intensidade moderada encontradas foram entre os parâmetros de deformação miocárdica obtidos quer por TDI quer por 2D *Speckle Tracking*. Tal facto corrobora os resultados apresentados por Teske *et al.*<sup>37</sup>, que refere que, no geral, na avaliação da deformação miocárdica ventricular direita, o *Strain* por *Doppler* Tecidual e por 2D *Speckle Tracking* correlacionam-se de forma moderada e apresentam resultados comparáveis, sendo melhor a correlação em VD patológicos com função diminuída. Segundo este autor, foram registados valores mais elevados de *Strain* e *Strain Rate* com a utilização de *Doppler* Tecidual excepto no segmento basal. No presente trabalho, o mesmo só se verificou para os valores de *Strain* e não para os valores de *Strain Rate*.

Outro aspecto verificado neste trabalho diz respeito ao Índice de Performance Miocárdica (IPM) que não apresentou correlação linear com nenhum outro parâmetro ecocardiográfico para avaliação da função sistólica do VD. Tal ausência de correlação pode justificar-se com o facto de o IPM ser um parâmetro derivado de características fisiológicas e não estruturais e porque é um parâmetro de função miocárdica global, combinando informações de ambas as fases sistólica e diastólica na avaliação da função ventricular global<sup>1,38</sup>. Assim, pelo facto do IPM integrar índices da fase isovolumétrica e de ejeção pode estar alterado antes dos restantes parâmetros de função sistólica, fornecendo informações prognósticas numa variedade de patologias cardíacas<sup>39,40</sup>. Neste trabalho, o IPM foi medido com recurso ao *Doppler* Tecidual uma vez que, segundo Tekten *et al.*<sup>41</sup>, o IPM poder ser medido por *Doppler* tecidual e correlacionar-se bem com o IPM medido de forma convencional através do *Doppler* Pulsado, quer no coração normal quer no coração patológico.

A ausência de correlações lineares de intensidade moderada ou forte entre a Fracção de Encurtamento da Câmara de Saída do VD (RVOTSF) e os restantes parâmetros ecocardiográficos estudados pode justificar-se pelo facto de, ao contrário de quase todos os outros parâmetros estudados, a RVOTSF não avaliar a função longitudinal do VD mas sim a sua função radial. Assim, a fracção de

encurtamento da câmara de saída do VD fornece uma medida simples e não invasiva apenas da função sistólica radial do VD e, em combinação com outros parâmetros que avaliem a excursão longitudinal, pode fornecer uma ampla avaliação da função ventricular direita<sup>42</sup>.

Em contraste com a distribuição mais homogénea das propriedades de deformação do Ventrículo Esquerdo, o *Strain* e o *Strain Rate* são distribuídos de forma menos homogénea no VD, apresentando um gradiente da base para o apex que atinge os valores mais elevados nos segmentos apicais e na câmara de saída<sup>17</sup>. Este padrão pode ser explicado pela geometria complexa das paredes finas, em forma crescente do VD e pela distribuição menos homogénea do *stress* parietal regional em comparação com o das paredes espessas do VE<sup>17</sup>. Esta característica pode justificar, também, as assimetrias nas correlações lineares encontradas neste trabalho em relação aos parâmetros de deformação miocárdica em que se estabeleceram correlações, por vezes significativas, com o segmento da parede lateral adjacente, por exemplo entre a base e o segmento mediano, e ausência de correlação entre o segmento apical e a base. Contudo, não se verificou que o segmento apical atingisse os valores mais elevados, mas sim o segmento mediano. De qualquer forma, o estudo da deformação miocárdica ventricular direita parece viável para a avaliação quantitativa da função do VD especialmente na detecção de alterações subtis e na avaliação do prognóstico e, segundo vários autores, pode melhorar a compreensão da fisiopatologia em diferentes patologias<sup>17</sup>.

Relativamente à **idade, sexo ou índice de massa corporal (IMC)**, não foram encontrados pela autora, e até à data de entrega deste trabalho, estudos em que, tal como no presente trabalho, se pretendesse avaliar a presença de alterações significativas na intensidade da correlação linear entre os parâmetros ecocardiográficos de avaliação da função sistólica do VD aquando da presença de determinado grupo etário, sexo ou classe de IMC mas sim, múltiplos estudos que avaliam a correlação directa destas características com os parâmetros de avaliação da função sistólica do VD.

No presente trabalho, a idade, o sexo ou a classe de IMC não influenciaram de forma estatisticamente significativa a intensidade da correlação dos parâmetros ecocardiográficos estudados. Segundo Mor-Avi *et al.*<sup>17</sup>, as velocidades sistólicas da parede livre do VD não são afectadas pela idade em indivíduos normais, ao contrário das velocidades diastólicas que são afectadas com uma diminuição

progressiva na velocidade diastólica precoce<sup>18</sup>. Contudo, segundo Kukulski *et al.*<sup>31</sup>, o encurtamento longitudinal do VD é dominante em indivíduos jovens saudáveis, mas em indivíduos idosos, o encurtamento circunferencial assume maior importância sendo provável que esta seja uma compensação para a redução normal em velocidades longitudinais observadas em pessoas saudáveis com idades mais avançadas. Contrariamente ao referido, segundo os estudos de Kjaergaard *et al.*<sup>44</sup>, e de Lindqvist *et al.*<sup>26</sup>, a avaliação regional da função VD pelo pico de velocidades sistólicas e *Strain* sugere que a função do VD longitudinal se encontra preservada nos grupos etários mais avançados. Estudos prévios, usando *Doppler* tecidual pulsado, não encontraram qualquer correlação entre as velocidades sistólicas do VD e a idade<sup>43</sup>. A contractilidade regional do VD mostrou uma diminuição pouco significativa com a idade o que está em concordância com o achado de preservação da Fração de Ejeção do VD com a idade<sup>44</sup>.

Em relação à TAPSE, Alam *et al.*<sup>45</sup> refere que esta não se correlaciona com a idade. Pelo contrário, Kukulski *et al.*<sup>31</sup>, afirma que a TAPSE e o pico de velocidade do seu deslocamento correlacionam-se negativamente com a idade sendo que a velocidade de pico do anel apresenta melhor correlação com a idade (correlação negativa) do que a TAPSE. Contudo, segundo Innelli *et al.*<sup>46</sup>, num trabalho mais recente, há um impacto independente do envelhecimento sobre os índices miocárdicos sistólicos e diastólicos do VD obtidos por TDI do anel tricúspide numa população seleccionada de indivíduos normais.

Quanto ao sexo, em pacientes adultos, Lamia *et al.*<sup>47</sup> demonstra que a TAPSE é semelhante entre homens e mulheres bem como Kjaergaard *et al.*<sup>44</sup> que verificou existir pouca ou nenhuma variação com a idade e com o sexo dos parâmetros da função do VD.

Relativamente ao IMC, segundo Lichodziejewska *et al.*<sup>48</sup>, a TAPSE é normal e não difere significativamente entre os indivíduos com IMC normal e os com obesidade mórbida. O IPM foi significativamente maior no grupo de indivíduos com obesidade mórbida do que no grupo de controlo com IMC normal sendo esta diferença justificada pelo comprometimento do relaxamento do VD em pessoas jovens com obesidade mórbida<sup>48</sup>.

## Considerações Finais

A importância fisiológica do Ventrículo Direito (VD) foi, durante décadas, subestimada, tendo o VD sido considerado, principalmente, como um canal e a sua *performance* contráctil considerada hemodinamicamente sem importância<sup>49</sup>. O crescente reconhecimento da importância da disfunção do VD na patogénese e no prognóstico de múltiplas doenças cardiovasculares levou a um ressurgimento do interesse em avaliar a sua forma e função. Actualmente, as suas funções primárias encontram-se bem definidas, sendo elas manter a pressão de perfusão pulmonar adequada sob diferentes condições circulatórias e de carga, a fim de fornecer sangue venoso dessaturado para as membranas de troca gasosa dos pulmões e assegurar uma pressão venosa sistémica baixa para evitar a congestão venosa dos tecidos e órgãos<sup>49</sup>.

A função do VD pode ser afectada, quer por doença cardíaca primária do coração direito quer por patologia do coração esquerdo ou por doença pulmonar. Além disso, deve-se considerar que a disfunção do VD pode afectar a função do VE, não só limitando a pré-carga do VE, mas também por alterações sistólicas e interacção diastólica através do SIV e do pericárdio (interdependência ventricular). Além disso, a função do VD demonstrou ser um dos principais determinantes da evolução clínica e, conseqüentemente, deve ser considerada durante a avaliação e tratamento dos doentes<sup>49</sup>.

Mantendo-se ainda um desafio, assistimos nas duas últimas décadas a uma melhor compreensão da importância fisiológica do VD na circulação<sup>50</sup>. Assim, uma avaliação precisa da função ventricular direita é uma parte essencial de qualquer estudo ecocardiográfico de rotina, independentemente da presença de alterações ao nível do coração esquerdo<sup>10</sup>.

Devido à complexidade do VD e da marcada dependência das condições de carga na sua função e nos parâmetros hemodinâmicos do coração direito, o estudo da função ventricular direita com ecocardiografia convencional permanece um desafio e requer a integração de múltiplos parâmetros que podem ser obtidos com diferentes técnicas ecocardiográficas. Assim, a ecocardiografia é a técnica de imagem de primeira linha para a avaliação simultânea, pouco onerosa e não invasiva da morfologia, função e hemodinâmica ventricular direita, sendo que os parâmetros para o estudo da função ventricular direita devem ser objectivos, práticos para o uso clínico diário e fornecer informação prognóstica<sup>10,51</sup>.

Apesar da existência dos múltiplos e diferentes parâmetros quantitativos disponíveis para avaliação da função sistólica do VD descritos neste trabalho, muitos laboratórios de ecocardiografia apenas efectuam uma avaliação qualitativa da função ventricular direita, avaliação esta dependente do operador e pouco reprodutível<sup>7,52</sup>. No entanto, as medidas quantitativas são necessárias e fundamentais para a rotina clínica e em estudos seriados ou como uma ferramenta de prognóstico, pelo que a abordagem quantitativa deve ser a abordagem preferida para a avaliação do VD<sup>44</sup>.

Teoricamente, a avaliação do volume do VD é o método ideal mas apresenta limitações por basear-se numa abordagem biplanar, exigindo planos ecocardiográficos perpendiculares, sendo a standardização dos planos tecnicamente difícil. Estas limitações são acrescidas pela frequente dificuldade na definição da superfície endocárdica (trabeculação ventricular direita e qualidade de imagem, muitas vezes de qualidade inferior no VD) e pela complexidade do formato do VD<sup>18,51</sup>. A dificuldade em quantificar a fracção de ejeção do VD, pela complexidade em calcular o seu volume, tem incentivado a utilização de parâmetros ecocardiográficos com base num único plano. A análise é normalmente realizada no plano apical quatro câmaras, que é o apropriado, dado o padrão contráctil do VD ser predominantemente longitudinal<sup>53,54,55,56,57,58</sup>.

Actualmente, existem vários métodos simples e reprodutíveis para avaliação da função sistólica do VD que podem ser incorporados na avaliação do ecocardiograma de rotina como a Fracção da Área de Encurtamento, a Excursão Sistólica do Plano do Anel Tricúspide (TAPSE), a Velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por *Doppler* Tecidual pulsado (TDI) e o Índice de Performance Miocárdica (IPM).

Este trabalho teve como objectivo geral descrever e correlacionar parâmetros ecocardiográficos para avaliação da função sistólica ventricular direita, em indivíduos adultos, sem evidência de doença cardiorespiratória. Numa amostra de quatrocentos adultos, verificou-se a presença de uma correlação linear de intensidade moderada entre a TAPSE e a velocidade da onda S obtida por *Doppler* Tecidual do anel tricúspide e a presença de uma correlação linear de intensidade forte entre o *Strain* Bidimensional da parede lateral basal e o *Strain* Bidimensional da parede lateral mediana, para além de algumas correlações lineares de intensidade moderada entre outros parâmetros de deformação miocárdica do VD. De notar que as correlações lineares entre os parâmetros de deformação miocárdica do VD se fizeram ou entre parâmetros obtidos por *2D-Speckle Tracking* ou entre parâmetros

obtidos por TDI, não havendo correlação linear entre parâmetros obtidos por técnicas diferentes de análise de deformação miocárdica.

Para além do referido, verificou-se que características como a idade, o sexo ou a classe de Índice de Massa Corporal não influenciaram de forma estatisticamente significativa a intensidade da correlação linear entre os parâmetros ecocardiográficos avaliados na amostra em estudo.

Combinar mais do que um parâmetro de avaliação da função do VD, como a TAPSE, a Velocidade da onda S obtida por TDI e o IPM, parece então ser a forma mais fidedigna de distinguir uma função normal de uma função alterada, na medida em que estes parâmetros são independentes entre si, como foi verificado neste trabalho, e como foi referido na discussão. Técnicas mais sofisticadas como a Aceleração Isovolumétrica (IVA) , o *Strain* e o *Strain Rate* não são, actualmente, recomendadas como rotina e são melhores para determinadas aplicações clínicas e de investigação em laboratórios de referência<sup>4</sup>.

Uma vez que, do ponto de vista prático, pode não ser exequível realizar a análise por mais do que um parâmetro da avaliação da função sistólica do VD, sobretudo em indivíduos saudáveis, a selecção desse parâmetro pode estar relacionada com a citoarquitECTURA ventricular direita, o que leva à exclusão da avaliação da função radial. Deste modo, os parâmetros ideais a utilizar na rotina, serão a TAPSE, a velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por TDI e o IPM, dada a facilidade de aquisição de dados, a reprodutibilidade e a ausência de análises geométricas que permitem a sua fácil aplicação clínica. Estes parâmetros são obtidos a partir de imagens ecocardiográficas padrão e podem ser rapidamente realizados. Além disso, estes são relativamente independentes da qualidade da janela ecocardiográfica e da visualização do endocárdio. Em geral, estes parâmetros são facilmente medidos e a sua selecção na rotina pode ser ditada pela sua facilidade de aquisição<sup>39</sup>. Uma vez que, segundo múltiplos trabalhos, a TAPSE e a Velocidade da onda S são dois parâmetros que apresentam uma correlação linear considerável, tendo estes mesmos resultados sido verificados neste trabalho, a opção, no caso da selecção de um só parâmetro, recai sobre a velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por TDI pois permite obter registos de boa qualidade em mais de 95% dos doentes, ou seja, é o parâmetro mais apropriado aquando da presença de janelas ecocardiográficas de qualidade inferior<sup>18</sup>.

A velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por TDI correlaciona-se significativamente com a fracção de ejeção do VD avaliada por ventriculografia

radioisotópica e seu valor inferior a 11,5 cm/s prevê disfunção do VD (fracção de ejeção inferior a 45%), com uma sensibilidade de 90% e uma especificidade de 85%. Como referido anteriormente, este parâmetro tem muitas vantagens: é de rápida execução, não invasivo, pouco oneroso, amplamente disponível e relativamente independente da qualidade da janela acústica<sup>18</sup>. A principal desvantagem desta abordagem é a utilização de um único plano para a avaliação da função do VD não contemplando eventuais alterações apenas visíveis em outros planos, bem como a dependência das condições de carga<sup>18,50</sup>.

Apesar de ainda não recomendado por rotina, o estudo da deformação miocárdica tem um valor teórico acrescido em relação à TAPSE, à velocidade da onda S do anel tricúspide obtida por TDI ou à Fracção da Área de Encurtamento do VD pois também permite a análise regional da contractilidade do VD. Além disso, identifica as alterações subclínicas e localizadas na contractilidade, ainda insuficientes para afectar a função sistólica global e, portanto, tem potenciais implicações de diagnóstico e prognóstico. Mais do que a estimativa grosseira da função do VD global fornecida pela TAPSE, pela velocidade da onda S do anel tricúspide por TDI e pela Fracção da Área de Encurtamento do VD, com estes métodos é possível avaliar a função miocárdica regional do VD e adquirir mais informações sobre os mecanismos fisiopatológicos responsáveis pela sua falência<sup>12</sup>. Quer por *Doppler Tecidual*, quer por *2D-Speckle Tracking*, os parâmetros de deformação não são significativamente afectados pelas condições de carga ou de volume e têm uma reprodutibilidade aceitável<sup>15,59,60</sup>. Avanços em ecocardiografia, como a ecocardiografia tridimensional (3D) e o *Strain* 3D (3DSTE), poderão levar a uma forma mais fácil, mais abrangente e mais reprodutível de avaliação da função das cavidades cardíacas direitas<sup>10</sup>.

O presente trabalho apresenta algumas limitações, como o facto de não ter sido considerada a influência da terapêutica, raça ou prática de exercício físico na caracterização da amostra e analisadas as suas eventuais repercussões na função sistólica do VD.

Para além da referida, outra limitação está relacionada com a realização dos ecocardiogramas por sete operadores, apesar de todos possuírem experiência nível III em ecocardiografia segundo as recomendações da Associação Europeia de Ecocardiografia<sup>25</sup>, utilizando dois ecógrafos. Contudo, por se tratarem de ecógrafos e sondas da mesma marca e com as mesmas características técnicas, associado ao rigoroso controlo de qualidade prestado pela empresa representante dos

equipamentos, contribuiu para que não existisse variabilidade significativa dos resultados entre os mesmos. Outra limitação foi o facto de não ter sido realizado estudo de variabilidade intra e inter-observador para os diferentes parâmetros.

Sugere-se, assim, a realização de outros trabalhos que circunscrevam as limitações apresentadas e que tenham em atenção que neste trabalho, à semelhança de outros estudos realizados, o *software* de análise *Strain 2D* que foi originalmente projectado para o VE foi aplicado ao VD, assumindo que o algoritmo pode ser transferido.

Neste trabalho não se procedeu, propositadamente, a uma análise mais exaustiva da deformação miocárdica do VD, nomeadamente com o estudo da componente radial e circunferencial, analisando-se somente a correlação do *strain* longitudinal e os restantes parâmetros ecocardiográficos, por ser este o que melhor traduz a contracção ventricular direita e pelo facto de serem necessários mais estudos que validem a reprodutibilidade e exequibilidade do *software* de análise de *Strain* Bidimensional do VE para o VD<sup>1,4,5,9</sup>.

## Referências bibliográficas

1. Jurcut R, Giusca S, La Gerche A, Vasile S, Ghingina C, Voigt JU. The echocardiographic assessment of the right ventricle: what to do in 2010? *European Journal of Echocardiography*. 2010;11:81-96.
2. Sanz J, Fernández-Friera L, Moral S. Imaging Techniques and the Evaluation of the Right Heart and the Pulmonary Circulation. *Revista Española de Cardiología*. 2010;63(2):209-23.
3. Mertens LL, Friedberg MK. Imaging the right ventricle – current state of the art. *Nature Reviews Cardiology*. 2010;7:551-563.
4. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, Solomon SD, Louie EK, Schiller NB. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2010;23:685-713.
5. Ho SY, Nihoyannopoulos P. Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. *Heart*. 2006;92:i2-i13.
6. Cardim N. *Ecocardiografia Transtorácica*. Lisboa: Lidel; 2009.
7. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. 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. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2005;18:1440-1463.
8. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right Ventricular Function in Cardiovascular Disease, Part I – Anatomy, Physiology, Aging, and Functional Assessment of the Right Ventricle. *Circulation* 2008;117:1436-1448.
9. Feigenbaum H, Armstrong W, Ryan T. *Feigenbaum's Echocardiography*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2005.
10. Galiuto L, Badano L, Fox K, Sicar R, Zamorano JL. *The EAE textbook of Echocardiography*. New York: Oxford University Press, European Society of Cardiology; 2011.
11. Herzog E, Chaudhry FA. *Echocardiography in Acute Coronary Syndrome – Diagnosis, Treatment and Prevention*. Springer-Verlag London Limited, 2009.
12. Meris A, Faletra F, Conca C, Klersy C, Regoli F, Klimusina J, Penco M, Pasotti E, Pedrazzini GB, Moccetti T, Auricchio A. Timing and Magnitude of Regional Right Ventricular Function: A Speckle Tracking-Derived Strain Study of Normal Subjects and Patients with Right Ventricular Dysfunction. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2010; 23 (8): 823-831.

13. Naito H, Arisama J, Harada K, Yamagami H, Kozuka T, Tamupa S. *British Heart Journal* 1995;74:186-191.
14. Otto CM. *Textbook of Clinical Echocardiography*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.
15. Horton KD, Meece RW, Hill JC. Assessment of the Right Ventricle by Echocardiography: A Primer for Cardiac Sonographers. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2009;22:776-792.
16. Feneck R, Kneeshaw J, Ranucci M. *Core Topics in Transesophageal Echocardiography*. United States of América: Cambridge University Press; 2010.
17. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, Galderisi M, Marwick T, Nagueh SF, Sengupta PP, Sicari R, Smiseth OA, Smulevitz B, Takeuchi M, Thomas JD, Vannan M, Voigt J-U, Zamorano JL. 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. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2011;24:277-313.
18. Meluzín J, Spinarova L, Bakala J, Toman J, Krejci J, Hude P, Kára T, Soucek M. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion. A new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *European Heart Journal* 2001;22(4):340-348.
19. Geyer H, Caracciolo G, Abe H, Wilansky S, Carej S, Gentile F, Nesser HJ, Khandheria B, Narula J, Sengupta PP. Assessment of Myocardial Mechanics Using Speckle Tracking Echocardiography: Fundamentals and Clinical Applications. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2010;23(4):351-369.
20. Nihoyannopoulos P, Kisslo J. *Echocardiography*. Springer-Verlag London Limited; 2009.
21. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Understanding youth (Internet). UNESCAP; 2000 (citado 2011 Setembro 5). Available from: <http://www.unescap.org/esid/hds/pubs/2286/s1.pdf>
22. Fortin MF. *O processo de investigação: da concepção à realização*. Loures: Lusociência; 2000.
23. Mosteller RD. Simplified Calculation of Body Surface Area. *New England Journal of Medicine* 1987;317(17):1098.
24. World Health Organization. Global Database on Body Mass Index (Internet). WHO; 2006 (citado 2011 Setembro 2). Available from: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)
25. 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.

26. Lindqvist P, Calcuttea A, Henein M. Echocardiography in the assessment of right heart function. *European Journal of Echocardiography* 2008;9(2):225-234.
27. Santos AL. A importância da Ética na Investigação. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2004;23(4):627-644.
28. Nogueira P, Oliveira ALS, Girfa JA, Leite R. Elementos Estatísticos: Informação Geral: Saúde / 2008. Lisboa: Direcção-Geral da Saúde; 2010.
29. Senior R, Becher H, Monaghan M, Agati L, Zamorano J, Vanoverschelde JL, Nihoyannopoulos P. Contrast echocardiography: evidence-based recommendations by European Association of Echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10:194-212.
30. Matias A, Mateus P, Ribeiro H, Moreira JI. Correlação de diferentes parâmetros na determinação da função do ventrículo direito. *Comunicação Oral Congresso Português de Cardiologia* 2010.
31. Kukulski T, Hubbert L, Arnold M, Wranne B, Hatle L, Sutherland GR. Normal Regional Right Ventricular Function and Its Change with Age: A Doppler Myocardial Imaging Study. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2000;13:194-204.
32. Pinedo M, Villacorta E, Tapia C, Arnold R, López J, Revilla A, Gómez I, Fulquet E, San Román JA. Inter-and Intra-Observer Variability in the Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Function. *Revista Española de Cardiología* 2010;63(7):802-9.
33. López-Candales A, Rajagopalan N, Saxena N, Gulyasy B, Edelman K, Bazaz R. Right Ventricular Systolic Function Is Not the Sole Determinant of Tricuspid Annular Motion. *American Journal of Cardiology* 2006;98(7):973-977.
34. Martins SR, Marques JS, Jorge C, Silva D, Carrilho-Ferreira P, Gonçalves S, Ribeiro S, Santos L, Almeida AG, Diogo AN. Impacto da Deformação Sistólica Ventricular Direita Longitudinal na capacidade funcional em doentes com Hipertensão Arterial Pulmonar. *Revista Portuguesa de Cardiologia* 2011;30:1-80.
35. Jategaonkar SR, Scholtz W, Butz T, Bogunovic N, Faber L, Horstkotte D. Two-dimensional strain and strain rate imaging of the right ventricle in adult patients before and after percutaneous closure of atrial septal defects. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10:499-502.
36. D'Andrea A, Caso P, Bossone E, Scarafile R, Riegler L, Di Salvo G, Gravino R, Cocchia R, Castaldo F, Salerno G, Golia E, Limongelli G, De Corato G, Cuomo S, Pacileo G, Russo MG, Calabrò R. Right ventricular myocardial involvement in either physiological or pathological left ventricular hypertrophy: an ultrasound speckle-tracking two-dimensional strain analysis. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11:492-500.
37. Teske AJ, De Boeck BWL, Olimulder M, Prakken N, Doevendans PAF, Cramer MJ. Echocardiographic Assessment of Regional Right Ventricular Function: A Head-to-head Comparison Between 2-Dimensional and Tissue Doppler – derived Strain Analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2008;21(3):275-283.

38. Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Bailey KR, McGoon MD, Tajik AJ, Seward SB. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *Journal of the American Society of Echocardiography* 1996;9(6):838-47.
39. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2004;7:443-447.
40. Vonk MC, Sander MH, van den Hoogen FHJ, van Riel PLCM, Verheugt FWA, van Dijk APJ. Right ventricle Tei-index: A tool to increase the accuracy of non-invasive detection of pulmonary arterial hypertension in connective tissue diseases. *European Journal of Echocardiography* 2007;8(5):317-321.
41. Tekten T, Onbasili AO, Ceyhan C, Unal S, Discigil B. Novel Approach to Measure Myocardial Performance Index: Pulsed-Wave Tissue Doppler Echocardiography. *Echocardiography* 2003;20:503-510.
42. Lindqvist P, Henein M, Kazzam E. Right ventricular outflow-tract fractional shortening: an applicable measure of right ventricular systolic function. *European Journal of Echocardiography* 2003;4(1):29-35.
43. Lindqvist P, Waldenstrom A, Henein M, Morner S, Kazzam E. Regional and global right ventricular function in healthy individuals aged 20-90 years: a pulsed Doppler tissue imaging study Umea general population heart study. *Echocardiography* 2005;22:305-314.
44. Kjaergaard J, Sogaard P, Hassager C. Quantitative Echocardiographic Analysis of the Right Ventricle in Healthy Individuals. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2006;19:1365-1372.
45. Alam M, Wardell J, Andersson E, Samad BA, Nordlander R. Characteristics of Mitral and Tricuspid Annular Velocities Determined by Pulsed Wave Doppler Tissue Imaging in Healthy Subjects. *Journal of the American Society of Echocardiography* 1999;12:618-28.
46. Innelli P, Esposito R, Olibet M, Nistri S, Galderisi M. The impact of ageing on right ventricular longitudinal function in healthy subjects: a pulsed tissue Doppler study. *European Journal of Echocardiography* 2009;10(4):491-498.
47. Lamia B, Teboul JL, Monnet X, Richard C, Chemla D. Relationship between the tricuspid annular plane systolic excursion and right and left ventricular function in critically ill patients. *Intensive Care Medicine*. 2007;33:2143-2149.
48. Lichodziejewska B, Kurnicka K, Ciurzynski M, Grudzka K, Lisik W, Wierzbicki Z, Rzewuska-Lech E, Liszewska-Pfejfer D. Echocardiographic assessment of right ventricle function in young persons with morbid obesity. *European Journal of Echocardiography Abstracts Supplement* 2006; S177.
49. Bleeker GB, Steendijk P, Holman ER, Yu C-M, Breithardt OA, Kaandorp TAM, Schalij MJ, Van der Wall EE, Nihoyannopoulos P, Bax JJ. Assessing right ventricular function: the role of echocardiography and complementary Technologies. *Heart* 2006;92:i19-i26.

50. Sheehan F, Redington A. The right ventricle: anatomy, physiology and clinical imaging. *Heart* 2008;94:1510-1515.
51. Burgess MI, Bright-Thomas RJ, Ray SG. Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Function. *European Journal of Echocardiography* 2002;3:252-262.
52. Calleja AM, Jiamsripong P, Alhartthi MS, Cha S, Cho EJ, McMahon EM, Mookadam F, Khandheria BK, Belohlavek M. Correlation of Automated Function Imaging (AFI) to Conventional Strain Analyses of Regional and Global Right Ventricular Function. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2009;22(9):1031-1039.
53. Hammarstrom E, Wranne B, Pinto FJ, Puryear J, Popp RL. Tricuspid annular motion. *Journal of the American Society of Echocardiography* 1991;4(2):131-9.
54. Ueti OM, Camargo EE, Ueti AA, Lima-Filho EC, Nogueira EA. Assessment of right ventricular function with Doppler echocardiographic indices derived from tricuspid annular motion: comparison with radionuclide angiography. *Heart* 2002;88:244-248.
55. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *American Heart Journal* 1984;107(3):526-31.
56. Anavekar NS, Gerson D, Skali H, Kwong RY, Yucel EK, Solomon SD. Two-Dimensional Assessment of Right Ventricular Function: An Echocardiographic-MRI Correlative Study. *Echocardiography* 2007;24:452-456.
57. Koestenberger M, Ravekes W, Everett AD, Stueger HP, Heinzl B, Gamillscheg A, Cvirn G, Boysen A, Fandl A, Nagel B. Right Ventricular Function in Infants, Children and Adolescents: Reference Values of the Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) in 640 Healthy Patients and Calculation of z Score Values. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2009;22(6):715-719.
58. Magalhães A, Almeida AG, Marques JS, Silva D, David C, Amaro MJ, Martins S, Maurício AR, Prata S, Diogo AN. A excursão do anel tricúspide avaliada por ecocardiografia é um índice sensível de função ventricular direita. Comparação com a ressonância magnética. *Revista Portuguesa de Cardiologia* 2011;30:1-24.
59. Gondi S, Dokainish H. Right ventricular tissue Doppler imaging and strain imaging: ready for clinical use? *Echocardiography* 2007;24:522-32.
60. Vitarelli A, Terzano C. Do we have two hearts? New insights in right ventricular function supported by myocardial imaging echocardiography. *Heart Failure Reviews* 2010;15:39-61.

## Apêndice I

### Protocolo para estudo do VD em Ecocardiogramas Normais

#### Centro Cardiovascular

Este protocolo aplica-se a todos os ecocardiogramas normais realizados no período compreendido entre 1 de Março e 30 de Junho de 2011.

Será necessário apenas o arquivo de imagens nos planos e nas condições a seguir descritas uma vez que as medições serão feitas posteriormente por um só operador. Arquivar o exame com o Código: "Estudo VD".

#### PEEL

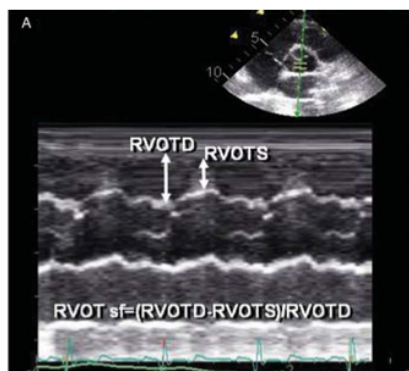
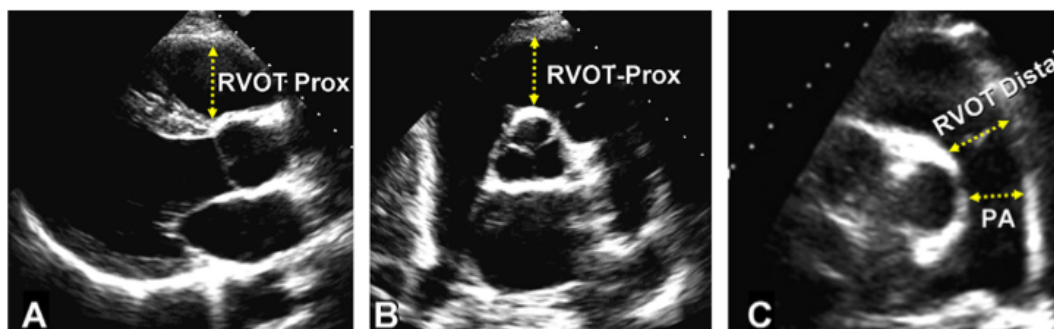
- Imagem 2D em movimento com visualização do endocárdio do VD (imagem A).

#### PEEC (vasos da base)

- Imagem 2D em movimento com VAo ao centro (imagem B).

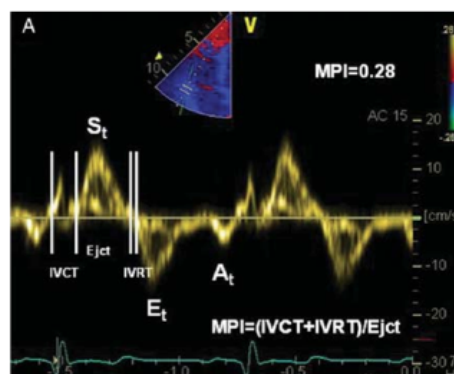
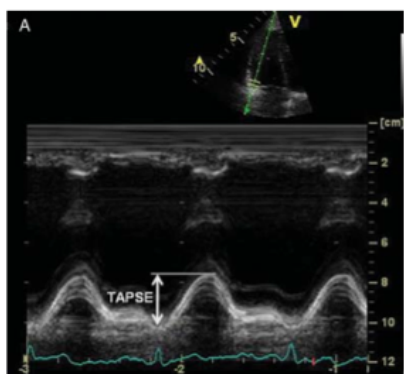
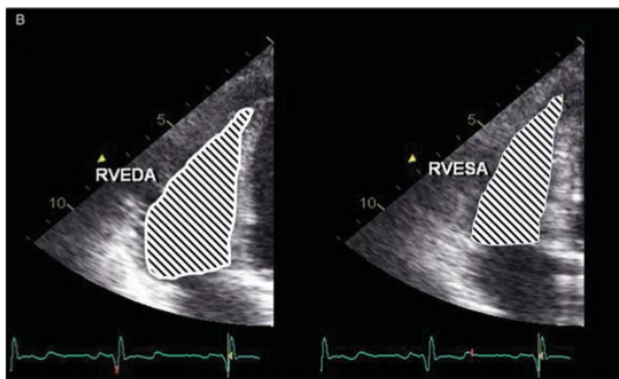
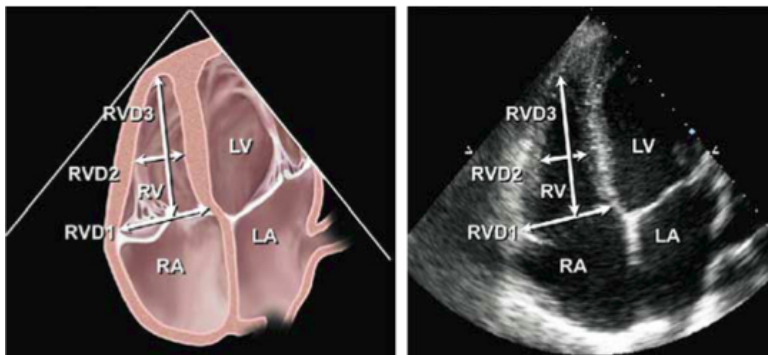
- Imagem 2D em movimento direccionada para o Tronco da Artéria Pulmonar (imagem C).

- Imagem Modo M interceptando a VAo que está no centro com um varrimento de 50mm/s (imagem Modo M).



## Apical 4C

- Imagem 2D em movimento com melhor definição possível do endocárdio do VD e tentando centrar o VD na imagem.
- Imagem Modo M do anel tricúspide ao nível da parede livre do VD com um varrimento de 50mm/s.
- Imagem *Doppler* Tecidual do anel tricúspide ao nível da parede livre do VD em que seja visualizável quer a componente sistólica quer a diastólica.
- Imagem 2D em movimento direccionada somente para o VD com FR > 90 *frames/s* (diminuição do ângulo do sector, ajuste da profundidade, botão *Frame Rate*).
- Imagem 2D em movimento, com *Doppler* Tecidual Cor, direccionada somente para o VD com FR > 150 *frames/s* (diminuição do ângulo do sector e ajuste da profundidade).



## Apêndice II

### Correlações

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,157**	,137**	-,043	,155**	-,021	-,056	-,118**	-,006	-,048	-,068	,053	-,022	-,129**	,031	-,002	-,101
	Sig. (2-tailed)		,002	,006	,395	,002	,683	,267	,018	,906	,340	,174	,289	,661	,010	,532	,964	,043
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
TAPSE	Pearson Correlation	,157**	1	,467**	-,097	,066	-,102*	-,095	-,021	-,052	-,075	-,103*	-,121*	-,194**	-,144**	-,037	-,131**	-,211**
	Sig. (2-tailed)	,002		,000	,053	,188	,042	,058	,674	,296	,134	,040	,016	,000	,004	,459	,009	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,137**	,467**	1	,022	,093	-,100*	-,126**	-,107**	-,122**	-,174**	-,199**	-,104*	-,134**	-,238**	-,088	-,135**	-,341**
	Sig. (2-tailed)	,006	,000		,663	,063	,046	,012	,033	,015	,000	,000	,038	,007	,000	,080	,007	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
IPM	Pearson Correlation	-,043	-,097	,022	1	,041	,066	,060	,044	,034	,006	,024	,053	-,005	,048	-,019	-,016	-,025
	Sig. (2-tailed)	,395	,053	,663		,416	,190	,228	,385	,492	,903	,628	,290	,928	,337	,711	,751	,618
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
RVFAC	Pearson Correlation	,155**	,066	,093	,041	1	-,064	-,072	-,026	-,109**	-,180**	-,127**	-,081	-,032	,044	-,036	-,090	,017
	Sig. (2-tailed)	,002	,188	,063	,416		,205	,149	,602	,029	,000	,011	,107	,528	,385	,469	,072	,735
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-,021	-,102*	-,100*	,066	-,064	1	,796**	,064	,551**	,542**	,068	,247**	,276**	,103*	,084	,284**	,108
	Sig. (2-tailed)	,683	,042	,046	,190	,205		,000	,203	,000	,000	,177	,000	,039	,092	,000	,031	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-,056	-,095	-,126**	,060	-,072	,796**	1	,571**	,296**	,612**	,357**	,076	,343**	,200**	-,059	,271**	,167**
	Sig. (2-tailed)	,267	,058	,012	,228	,149	,000		,000	,000	,000	,000	,127	,000	,243	,000	,001	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-,118**	-,021	-,107**	,044	-,026	,064	,571**	1	-,230**	,234**	,580**	-,172**	,121*	,316**	-,175**	-,002	,236**
	Sig. (2-tailed)	,018	,674	,033	,385	,602	,203	,000		,000	,000	,000	,001	,015	,000	,964	,000	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	-,006	-,052	-,122**	,034	-,109*	,551**	,296**	-,230**	1	,688**	,081	,251**	,157**	-,009	,184**	,263**	,038
	Sig. (2-tailed)	,906	,296	,015	,492	,029	,000	,000	,000		,000	,107	,000	,002	,855	,000	,000	,453
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-,048	-,075	-,174**	,006	-,180**	,542**	,612**	,234**	,688**	1	,453**	,133**	,288**	,094	,053	,300**	,136**
	Sig. (2-tailed)	,340	,134	,000	,903	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,008	,000	,061	,294	,000	,006
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-,068	-,103*	-,199**	,024	-,127	,068	,357**	,580**	,081	,453**	1	-,057	,113	,237**	-,066	,064	,232**
	Sig. (2-tailed)	,174	,040	,000	,628	,011	,177	,000	,000	,107	,000		,256	,024	,000	,187	,199	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain TDI basal	Pearson Correlation	,053	-,121*	-,104*	,053	-,081	,247**	,076	-,172**	,251**	,133**	-,057	1	,014	,029	,513**	,175**	,088
	Sig. (2-tailed)	,289	,016	,038	,290	,107	,000	,127	,001	,000	,008	,256		,773	,564	,000	,000	,076
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-,022	-,194**	-,134**	-,005	-,032	,276**	,343**	,121*	,157**	,288**	,113	,014	1	,170**	-,052	,646**	,092
	Sig. (2-tailed)	,661	,000	,007	,928	,528	,000	,000	,015	,002	,000	,024	,773		,001	,296	,000	,065
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-,129**	-,144**	-,238**	,048	,044	,103	,200**	,316**	-,009	,094	,237**	,029	,170**	1	-,022	,039	,672**
	Sig. (2-tailed)	,010	,004	,000	,337	,385	,039	,000	,000	,855	,061	,000	,564	,001		,665	,431	,000
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	,031	-,037	-,088	-,019	-,036	,084	-,059	-,175**	,184**	,053	-,066	,513**	-,052	-,022	1	-,026	-,011
	Sig. (2-tailed)	,532	,459	,080	,711	,469	,092	,243	,000	,000	,294	,187	,000	,296	,665		,598	,823
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-,002	-,131**	-,135**	-,016	-,090	,284**	,271**	-,002	,263**	,300**	,064	,175**	,646**	,039	-,026	1	-,006
	Sig. (2-tailed)	,964	,009	,007	,751	,072	,000	,000	,964	,000	,000	,199	,000	,000	,431	,598		,866
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-,101*	-,211**	-,341**	-,025	,017	,108	,167**	,238**	,038	,138**	,232**	,089	,092	,672**	-,011	-,008	1
	Sig. (2-tailed)	,043	,000	,000	,618	,735	,031	,001	,000	,453	,006	,000	,076	,065	,000	,823	,869	
	N	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

# Apêndice III

## Correlações - idade inferior a 65 anos

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,152*	,138*	-,037	,161**	-,011	-,062	-,143**	,026	-,052	-,066	,072	-,043	-,124*	,047	-,029	-,112*
	Sig. (2-tailed)		,005	,011	,503	,003	,840	,257	,008	,637	,341	,226	,186	,427	,023	,385	,591	,040
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
TAPSE	Pearson Correlation	,152**	1	,469**	-,114*	,045	-,076	-,104	-,076	-,015	-,065	-,129**	-,103	-,211**	-,126*	-,028	-,125*	-,203*
	Sig. (2-tailed)	,005		,000	,037	,406	,162	,056	,161	,781	,232	,017	,058	,000	,020	,612	,021	,000
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,138*	,469**	1	-,012	,068	-,099	-,141**	-,149**	-,081	-,161**	-,207**	-,096	-,161**	-,215**	-,050	-,139*	-,347**
	Sig. (2-tailed)	,011	,000		,831	,214	,070	,009	,006	,139	,003	,000	,077	,003	,000	,357	,011	,000
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
IPM	Pearson Correlation	-,037	-,114*	-,012	1	,001	,068	,058	,046	,011	-,006	,045	,042	-,005	,043	-,017	-,015	-,023
	Sig. (2-tailed)	,503	,037	,831		,978	,210	,285	,402	,847	,917	,405	,439	,929	,433	,759	,779	,671
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
RVFAC	Pearson Correlation	,161**	,045	,068	,001	1	-,045	-,053	-,030	-,120*	-,168**	-,099	-,070	-,025	,039	-,022	-,094	,014
	Sig. (2-tailed)	,003	,406	,214	,978		,409	,328	,587	,027	,002	,068	,199	,650	,476	,692	,085	,801
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-,011	-,076	-,099	,068	-,045	1	,789**	,039	,567**	,540**	,055	,262**	,286**	,109*	,101	,297**	,093
	Sig. (2-tailed)	,840	,162	,070	,210	,409		,000	,477	,000	,000	,309	,000	,000	,045	,063	,000	,087
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-,062	-,104	-,141**	,058	-,053	,789**	1	,559**	,312**	,616**	,347**	,067	,358**	,205**	-,053	,277**	,155**
	Sig. (2-tailed)	,257	,056	,009	,285	,328	,000		,000	,000	,000	,000	,218	,000	,000	,336	,000	,004
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-,143**	-,076	-,149**	,046	-,030	,039	,559**	1	-,239**	,227**	,586**	-,206**	,128*	,324**	-,167**	-,025	,240**
	Sig. (2-tailed)	,008	,161	,006	,402	,587	,477	,000		,000	,000	,000	,018	,000	,002	,642	,000	
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	,026	-,015	-,081	,011	-,120*	,567**	,312**	-,239**	1	,693**	,056	,253**	,190**	-,031	,171**	,289**	,010
	Sig. (2-tailed)	,637	,781	,139	,847	,027	,000	,000	,000		,000	,302	,000	,000	,575	,002	,000	,852
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-,052	-,065	-,161**	-,006	-,168**	,540**	,616**	,227**	,693**	1	,428**	,113*	,315**	,095	,026	,323**	,122**
	Sig. (2-tailed)	,341	,232	,003	,917	,002	,000	,000	,000	,000		,000	,038	,000	,082	,633	,000	,025
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-,066	-,129**	-,207**	,045	-,099	,055	,347**	,586**	,056	,428**	1	-,091	,114*	,237**	-,095	,052	,226**
	Sig. (2-tailed)	,226	,017	,000	,405	,068	,309	,000	,000	,302	,000		,095	,037	,000	,082	,338	,000
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain TDI basal	Pearson Correlation	,072	-,103	-,096	,042	-,070	,262**	,067	-,206**	,253**	,113*	-,091	1	,027	,017	,517**	,169**	,076
	Sig. (2-tailed)	,186	,058	,077	,439	,199	,000	,218	,000	,000	,038	,095		,618	,754	,000	,002	,162
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-,043	-,211**	-,161**	-,005	-,025	,286**	,358**	,128*	,190**	,315**	,114*	,027	1	,187**	-,058	,669**	,099
	Sig. (2-tailed)	,427	,000	,003	,929	,650	,000	,000	,018	,000	,000	,037	,618		,001	,287	,000	,070
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-,124*	-,126*	-,215**	,043	,039	,109*	,205**	,324**	-,031	,095	,237**	,017	,187**	1	-,023	,027	,676**
	Sig. (2-tailed)	,023	,020	,000	,433	,476	,045	,000	,000	,575	,082	,000	,754	,001		,670	,625	,000
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	,047	-,028	-,050	-,017	-,022	,101	-,053	-,167**	,171**	,026	-,095	,517**	-,058	-,023	1	-,035	-,014
	Sig. (2-tailed)	,385	,612	,357	,759	,692	,063	,336	,002	,002	,633	,082	,000	,287	,670		,524	,792
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-,029	-,125*	-,139*	-,015	-,094	,297**	,277**	-,025	,289**	,323**	,052	,169**	,669**	,027	-,035	1	-,022
	Sig. (2-tailed)	,591	,021	,011	,779	,085	,000	,000	,642	,000	,000	,338	,002	,000	,625	,524		,687
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-,112*	-,203**	-,347**	-,023	,014	,093	,155**	,240**	,010	,122**	,226**	,076	,099	,676**	-,014	-,022	1
	Sig. (2-tailed)	,040	,000	,000	,671	,801	,087	,004	,000	,852	,025	,000	,162	,070	,000	,792	,687	
	N	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Correlações - idade igual ou superior a 65 anos

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,200	,149	-,067	,114	-,097	-,034	,003	-,204	-,031	-,083	-,110	,118	-,163	-,103	,199	-,037
	Sig. (2-tailed)		,120	,246	,605	,378	,454	,795	,981	,112	,813	,520	,393	,360	,206	,427	,121	,773
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
TAPSE	Pearson Correlation	,200	1	,457*	-,049	,199	-,210	-,003	,254*	-,234	-,109	,055	-,237	-,097	-,240	-,088	-,153	-,246
	Sig. (2-tailed)	,120		,000	,706	,120	,102	,983	,046	,067	,401	,670	,064	,452	,061	,498	,236	,054
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,149	,457*	1	,127	,223	-,081	-,033	,064	-,290*	-,219	-,170	-,148	-,014	-,351**	-,300*	-,115	-,339**
	Sig. (2-tailed)	,246	,000		,324	,081	,534	,800	,623	,022	,087	,186	,252	,913	,005	,018	,373	,007
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
IPM	Pearson Correlation	-,067	-,049	,127	1	,259*	,096	,119	,052	,175	,085	-,084	,160	-,004	,080	-,014	,004	,017
	Sig. (2-tailed)	,605	,706	,324		,042	,458	,355	,690	,173	,511	,517	,215	,974	,538	,911	,977	,897
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
RVFAC	Pearson Correlation	,114	,199	,223	,259*	1	-,215	-,229	-,024	-,064	-,267*	-,305**	-,191	-,074	,069	-,165	-,087	-,006
	Sig. (2-tailed)	,378	,120	,081	,042		,094	,074	,855	,620	,036	,016	,137	,567	,595	,199	,501	,961
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-,097	-,210	-,081	,096	-,215	1	,828**	,175	,441**	,540**	,142	,105	,216	,065	-,077	,157	,163
	Sig. (2-tailed)	,454	,102	,534	,458	,094		,000	,173	,000	,000	,272	,415	,092	,616	,552	,224	,204
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-,034	-,003	-,033	,119	-,229	,828**	1	,639**	-,175	,581**	,422**	-,121	,260	,168	-,143	,200	,198
	Sig. (2-tailed)	,795	,983	,800	,355	,074	,000		,000	,174	,000	,001	,350	,041	,193	,266	,119	,123
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain 2D apical	Pearson Correlation	,003	,254*	,064	,052	-,024	,175	,639**	1	-,200	,261*	,557**	,030	,088	,283*	-,251*	,132	,222
	Sig. (2-tailed)	,981	,046	,623	,690	,855	,173	,000		,120	,040	,000	,819	,497	,026	,049	,308	,082
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	-,204	-,234	-,290*	,175	-,064	,441**	,175	-,200	1	,651**	,230	,234	-,047	,116	,279*	,061	,233
	Sig. (2-tailed)	,112	,067	,022	,173	,620	,000	,174	,120		,000	,072	,067	,716	,368	,028	,640	,069
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-,031	-,109	-,219	,085	-,267*	,540**	,581**	,261*	,651**	1	,610**	,285*	,118	,086	,245	,128	,240
	Sig. (2-tailed)	,813	,401	,087	,511	,036	,000	,000	,040	,000		,000	,025	,360	,504	,055	,320	,060
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-,083	,055	-,170	-,084	-,305**	,142	,422**	,557**	,230	,610**	1	,230	,105	,234	,167	,158	,294*
	Sig. (2-tailed)	,520	,670	,186	,517	,016	,272	,001	,000	,072	,000		,072	,416	,067	,196	,221	,020
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain TDI basal	Pearson Correlation	-,110	-,237	-,148	,160	-,191	,105	,121	,030	,234	,285*	,230	1	-,096	,125	,461**	,222	,186
	Sig. (2-tailed)	,393	,064	,252	,215	,137	,415	,350	,819	,067	,025	,072		,459	,334	,000	,083	,149
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	,118	-,097	-,014	-,004	-,074	,216	,260*	,088	-,047	,118	,105	-,096	1	,061	-,004	,472**	,044
	Sig. (2-tailed)	,360	,452	,913	,974	,567	,092	,041	,497	,716	,360	,416	,459		,640	,973	,000	,734
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-,163	-,240	-,351**	,080	,069	,065	,168	,263*	-,116	,086	,234	-,125	,061	1	-,012	,136	,705**
	Sig. (2-tailed)	,206	,061	,005	,538	,595	,616	,193	,026	,368	,504	,067	,334	,640		,925	,293	,000
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	-,103	-,088	-,300*	-,014	-,165	-,077	-,143	-,251*	,279*	,245	,167	,461**	-,004	-,012	1	,038	-,019
	Sig. (2-tailed)	,427	,498	,018	,911	,199	,552	,286	,049	,028	,055	,196	,000	,973	,925		,768	,881
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	,199	-,153	-,115	,004	-,087	,157	,200	,132	,061	,128	,158	,222	,472**	,136	,038	1	,082
	Sig. (2-tailed)	,121	,236	,373	,977	,501	,224	,119	,308	,640	,320	,221	,083	,000	,293	,768		,526
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-,037	-,246	-,339**	,017	-,006	,163	,198	,222	,233	,240	,294*	,186	,044	,705**	-,019	,082	1
	Sig. (2-tailed)	,773	,054	,007	,897	,961	,204	,123	,082	,069	,060	,020	,149	,734	,000	,881	,526	
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Correlações - Sexo feminino

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	.173 <sup>**</sup>	.097	-.029	.120	-.054	-.065	-.102	-.018	-.025	-.075	.017	.030	-.123	.024	.038	-.142 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)		.008	.138	.662	.065	.409	.323	.117	.783	.697	.253	.791	.648	.059	.713	.566	.029
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
TAPSE	Pearson Correlation	.173 <sup>**</sup>	1	.487 <sup>**</sup>	-.069	.065	-.077	-.045	-.019	-.109	-.078	-.102	-.141 <sup>*</sup>	-.258 <sup>**</sup>	-.170 <sup>**</sup>	-.036	-.223 <sup>**</sup>	-.229 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.008		.000	.292	.320	.240	.487	.777	.095	.233	.118	.030	.000	.009	.580	.001	.000
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	.097	.487 <sup>**</sup>	1	.013	.093	-.189 <sup>**</sup>	-.171 <sup>**</sup>	-.114	-.190 <sup>**</sup>	-.185 <sup>**</sup>	-.237 <sup>**</sup>	-.192 <sup>**</sup>	-.228 <sup>**</sup>	-.273 <sup>**</sup>	-.115	-.230 <sup>**</sup>	-.371 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.138	.000		.837	.155	.004	.008	.080	.003	.004	.000	.003	.000	.000	.077	.000	.000
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
IPM	Pearson Correlation	-.029	-.069	.013	1	.044	.066	.059	.061	.042	-.002	.040	.046	-.017	.112	-.091	.010	.022
	Sig. (2-tailed)	.662	.292	.837		.502	.309	.366	.351	.524	.974	.541	.485	.795	.086	.161	.879	.738
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
RVFAC	Pearson Correlation	.120	.065	.093	.044	1	-.081	-.086	-.022	-.053	-.131 <sup>*</sup>	-.098	-.119	.014	.048	.006	-.037	.023
	Sig. (2-tailed)	.065	.320	.155	.502		.215	.188	.734	.418	.045	.133	.068	.831	.465	.931	.577	.726
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-.054	-.077	-.189 <sup>**</sup>	.066	-.081	1	.795 <sup>**</sup>	.185 <sup>**</sup>	.511 <sup>**</sup>	.532 <sup>**</sup>	.158 <sup>**</sup>	.252 <sup>**</sup>	.287 <sup>**</sup>	.143 <sup>*</sup>	.140 <sup>*</sup>	.289 <sup>**</sup>	.180 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.409	.240	.004	.309	.215		.000	.004	.000	.000	.015	.000	.028	.032	.000	.005	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-.065	-.045	-.171 <sup>**</sup>	.059	-.086	.795 <sup>**</sup>	1	.659 <sup>**</sup>	.255 <sup>**</sup>	.623 <sup>**</sup>	.423 <sup>**</sup>	.103	.363 <sup>**</sup>	.198 <sup>**</sup>	-.029	.308 <sup>**</sup>	.190 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.323	.487	.008	.366	.188	.000		.000	.000	.000	.000	.113	.000	.002	.653	.000	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-.102	-.019	-.114	.061	-.022	.185 <sup>**</sup>	.659 <sup>**</sup>	1	-.189 <sup>**</sup>	.336 <sup>**</sup>	.583 <sup>**</sup>	-.096	.156 <sup>*</sup>	.279 <sup>**</sup>	-.188 <sup>**</sup>	.102	.221 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.117	.777	.080	.351	.734	.004	.000		.004	.000	.000	.141	.016	.000	.004	.118	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	-.018	-.109	-.190 <sup>**</sup>	.042	-.053	.511 <sup>**</sup>	.255 <sup>**</sup>	-.189 <sup>**</sup>	1	.629 <sup>**</sup>	.082	.232 <sup>**</sup>	.169 <sup>**</sup>	-.013	.247 <sup>**</sup>	.241 <sup>**</sup>	.071
	Sig. (2-tailed)	.783	.095	.003	.524	.418	.000	.000	.004		.000	.211	.000	.009	.844	.000	.000	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-.025	-.078	-.185 <sup>**</sup>	-.002	-.131 <sup>*</sup>	.532 <sup>**</sup>	.623 <sup>**</sup>	.336 <sup>**</sup>	.629 <sup>**</sup>	1	.522 <sup>**</sup>	.148 <sup>*</sup>	.320 <sup>**</sup>	.091	.082	.325 <sup>**</sup>	.173 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.697	.233	.004	.974	.045	.000	.000	.000	.000		.000	.023	.000	.164	.208	.000	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-.075	-.102	-.237 <sup>**</sup>	.040	-.098	.158 <sup>**</sup>	.423 <sup>**</sup>	.583 <sup>**</sup>	.082	.522 <sup>**</sup>	1	.001	.231 <sup>**</sup>	.194 <sup>**</sup>	-.108	.202 <sup>**</sup>	.214 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.253	.118	.000	.541	.133	.015	.000	.000	.211	.000		.991	.000	.003	.099	.002	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain TDI basal	Pearson Correlation	.017	-.141 <sup>*</sup>	-.192 <sup>**</sup>	.046	-.119	.252 <sup>**</sup>	.103	-.096	.232 <sup>**</sup>	.148 <sup>*</sup>	.001	1	.018	.046	.541 <sup>**</sup>	.123	.096
	Sig. (2-tailed)	.791	.030	.003	.485	.068	.000	.113	.141	.000	.023	.991		.786	.480	.000	.059	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	.030	-.258 <sup>**</sup>	-.228 <sup>**</sup>	-.017	.014	.287 <sup>**</sup>	.363 <sup>**</sup>	.156 <sup>*</sup>	.169 <sup>**</sup>	.320 <sup>**</sup>	.231 <sup>**</sup>	.018	1	.217 <sup>**</sup>	-.067	.685 <sup>**</sup>	.153
	Sig. (2-tailed)	.648	.000	.000	.795	.831	.000	.000	.016	.009	.000	.000	.786		.001	.304	.000	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-.123	-.170 <sup>**</sup>	-.273 <sup>**</sup>	.112	.048	.143 <sup>*</sup>	.198 <sup>**</sup>	.279 <sup>**</sup>	-.013	.091	.194 <sup>**</sup>	.046	.217 <sup>**</sup>	1	-.109	.082	.700 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	.059	.009	.000	.086	.465	.028	.002	.000	.844	.164	.003	.480	.001		.094	.208	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	.024	-.036	-.115	-.091	.006	.140	-.029	-.188 <sup>**</sup>	.247 <sup>**</sup>	.082	-.108	.541 <sup>**</sup>	-.067	-.109	1	-.044	-.098
	Sig. (2-tailed)	.713	.580	.077	.161	.931	.032	.653	.004	.000	.208	.099	.000	.304	.094		.502	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	.038	-.223 <sup>**</sup>	-.230 <sup>**</sup>	.010	-.037	.269 <sup>**</sup>	.308 <sup>**</sup>	.102	.241 <sup>**</sup>	.325 <sup>**</sup>	.202 <sup>**</sup>	.123	.685 <sup>**</sup>	.082	-.044	1	.021
	Sig. (2-tailed)	.566	.001	.000	.879	.577	.000	.000	.118	.000	.000	.002	.059	.000	.208	.502		
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-.142 <sup>**</sup>	-.229 <sup>**</sup>	-.371 <sup>**</sup>	.022	.023	.180 <sup>**</sup>	.190 <sup>**</sup>	.221 <sup>**</sup>	.071	.173 <sup>**</sup>	.214 <sup>**</sup>	.096	.153 <sup>*</sup>	.700 <sup>**</sup>	-.098	.021	1
	Sig. (2-tailed)	.029	.000	.000	.738	.726	.005	.003	.001	.278	.008	.001	.142	.019	.000	.134	.749	
	N	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Correlações - Sexo Masculino

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	.175	.268**	-.010	.143	-.008	-.074	-.093	.073	-.060	.010	.118	-.081	-.072	.080	-.054	-.039
	Sig. (2-tailed)		.025	.001	.895	.067	.922	.346	.237	.355	.444	.899	.131	.301	.359	.306	.494	.618
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
TAPSE	Pearson Correlation	.175	1	.442**	-.146	.083	-.130	-.171*	-.039	.008	-.076	-.122	-.097	-.107	-.129	-.046	-.010	-.191
	Sig. (2-tailed)	.025		.000	.063	.290	.098	.029	.619	.914	.333	.120	.215	.174	.099	.555	.903	.014
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	.268**	.442**	1	.003	.135	.028	-.054	-.138	-.078	-.177*	-.202*	-.007	-.027	-.250**	-.075	-.028	-.319*
	Sig. (2-tailed)	.001	.000		.971	.085	.726	.490	.079	.321	.024	.009	.928	.736	.001	.343	.724	.000
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
IPM	Pearson Correlation	-.010	-.146	.003	1	.067	.081	.077	-.010	.000	.008	-.029	.060	.003	-.077	.079	-.057	-.096
	Sig. (2-tailed)	.895	.063	.971		.392	.302	.328	.900	.997	.916	.717	.447	.965	.329	.318	.469	.220
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
RVFAC	Pearson Correlation	.143	.083	.135	.067	1	-.061	-.070	.000	-.156*	-.232**	-.133	-.027	-.087	.081	-.079	-.160*	.013
	Sig. (2-tailed)	.067	.290	.085	.392		.438	.374	.999	.047	.003	.090	.729	.270	.301	.315	.041	.865
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-.008	-.130	.028	.081	-.061	1	.800**	-.135	.641**	.568**	-.054	.244**	.268**	.064	.002	.312*	-.003
	Sig. (2-tailed)	.922	.098	.726	.302	.438		.000	.084	.000	.000	.494	.002	.001	.417	.980	.000	.972
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-.074	-.171*	-.054	.077	-.070	.800**	1	.415**	.392**	.616**	.263**	.033	.311**	.226**	-.108	.210*	.131
	Sig. (2-tailed)	.346	.029	.490	.328	.374	.000		.000	.000	.000	.001	.679	.000	.004	.171	.007	.094
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-.093	-.039	-.138	-.010	.000	-.135	.415**	1	-.337**	.074	.563**	-.310**	.040	.359**	-.170*	-.189*	.268*
	Sig. (2-tailed)	.237	.619	.079	.900	.999	.084	.000		.000	.347	.000	.000	.613	.000	.030	.015	.001
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	.073	.008	-.078	.000	-.156*	.641**	.392**	-.337**	1	.769**	.048	.278**	.127	-.040	.069	.295*	-.015
	Sig. (2-tailed)	.355	.914	.321	.997	.047	.000	.000	.000		.000	.543	.000	.106	.611	.379	.000	.845
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-.060	-.076	-.177*	.008	-.232**	.568**	.616**	.074	.769**	1	.359**	.113	.239**	.089	.005	.267**	.090
	Sig. (2-tailed)	.444	.333	.024	.916	.003	.000	.000	.347	.000		.000	.150	.002	.259	.947	.001	.254
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	.010	-.122	-.202*	-.029	-.133	-.054	.263**	.563**	.048	.359**	1	-.151	-.110	.272**	-.019	-.154*	.261*
	Sig. (2-tailed)	.899	.120	.009	.717	.090	.494	.001	.000	.543	.000		.054	.163	.000	.811	.050	.001
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain TDI basal	Pearson Correlation	.118	-.097	-.007	.060	-.027	.244**	.033	-.310**	.278**	.113	-.151	1	.007	-.003	.469**	.252**	.078
	Sig. (2-tailed)	.131	.215	.928	.447	.729	.002	.679	.000	.000	.150	.054		.932	.974	.000	.001	.323
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-.081	-.107	-.027	.003	-.087	.268**	.311**	.040	.127	.239**	-.110	.007	1	.074	-.033	.580**	-.014
	Sig. (2-tailed)	.301	.174	.736	.965	.270	.001	.000	.613	.106	.002	.163	.932		.348	.671	.000	.863
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-.072	-.129	-.250**	-.077	.081	.064	.226**	.359**	-.040	.089	.272**	-.003	.074	1	.102	-.031	.640**
	Sig. (2-tailed)	.359	.099	.001	.329	.301	.417	.004	.000	.611	.259	.000	.974	.348		.192	.690	.000
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	.080	-.046	-.075	.079	-.079	.002	-.108	-.170*	.069	.005	-.019	.469**	-.033	.102	1	.000	.128
	Sig. (2-tailed)	.306	.555	.343	.318	.315	.980	.171	.030	.379	.947	.811	.000	.671	.192		.998	.103
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-.054	-.010	-.028	-.057	-.160*	.312*	.210*	-.189*	.295*	.267**	-.154*	.252**	.580**	-.031	.000	1	-.054
	Sig. (2-tailed)	.494	.903	.724	.469	.041	.000	.007	.015	.000	.001	.050	.001	.000	.690	.998		.496
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-.039	-.191*	-.319*	-.096	.013	-.003	.131	.268**	-.015	.090	.261**	.078	-.014	.640**	.128	1	-.054
	Sig. (2-tailed)	.618	.014	.000	.220	.865	.972	.094	.001	.845	.254	.001	.323	.863	.000	.103		.496
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### Correlações - Classe I de IMC

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical	
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,251	,108	,361	,034	-.208	-.232	,281	-.340	,053	,137	-.052	-.093	-.110	-.060	-.211	,244	
	Sig. (2-tailed)		,457	,752	,276	,921	,540	,493	,403	,306	,877	,688	,879	,785	,748	,861	,534	,471	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
TAPSE	Pearson Correlation	,251	1	,798**	,307	,208	-.421	,035	,226	-.276	-.048	,174	-.719*	-.313	-.396	-.327	-.396	-.227	
	Sig. (2-tailed)	,457		,003	,359	,539	,197	,919	,504	,412	,889	,608	,013	,348	,227	,327	,228	,503	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,108	,798**	1	,027	,344	-.131	,097	-.210	-.325	-.091	-.232	-.627*	-.199	-.527	-.185	-.321	-.525	
	Sig. (2-tailed)	,752	,003		,936	,301	,702	,778	,535	,329	,791	,493	,039	,557	,096	,585	,336	,097	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
IPM	Pearson Correlation	,361	,307	,027	1	-.319	,099	,368	,674*	-.377	-.023	,325	-.402	-.410	-.011	-.526	-.208	,331	
	Sig. (2-tailed)	,276	,359	,936		,339	,771	,266	,023	,253	,947	,329	,220	,210	,973	,097	,540	,320	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
RVFAC	Pearson Correlation	,034	,208	,344	-.319	1	-.341	-.107	-.151	,008	-.075	,055	-.342	-.230	-.376	-.298	-.085	-.381	
	Sig. (2-tailed)	,921	,539	,301	,339		,304	,753	,657	,982	,826	,872	,303	,496	,254	,373	,805	,247	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-.208	-.421	-.131	,099	-.341	1	,760**	-.243	,396	,565	-.151	,066	,173	,271	,318	,316	-.392	
	Sig. (2-tailed)	,540	,197	,702	,771	,304		,007	,472	,228	,070	,659	,847	,610	,420	,340	,344	,233	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-.232	,035	,097	,368	-.107	,760**	1	,194	,284	,510	,187	-.370	-.313	-.139	-.098	,095	-.374	
	Sig. (2-tailed)	,493	,919	,778	,266	,753	,007		,568	,397	,109	,582	,263	,349	,683	,773	,780	,257	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain 2D apical	Pearson Correlation	,281	,226	-.210	,674*	-.151	-.243	,194	1	-.295	-.126	,753**	-.088	-.500	-.158	-.421	-.269	,490	
	Sig. (2-tailed)	,403	,504	,535	,023	,657	,472	,568		,378	,712	,007	,796	,117	,642	,197	,423	,126	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	-.340	-.276	-.325	-.377	,008	,396	,284	-.295	1	,644*	,274	-.023	,336	,370	,529	,237	-.360	
	Sig. (2-tailed)	,306	,412	,329	,253	,982	,228	,397	,378		,032	,415	,946	,313	,263	,095	,482	,277	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	,053	-.048	-.091	-.023	-.075	,565	,510	-.126	,644*	1	,255	-.005	,328	,039	,579	,104	-.567	
	Sig. (2-tailed)	,877	,889	,791	,947	,826	,070	,109	,712	,032		,449	,988	,325	,909	,062	,761	,069	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	,137	,174	-.232	,325	,055	-.151	,187	,753**	,274	,255	1	-.079	-.124	-.266	-.015	-.167	,072	
	Sig. (2-tailed)	,688	,608	,493	,329	,872	,659	,582	,007	,415	,449		,817	,716	,429	,965	,624	,833	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain TDI basal	Pearson Correlation	-.052	-.719*	-.627*	-.402	-.342	,066	-.370	-.088	-.023	-.005	-.079	1	,556	,044	,507	,345	,210	
	Sig. (2-tailed)	,879	,013	,039	,220	,303	,847	,263	,796	,946	,988	,817		,076	,897	,112	,299	,536	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-.093	-.313	-.199	-.410	-.230	,173	-.313	-.500	,336	,328	-.124	,556	1	,004	,599	,580	-.387	
	Sig. (2-tailed)	,785	,348	,557	,210	,496	,610	,349	,117	,313	,325	,716	,076		,991	,051	,062	,239	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-.110	-.396	-.527	-.011	-.376	,271	,139	-.158	,370	,039	-.266	,044	,004	1	-.081	,467	,372	
	Sig. (2-tailed)	,748	,227	,096	,973	,254	,420	,683	,642	,263	,909	,429	,897	,991		,814	,148	,260	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	-.060	-.327	-.185	-.526	-.298	,318	-.098	-.421	,529	,579	-.015	,507	,599	-.081	1	-.057	-.309	
	Sig. (2-tailed)	,861	,327	,585	,097	,373	,340	,773	,197	,095	,062	,965	,112	,051	,814		,867	,355	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-.211	-.396	-.321	-.208	-.085	,316	,095	-.269	,237	,104	-.167	,345	,580	,467	-.057	1	-.231	
	Sig. (2-tailed)	,534	,228	,336	,540	,805	,344	,780	,423	,482	,761	,624	,299	,062	,148	,867		,494	
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	,244	-.227	-.525	,331	-.381	-.392	-.374	,490	-.360	-.567	,072	,210	-.387	,372	-.309	-.231	1	
	Sig. (2-tailed)	,471	,503	,097	,320	,247	,233	,257	,126	,277	,069	,833	,536	,239	,260	,355	,494		
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Correlações - Classe II de IMC

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,142	,167	-.113	,135	-.042	-.060	-.119	-.048	-.060	-.045	,088	-.025	-.105	,074	-.077	-.025
	Sig. (2-tailed)		,051	,021	,119	,063	,562	,412	,102	,513	,411	,542	,227	,736	,150	,310	,289	,736
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
TAPSE	Pearson Correlation	,142	1	,435	-.070	,149	-.031	-.054	-.074	,009	-.056	-.138	-.098	-.138	-.084	-.057	-.105	-.164
	Sig. (2-tailed)	,051		,000	,336	,041	,672	,460	,308	,902	,444	,058	,178	,058	,247	,432	,149	,024
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,167	,435	1	,049	,088	-.124	-.138	-.093	-.101	-.181	-.182	-.105	-.150	-.272	-.053	-.209	-.346
	Sig. (2-tailed)	,021	,000		,498	,229	,088	,057	,200	,166	,012	,012	,149	,038	,000	,471	,004	,000
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
IPM	Pearson Correlation	-.113	-.070	,049	1	-.032	,004	-.048	-.005	,083	-.002	,066	-.105	-.012	,040	-.103	,025	-.056
	Sig. (2-tailed)	,119	,336	,498		,664	,957	,511	,950	,254	,983	,364	,148	,869	,579	,156	,733	,444
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
RVFAC	Pearson Correlation	,135	,149	,088	-.032	1	-.115	-.112	-.017	-.138	-.174	-.083	-.072	-.020	,127	,017	-.051	,058
	Sig. (2-tailed)	,063	,041	,229	,664		,115	,124	,819	,058	,016	,257	,320	,784	,081	,819	,484	,425
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-.042	-.031	-.124	,004	-.115	1	,765	,007	,542	,494	,029	,190	,292	,090	,061	,245	,122
	Sig. (2-tailed)	,562	,672	,088	,957	,115		,000	,926	,000	,688	,009	,000	,216	,401	,001	,092	,092
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-.060	-.054	-.138	-.048	-.112	,765	1	,566	,245	,600	,358	,002	,326	,193	-.132	,232	,174
	Sig. (2-tailed)	,412	,460	,057	,511	,124	,000		,000	,001	,000	,000	,978	,000	,008	,070	,001	,016
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-.119	-.074	-.093	-.005	-.017	,007	,566	1	-.299	,217	,572	-.213	,088	,324	-.247	-.017	,257
	Sig. (2-tailed)	,102	,308	,200	,950	,819	,926	,000		,000	,003	,000	,003	,229	,000	,001	,821	,000
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	-.048	-.009	-.101	,083	-.138	,542	-.299	1	,645	,004	,205	,058	-.078	,182	,151	,030	,030
	Sig. (2-tailed)	,513	,902	,166	,254	,058	,000	,001		,000	,959	,005	,428	,285	,012	,038	,678	,678
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-.060	-.056	-.181	-.002	-.174	,494	,600	,217	1	,645	,073	,215	,064	-.022	,223	,152	,152
	Sig. (2-tailed)	,411	,444	,012	,983	,016	,000	,000	,003		,000	,000	,315	,003	,382	,763	,002	,037
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-.045	-.138	-.182	,066	-.083	,029	,358	,572	,004	1	,461	-.111	,179	,193	-.140	,115	,253
	Sig. (2-tailed)	,542	,058	,012	,364	,257	,688	,000	,000	,959		,000	,128	,014	,008	,054	,114	,000
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain TDI basal	Pearson Correlation	,088	-.098	-.105	-.105	-.072	,190	,002	-.213	,205	,073	1	,045	,002	,504	,152	,037	,037
	Sig. (2-tailed)	,227	,178	,149	,148	,320	,009	,978	,003	,005	,315		,539	,978	,000	,037	,614	,614
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-.025	-.138	-.150	-.012	-.020	,292	,328	,088	,058	,215	,179	1	,140	-.106	,673	,075	,075
	Sig. (2-tailed)	,736	,058	,038	,869	,784	,000	,000	,229	,428	,003	,014		,055	,145	,000	,305	,305
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-.105	-.084	-.272	,040	,127	,090	,193	,324	-.078	,064	,193	1	,140	-.063	-.015	,716	,716
	Sig. (2-tailed)	,150	,247	,000	,579	,081	,216	,008	,000	,285	,382	,008		,055	,389	,838	,000	,000
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	,074	-.057	-.053	-.103	,017	,061	-.132	-.247	,182	-.022	-.140	,504	1	-.063	-.082	-.033	-.033
	Sig. (2-tailed)	,310	,432	,471	,156	,819	,401	,070	,001	,012	,763	,054	,000		,389	,258	,651	,651
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-.077	-.105	-.209	,025	-.051	,245	,232	-.017	,151	,223	,115	,152	,673	1	-.082	-.094	-.094
	Sig. (2-tailed)	,289	,149	,004	,733	,484	,001	,001	,821	,038	,002	,114	,037	,000		,838	,258	,199
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-.025	-.164	-.346	-.056	,058	,122	,174	,257	,030	,152	,253	,037	,075	,716	1	-.094	1
	Sig. (2-tailed)	,736	,024	,000	,444	,425	,092	,016	,000	,678	,037	,000	,614	,305	,000		,651	,199
	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### Correlações - Classe III de IMC

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical	
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,176*	,113	,023	,184*	,031	-,049	-,180*	,046	-,085	-,157*	,050	-,058	-,205**	-,035	,132	-,213*	
	Sig. (2-tailed)		,026	,158	,770	,020	,701	,542	,024	,563	,286	,048	,533	,465	,009	,660	,098	,007	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
TAPSE	Pearson Correlation	,176*	1	,503**	-,167*	,027	-,125	-,127	,025	-,054	-,095	-,096	-,142	-,211**	-,182*	-,026	-,067	-,269**	
	Sig. (2-tailed)	,026		,000	,036	,738	,116	,110	,756	,498	,232	,228	,075	,008	,022	,748	,403	,001	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,113	,503**	1	-,033	,095	-,021	-,079	-,098	-,092	-,136	-,200*	-,096	-,160*	-,198*	-,138	,003	-,328**	
	Sig. (2-tailed)	,158	,000		,678	,235	,793	,324	,219	,248	,089	,012	,228	,044	,012	,083	,975	,000	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
IPM	Pearson Correlation	,023	-,167*	-,033	1	,107	,162*	,171*	,066	,023	,013	-,026	,223**	,021	,078	,087	-,064	,026	
	Sig. (2-tailed)	,770	,036	,678		,179	,041	,031	,407	,777	,869	,741	,005	,789	,329	,277	,424	,742	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
RVFAC	Pearson Correlation	,184*	,027	,095	,107	1	,014	-,013	-,009	-,160*	-,231**	-,183*	-,097	-,050	-,009	-,076	-,158*	-,072	
	Sig. (2-tailed)	,020	,738	,235	,179		,865	,875	,914	,044	,003	,021	,224	,528	,910	,342	,046	,365	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain 2D basal	Pearson Correlation	,031	-,125	-,021	,162*	,014	1	,826**	,069	,556**	,576**	,058	,291**	,267**	,059	,071	,318**	,068	
	Sig. (2-tailed)	,701	,116	,793	,041	,865		,000	,387	,000	,000	,464	,000	,001	,458	,372	,000	,397	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-,049	-,127	-,079	,171*	-,013	,826**	1	,536**	,298**	,587**	,305**	,166*	,363**	,163*	,008	,292**	,155	
	Sig. (2-tailed)	,542	,110	,324	,031	,875	,000		,000	,000	,000	,000	,037	,000	,040	,915	,000	,052	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain 2D apical	Pearson Correlation	-,180*	,025	-,098	,066	-,009	,069	,536**	1	-,270**	,157*	,551**	-,131	,114	,323**	-,098	-,062	,251**	
	Sig. (2-tailed)	,024	,756	,219	,407	,914	,387	,000		,001	,048	,000	,100	,152	,000	,220	,441	,001	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	,046	-,054	-,092	,023	-,160*	,556**	,298**	-,270**	1	,732**	,118	,351**	,207**	-,036	,224*	,309**	-,054	
	Sig. (2-tailed)	,563	,498	,248	,777	,044	,000	,000	,001		,000	,138	,000	,009	,655	,005	,000	,498	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	-,085	-,095	-,136	,013	-,231**	,576**	,587**	,157*	,732**	1	,404**	,250**	,336**	,063	,164*	,355**	,088	
	Sig. (2-tailed)	,286	,232	,089	,869	,003	,000	,000	,048	,000		,000	,001	,000	,432	,039	,000	,268	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	-,157*	-,096	-,200*	-,026	-,183*	,058	,305**	,551**	,118	,404**	1	,007	,007	,265**	,047	-,015	,206**	
	Sig. (2-tailed)	,048	,228	,012	,741	,021	,464	,000	,000	,138	,000		,927	,927	,001	,553	,855	,009	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain TDI basal	Pearson Correlation	,050	-,142	-,096	,223**	-,097	,291**	,166*	-,131	,351**	,250**	,007	1	,023	,030	,499**	,285**	,167*	
	Sig. (2-tailed)	,533	,075	,228	,005	,224	,000	,037	,100	,000	,001	,927		,772	,709	,000	,000	,035	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	-,058	-,211**	-,160*	,021	-,050	,267**	,363**	,114	,207**	,336**	,007	,023	1	,182*	,028	,589**	,136	
	Sig. (2-tailed)	,465	,008	,044	,789	,528	,001	,000	,152	,009	,000	,927	,772		,021	,726	,000	,087	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain TDI apical	Pearson Correlation	-,205**	-,182*	-,198*	,078	-,009	,059	,163*	,323**	-,036	,063	,265**	,030	,182*	1	,051	,014	,631**	
	Sig. (2-tailed)	,009	,022	,012	,329	,910	,458	,040	,000	,655	,432	,001	,709	,021		,521	,866	,000	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	-,035	-,026	-,138	,087	-,076	,071	,008	-,098	,224**	,164*	,047	,499**	,028	,051	1	,102	,086	
	Sig. (2-tailed)	,660	,748	,083	,277	,342	,372	,915	,220	,005	,039	,553	,000	,726	,521		,201	,279	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	,132	-,067	,003	-,064	-,158*	,318**	,292**	-,062	,309**	,355**	-,015	,285**	,589**	,014	,102	1	,036	
	Sig. (2-tailed)	,098	,403	,975	,424	,046	,000	,000	,441	,000	,000	,855	,000	,000	,866	,201		,648	
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-,213*	-,269**	-,328**	,026	-,072	,068	,155	,251**	-,054	,088	,206**	,167*	,136	,631**	,086	,036	1	
	Sig. (2-tailed)	,007	,001	,000	,742	,365	,397	,052	,001	,498	,268	,009	,035	,087	,000	,279	,648		
	N	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

### Correlações - Classe IV de IMC

		RVOTSF	TAPSE	Velocidade onda S TDI	IPM	RVFAC	Strain 2D basal	Strain 2D mediano	Strain 2D apical	Strain Rate 2D basal	Strain Rate 2D mediano	Strain Rate 2D apical	Strain TDI basal	Strain TDI mediano	Strain TDI apical	Strain Rate TDI basal	Strain Rate TDI mediano	Strain Rate TDI apical
RVOTSF	Pearson Correlation	1	,160	,165	-,133	,129	-,147	-,104	,000	,056	,103	,112	-,074	,109	,020	,104	-,123	-,239
	Sig. (2-tailed)		,323	,308	,414	,429	,366	,524	,998	,729	,527	,491	,650	,503	,901	,523	,450	,137
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
TAPSE	Pearson Correlation	,160	1	,264	-,152	-,074	-,096	,012	,138	-,096	,157	,128	-,046	-,204	-,138	,081	-,288	-,136
	Sig. (2-tailed)	,323		,100	,348	,649	,555	,943	,395	,554	,334	,429	,779	,206	,395	,621	,072	,404
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Velocidade onda S TDI	Pearson Correlation	,165	,264	1	,144	,121	-,369*	-,273	-,135	-,313*	-,323*	-,229	-,039	,319*	-,158	-,005	-,334*	-,335*
	Sig. (2-tailed)	,308	,100		,376	,456	,019	,088	,407	,049	,042	,155	,813	,045	,329	,975	,035	,034
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
IPM	Pearson Correlation	-,133	-,152	,144	1	,142	-,002	,119	,070	,016	,071	-,016	,174	,116	,015	,070	,082	-,087
	Sig. (2-tailed)	,414	,348	,376		,381	,991	,463	,667	,920	,661	,920	,283	,475	,926	,668	,615	,593
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
RVFAC	Pearson Correlation	,129	-,074	,121	,142	1	-,231	-,249	-,184	,101	-,132	-,190	,034	-,156	-,125	-,074	-,156	,146
	Sig. (2-tailed)	,429	,649	,456	,381		,152	,121	,257	,535	,418	,240	,834	,336	,443	,649	,336	,369
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain 2D basal	Pearson Correlation	-,147	-,096	-,369*	-,002	-,231	1	,827*	,266	,551**	,586**	,287	,607**	-,028	,253	,252	,207	,151
	Sig. (2-tailed)	,366	,555	,019	,991	,152		,000	,097	,000	,000	,072	,000	,865	,115	,116	,199	,353
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain 2D mediano	Pearson Correlation	-,104	,012	-,273	,119	-,249	,827*	1	,682**	,335*	,705**	,476**	,345*	,104	,277	,070	,212	,112
	Sig. (2-tailed)	,524	,943	,088	,463	,121	,000		,000	,035	,000	,002	,029	,522	,083	,668	,188	,493
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain 2D apical	Pearson Correlation	,000	,138	-,135	,070	-,184	,266	,682**	1	-,028	,558**	,663**	-,043	,099	,247	-,089	,105	-,013
	Sig. (2-tailed)	,998	,395	,407	,667	,257	,097	,000		,863	,000	,000	,794	,545	,125	,583	,519	,935
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate 2D basal	Pearson Correlation	,056	-,096	-,313*	,016	,101	,551**	,335*	-,028	1	,647**	,160	,438**	,061	,296	,072	,553**	,456**
	Sig. (2-tailed)	,729	,554	,049	,920	,535	,000	,035	,863		,000	,323	,005	,707	,063	,859	,000	,003
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate 2D mediano	Pearson Correlation	,103	,157	-,323*	,071	-,132	,586**	,705**	-,028	,647**	1	,588**	,173	,119	,312*	-,032	,388*	,306
	Sig. (2-tailed)	,527	,334	,042	,661	,418	,000	,000	,000	,000		,000	,285	,463	,050	,847	,013	,055
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate 2D apical	Pearson Correlation	,112	,128	-,229	-,016	-,190	,287	,476**	,663**	,160	,588**	1	,036	-,122	,394*	-,130	-,060	,163
	Sig. (2-tailed)	,491	,429	,155	,920	,240	,072	,002	,000	,323	,000		,826	,454	,012	,425	,711	,315
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain TDI basal	Pearson Correlation	-,074	-,046	-,039	,174	,034	,607**	,345*	-,043	,438**	,173	,036	1	-,018	,298	,643**	,075	,094
	Sig. (2-tailed)	,650	,779	,813	,283	,834	,000	,029	,794	,005	,285	,826		,912	,062	,000	,645	,565
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain TDI mediano	Pearson Correlation	,109	-,204	,319*	,116	-,156	-,028	,104	,099	,061	,119	-,122	-,018	1	,183	-,102	,502**	-,122
	Sig. (2-tailed)	,503	,206	,045	,475	,336	,865	,522	,545	,707	,463	,454	,912		,259	,532	,001	,454
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain TDI apical	Pearson Correlation	,020	-,138	-,158	,015	-,125	,253	,277	,247	,296	,312*	,394*	,298	,183	1	-,055	,235	,595**
	Sig. (2-tailed)	,901	,395	,329	,926	,443	,115	,083	,125	,063	,050	,012	,062	,259		,734	,144	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate TDI basal	Pearson Correlation	-,104	,081	-,005	,070	-,074	,252	,070	-,089	,072	-,032	-,130	,643**	-,102	-,055	1	-,094	-,237
	Sig. (2-tailed)	,523	,621	,975	,668	,649	,116	,668	,583	,659	,847	,425	,000	,532	,734		,562	,141
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate TDI mediano	Pearson Correlation	-,123	-,288	-,334*	,082	-,156	,207	,212	,105	,553**	,388*	-,060	,075	,502**	,235	-,094	1	,366**
	Sig. (2-tailed)	,450	,072	,035	,615	,336	,199	,188	,519	,000	,013	,711	,645	,001	,144	,562		,020
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Strain Rate TDI apical	Pearson Correlation	-,239	-,136	-,335*	-,087	,146	,151	,112	-,013	,456**	,306	,163	,094	-,122	,595**	-,237	,366**	1
	Sig. (2-tailed)	,137	,404	,034	,593	,369	,353	,493	,935	,003	,055	,315	,565	,454	,000	,141	,020	
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

# Anexo I



**HOSPITAL DA LUZ**

ESPIRITO SANTO SAÚDE

HOSPITAL DA LUZ

COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE

Exma. Sra.

Dona Maria Adelaide Seara de Almeida

Centro Cardiovascular

Hospital da Luz

Assunto: Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por Ecocardiografia Transtorácica

CC.: Director Clínico / Conselho de Administração

A Comissão de Ética para a Saúde do Hospital da Luz, reunida a 26 de Maio de 2011 aprovou por unanimidade a realização do estudo clínico "Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por Ecocardiografia Transtorácica" de que V. Exa. é o investigador principal.

Com os melhores cumprimentos

Lisboa, 26/05/2011

Pe'l'A Comissão de Ética para a Saúde

  
João Sá, Presidente

HL-1/MS3.3

Hospital da Luz, SA  
Avenida Lusitã, 100 • 1500-650 Lisboa • Portugal  
T (marcações) 808 204 400 T +351 217 104 400 F +351 217 104 409  
geral@hospitaldalu.pt www.hospitaldalu.pt  
Capital Social: 1.000.000 Euros Registo da C.R.C. de Lisboa e Contribuinte n.º 507 485 637

## ***Parte II***

### ***Relatório de Estágio***



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

### ***Relatório de Estágio***

Maria Adelaide Seara de Almeida

2011



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

Área de especialização - **Ultrassonografia Cardiovascular**

### ***Relatório de Estágio***

Maria Adelaide Seara de Almeida

**Orientadores de Estágio:** Professor Doutor Nuno Cardim

Dr.<sup>a</sup> Graça Nogueira

Dr. Rui Anjos

*Aos meus orientadores... Muito obrigada.*

# Índice

	<b>Página</b>
Introdução .....	1
Objectivos e Competências .....	2
Enquadramento Científico do Estágio .....	4
Ecocardiografia Transtorácica .....	4
Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica ou Exercício .....	5
Ecocardiografia Transesofágica .....	6
Ecocardiografia de Contraste .....	6
Função Miocárdica Regional .....	7
Ecocardiografia Pediátrica e Fetal – Cardiopatias Congénitas .....	8
Descrição das Actividades Desenvolvidas .....	10
Ecocardiografia Transtorácica .....	11
Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica .....	15
Ecocardiografia de Exercício .....	16
Ecocardiografia Transesofágica .....	18
Ecocardiografia Transtorácica Pediátrica .....	19
Ecocardiografia Fetal .....	21
Análise e Apreciação Crítica sobre o Estágio .....	23
Considerações Finais .....	28
Referências Bibliográficas .....	30
Anexo I .....	33

## Índice de Figuras

	<b>Página</b>
Figura 1 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transtorácicos .....	11
Figura 2 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transtorácicos .....	12
Figura 3 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas de Sobrecarga Farmacológica .....	15
Figura 4 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas de Sobrecarga Farmacológica .....	15
Figura 5 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas de Exercício .....	17
Figura 6 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas de Exercício .....	17
Figura 7 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transesofágicos .....	18
Figura 8 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transesofágicos .....	19
Figura 9 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transtorácicos Pediátricos .....	20
Figura 10 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transtorácicos Pediátricos .....	20
Figura 11 - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Fetais .....	22
Figura 12 - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Fetais .....	22

## Introdução

O estágio é uma oportunidade para aplicar, na prática profissional, a teoria aprendida com actividades programadas, orientadas e avaliadas, que oferecem ao mestrando aprendizagem e/ou aprofundamento profissional, social e cultural ao participar em actividades relacionadas com a sua área de formação académica.

Durante os últimos anos assistimos a uma incrível revolução tecnológica e a área da saúde não é alheia a esta revolução. Com os grandes avanços de que os meios complementares de diagnóstico têm sido alvo é necessário, cada vez mais, estar a par desta evolução para assim poder prestar melhores cuidados de saúde aos utentes<sup>1</sup>.

Dentro dos meios complementares de diagnóstico em cardiologia, a ecocardiografia é, e será, um componente fundamental do diagnóstico não invasivo<sup>1</sup>. Durante as últimas décadas, a ecocardiografia tem sido alvo de uma rápida evolução tecnológica e, no presente, uma quantidade impressionante de informação pode ser obtida a partir de diferentes modalidades, abordagens ou aplicações ecocardiográficas. No entanto, a ecocardiografia permanece, em grande parte, uma técnica dependente do operador. Um profundo conhecimento de anatomia e fisiopatologia cardiovascular, em conjunto com qualificações técnicas adequadas são necessários para realizar um estudo abrangente e ecocardiogramas clinicamente úteis. Este conhecimento e capacidade só podem ser adquiridos através de educação e treino supervisionado num ambiente apropriado. Independentemente da modalidade ecocardiográfica utilizada, há um corpo de conhecimentos exigidos a qualquer pessoa envolvida na realização ou interpretação de ecocardiogramas<sup>2</sup>.

Várias modalidades ecocardiográficas têm surgido, cada uma com aplicações específicas que exigem os seus próprios conhecimentos e treino e, portanto, formação. Este é o caso do ecocardiograma com contraste, do *Doppler* Tecidual, do ecocardiograma de sobrecarga, do ecocardiograma transesofágico, do ecocardiograma bidimensional com *Speckle Tracking*, do ecocardiograma tridimensional, do ecocardiograma intracardíaco, etc.

Assim, foi de toda a pertinência a realização de um estágio em ecocardiografia, realizado no período compreendido entre 14 de Março de 2011 e 9 de Junho de

2011 no Laboratório de Ecocardiografia do Centro Cardiovascular do Hospital da Luz em Lisboa e que contou com a seguinte orientação:

- Professor Doutor Nuno Cardim - ecocardiografia transtorácica em adultos e ecocardiografia avançada;
- Dr. Rui Anjos - ecocardiografia transtorácica pediátrica;
- Dr.<sup>a</sup> Graça Nogueira - ecocardiografia fetal.

A orientação prestada por especialistas em cada uma das diferentes áreas permitiu otimizar e melhorar o desempenho e colaborar activamente na aquisição de conhecimentos e competências. Por ecocardiografia avançada entenda-se, no contexto deste relatório, a ecocardiografia de sobrecarga farmacológica ou exercício, a ecocardiografia transesofágica e a ecocardiografia de contraste.

O Hospital da Luz é a mais recente unidade hospitalar da Espírito Santo Saúde e o Centro Cardiovascular, nomeadamente o laboratório de Ecocardiografia, dispõe de equipamentos médicos de última geração. A selecção deste local de estágio prendeu-se, para além do já referido, com a sua casuística (no ano de 2010, cerca de 6500 ecocardiogramas transtorácicos em adultos; 1300 ecocardiogramas pediátricos; 400 ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica ou exercício e 300 ecocardiogramas transesofágicos), pelo facto de se tratar, até então, do único laboratório acreditado pela Associação Europeia de Ecocardiografia em Ecocardiografia Transtorácica, Ecocardiografia Transesofágica e em Ecocardiografia de Sobrecarga em Portugal e pelo facto de possuir idoneidade para formação atribuída pela Ordem dos Médicos.

A distribuição do número de horas pelas diferentes áreas ecocardiográficas foi: 143 horas em Ecocardiografia Transtorácica, 70 horas em Ecocardiografia Avançada, 21 horas em Ecocardiografia Transtorácica Pediátrica e 17 horas em Ecocardiografia Fetal o que perfaz um total de 251 horas de estágio (ultrapassando as 240 horas previstas).

## **Objectivos e Competências**

O estágio na área da ecocardiografia teve, como principal objectivo, o desenvolvimento e aprofundar de competências em Ecocardiografia de Adultos, nomeadamente em áreas como a Ecocardiografia Transtorácica, a Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica, a Ecocardiografia de Exercício, a Ecocardiografia

Transesofágica e a Ecocardiografia de Contraste bem como a aplicação de técnicas como o *Doppler* Tecidual e o estudo da deformação miocárdica (*Strain* e *Strain Rate*) sobretudo na Ecocardiografia Transtorácica e na Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica.

Outro objectivo para o estágio foi o adquirir de conhecimentos e competências em Ecocardiografia Transtorácica Pediátrica e em Ecocardiografia Fetal que permitissem interpretar, analisar e avaliar alterações ecocardiográficas em contexto pediátrico e fetal nomeadamente na identificação e estudo de cardiopatias congénitas.

Assim sendo, os objectivos do estágio encontram-se divididos na aquisição de conhecimentos em duas grandes áreas: a área da ecocardiografia de adultos, onde se destaca a ecocardiografia avançada, e a área da ecocardiografia pediátrica e fetal.

Pretendeu-se, ainda, no decorrer do estágio, proceder a uma parte da recolha dos dados para o Trabalho de Investigação a realizar no contexto do curso de Mestrado.

Este relatório é constituído por quatro capítulos: o enquadramento científico do estágio, a descrição das actividades desenvolvidas, uma análise e apreciação crítica sobre o estágio e as considerações finais.

## Enquadramento Científico do Estágio

### Ecocardiografia Transtorácica

Um estudo transtorácico completo inclui a ecocardiografia bidimensional (2D) e, geralmente, a ecocardiografia Modo-M, bem como técnicas de *Doppler* espectral e *Doppler* cor. A Ecocardiografia 2D é, actualmente, o método de imagem mais utilizado para avaliar a anatomia e a função cardíaca, com o Modo-M a fornecer informações adicionais. É necessário um operador treinado para a realização de um ecocardiograma. O Modo-M é obtido seleccionando 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 correcto 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 correcto para a medição de estruturas intracardíacas<sup>3</sup>.

As modalidades de *Doppler* complementam a ecocardiografia 2D fornecendo informações funcionais sobre a hemodinâmica do fluxo intracardíaco, incluindo a medição de velocidades sanguíneas sistólicas e diastólicas e 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 o impede da medição de velocidades para além de um determinado limite (limite de *Nyquist*). O *Doppler* contínuo, que carece 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 do fluxo sobre uma área maior e é mais útil para a detecção de regurgitações e estenoses valvulares e para a detecção da presença de *shunts* intracardíacos<sup>3,4</sup>.

Um estudo ecocardiográfico completo inclui o exame da morfologia e função de todas as câmaras cardíacas, válvulas e grandes vasos, a partir de múltiplos planos<sup>3</sup>.

## **Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica ou Exercício**

Apenas cerca de 40% dos doentes podem realizar uma prova de esforço verdadeiramente diagnóstica, o que torna este exame como um teste de moderada precisão diagnóstica para a detecção de doença das artérias coronárias. A ecocardiografia de sobrecarga é a combinação da ecocardiografia bidimensional com o esforço físico ou *stress* farmacológico com o principal objectivo de detectar isquémia miocárdica. Os três indutores de *stress* mais comuns são o exercício, a dobutamina ou o dipiridamol. A ecocardiografia de sobrecarga fornece informação diagnóstica e prognóstica semelhante à da cintigrafia de perfusão miocárdica mas com um custo substancialmente menor, sem impacto ambiental e sem risco biológico para o doente e para o médico com uma sensibilidade de cerca de 80%, uma especificidade de cerca de 84% e uma precisão de cerca de 81% para detecção de qualquer estenose coronária superior a 50% com a utilização da dobutamina. A potencialidade de acrescentar o estudo da reserva coronária acrescenta outra dimensão importante à ecocardiografia de sobrecarga farmacológica. Novos campos emergentes são a aplicação desta técnica no estudo da patologia valvular cardíaca, na miocardiopatia dilatada ou na miocardiopatia hipertrófica (ecocardiografia de exercício) ou na avaliação da Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar. Apesar de dependente do operador, para alguns autores a ecocardiografia de sobrecarga é hoje o melhor exame para o diagnóstico não invasivo de doença arterial coronária (melhor custo-benefício e melhor risco-benefício)<sup>5,6,7,8,9</sup>.

Os riscos do ecocardiograma de exercício ou do ecocardiograma de sobrecarga com dobutamina são baixos, com taxas de complicação de cerca de 0,015% para a prova de esforço comparativamente a 0,18% para os ecocardiogramas de sobrecarga com dobutamina. A ecocardiografia de sobrecarga, nomeadamente com dobutamina, apresenta como desvantagens, por exemplo, o facto de não poder avaliar a capacidade funcional dos doentes, menor probabilidade de ocorrência de alterações electrocardiográficas comparativamente à prova de esforço, resultados dependentes de boas janelas acústicas e da experiência do operador<sup>5,6,7,8,9</sup>.

## **Ecocardiografia Transesofágica**

A ecocardiografia transesofágica (ETE) abriu uma nova janela ultrassonográfica para o coração e para a aorta torácica. A aplicação clínica do ETE permitiu melhorar as possibilidades diagnósticas e contribuiu para uma melhor compreensão da fisiopatologia de muitas doenças. Existe um consenso geral de que o ETE poderá estar indicado em todos os doentes em que o ecocardiograma transtorácico (ETT) não fornece informações diagnósticas conclusivas ou quando não é possível a realização do ETT como durante uma cirurgia cardíaca, por exemplo. Além disso, o ETE é geralmente realizado quando se espera que adicione informações importantes aos primeiros dados obtidos por ETT dada a maior resolução da imagem ou o potencial para obter imagens das estruturas cardíacas ou vasculares que geralmente não são acessíveis ou são mal visualizadas pela via transtorácica, como as estruturas cardíacas posteriores, mais afastadas da parede torácica e mais próximas do esófago, por exemplo a aurícula esquerda, o apêndice auricular esquerdo, as veias pulmonares, a válvula mitral, o septo interauricular ou a aorta descendente. Esta proximidade com as estruturas cardíacas permite o uso de transdutores com frequências mais altas originando uma resolução espacial superior<sup>6,10,11,12</sup>.

São extremamente raras as complicações em doentes submetidos a ETE, tendo sido estimada em menos de 1 em 5000 casos<sup>12</sup>.

## **Ecocardiografia de Contraste**

Numa proporção significativa de doentes, a ecocardiografia não consegue produzir imagens úteis para o diagnóstico. Os principais obstáculos parecem estar relacionados com a obesidade e as doenças pulmonares. O problema é ainda maior em doentes encaminhados para a ecocardiografia de sobrecarga em que as imagens são de qualidade inferior em cerca de 33% dos doentes. Isto pode resultar numa apreciação incorrecta da cinética segmentar ventricular esquerda. Estas preocupações levaram à aplicação de técnicas de contraste em ecocardiografia que produzem intensos sinais ecocardiográficos proporcionais ao volume sanguíneo<sup>6,13</sup>.

A utilização de soro salino agitado como contraste do coração direito permite a detecção de *shunt* direito-esquerdo. Sendo uma técnica utilizada com mais frequência para a detecção de defeitos de septo interauricular, também poderá ser

utilizada para detectar defeitos do septo interventricular ou *shunts* arteriovenosos na vasculatura pulmonar. Permite ainda aumentar a intensidade do sinal de *Doppler* espectral o que é útil no estudo dos fluxos<sup>14</sup>.

A utilização de agentes de contraste desenvolvidos para atravessar a vasculatura pulmonar permite uma melhor definição do endocárdio ventricular esquerdo diminuindo a variabilidade na interpretação de alterações regionais da cinética ventricular esquerda, na avaliação de volumes do ventrículo esquerdo e no cálculo da fracção de ejeção, nomeadamente na ecocardiografia de sobrecarga farmacológica que está dependente da avaliação precisa do movimento das paredes ventriculares esquerdas e vê, com este recurso, o aumento do seu valor preditivo. Poderá ser aplicado, também, ao estudo da perfusão, ainda em fase de investigação<sup>6,13,14</sup>.

## **Função Miocárdica Regional**

A imagem ecocardiográfica é ideal para a avaliação da mecânica cardíaca, devido à sua natureza intrinsecamente dinâmica. Entre os diferentes métodos de imagiologia cardíaca, a ecocardiografia é um exame complementar de primeira linha na avaliação da função ventricular<sup>15,16</sup>.

A quantificação da função miocárdica, quer global quer regional, continua a ser um desafio em cardiologia clínica. Os métodos tradicionais de avaliação da função miocárdica regional, através de ecocardiografia, são subjectivos e apenas parcialmente quantitativos. Nos últimos anos, o *Doppler* Tecidual (baseado na velocidade do tecido) e mais recentemente a ecocardiografia bidimensional com *Speckle Tracking* (baseado essencialmente em medidas de deformação) evoluíram como novas ferramentas clínicas e de pesquisa para quantificar a função miocárdica regional. Esta última abordagem parece oferecer vantagens significativas sobre as técnicas ecocardiográficas convencionais uma vez que, ao contrário de analisarem volumes e fluxos, elas avaliam parâmetros de função miocárdica com o objectivo de quantificar a contractilidade e relaxamento miocárdico intrínsecos<sup>17,18</sup>.

Existem quatro parâmetros básicos de função miocárdica intrínseca: deslocamento, velocidade, *Strain* e *Strain Rate*. O deslocamento é um parâmetro que define a distância (em centímetros) percorrida por uma estrutura entre duas *frames* consecutivas. A velocidade reflecte o deslocamento por unidade de tempo

(centímetros por segundo). O *Strain*, reflecte a deformação miocárdica, ou seja, a percentagem de alteração de tamanho de um segmento miocárdico ao longo do ciclo cardíaco sendo, por convenção, negativo quando o segmento miocárdico diminui de tamanho e positivo quando aumenta de tamanho. O *Strain Rate*, representa a variação de *Strain* por unidade de tempo (1/s ou s<sup>-1</sup>)<sup>15,19,20,21</sup>.

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. A principal vantagem dos parâmetros de deformação miocárdica é o facto de serem independentes do movimento cardíaco global ao contrário do deslocamento e da velocidade<sup>15,19,20,21</sup>.

O *Strain* pode ser avaliado por dois métodos: *Doppler* tecidual e *2D-Speckle Tracking*. A ecocardiografia com *speckle tracking* é uma técnica que permite detectar e seguir o movimento de *speckles* (marcadores acústicos naturais intramiocárdicos) com a vantagem de ser, ao contrário das técnicas de *Doppler* tecidual, independente do ângulo de incidência o que permite a quantificação da deformação miocárdica em qualquer direcção e em qualquer incidência<sup>15,19,20,21</sup>.

## **Ecocardiografia Pediátrica e Fetal – Cardiopatias Congénitas**

As cardiopatias congénitas (CC) são definidas, de modo amplo, como anomalias cardíacas presentes no nascimento. Tais defeitos têm a sua origem no desenvolvimento embrionário<sup>19</sup>.

A população de adolescentes e adultos com CC tem vindo a crescer nos últimos anos graças aos progressos nos cuidados perinatais, ao desenvolvimento dos meios de diagnóstico e à evolução das técnicas de intervenção percutâneas e cirúrgicas sendo a ecocardiografia um meio complementar de diagnóstico fundamental nas CC tendo múltiplas aplicações no diagnóstico, no seguimento, no bloco operatório e no apoio à cardiologia de intervenção<sup>1</sup>. Em lactentes, crianças e adolescentes, as principais indicações da ecocardiografia incluem alterações da anatomia, da função, da morfogénese e do ritmo cardíaco. O principal papel do exame está na completa caracterização da lesão de doentes com suspeita clínica, na avaliação da história natural, no reconhecimento e na prevenção de mudanças secundárias, assim como na resposta ao tratamento<sup>22,23</sup>.

Considerando a importância prognóstica do diagnóstico intra-uterino de cardiopatias congénitas e arritmias graves, é importante avaliar o coração fetal através da ecocardiografia fetal<sup>24,25,26</sup>. A ecocardiografia fetal passou a ser uma ferramenta fundamental para o diagnóstico cardiológico intra-uterino. A implicação imediata deste facto é de que muitas cardiopatias graves, com necessidade de avaliação clínico-cirúrgica de emergência logo após o nascimento, passaram a ter o seu diagnóstico conhecido ainda na vida intra-uterina, propiciando o planeamento antecipado das acções a serem adoptadas pela equipa médica no pós-parto imediato<sup>27,28,29</sup>. O exame pode ser realizado no primeiro trimestre de gravidez, tanto por via transvaginal como transabdominal. Entretanto, é a partir da 18.<sup>a</sup> semana de gestação, até ao termo, que as alterações estruturais ou funcionais do coração fetal podem ser identificadas<sup>30</sup>. Sugere-se utilizar a análise segmentar para identificação e descrição das estruturas cardíacas e estudo pelas técnicas de *Doppler* pulsado e *Doppler* cor para a avaliação dos fluxos nas grandes artérias, válvulas e cavidades cardíacas, assim como canal arterial, *ductus* venoso, veias pulmonares, artérias e veia umbilicais. Entre as indicações Classe I (indicações em que existe evidência que o exame é útil e efectivo) para a realização de ecocardiografia fetal encontram-se: translucência da nuca aumentada, detecção ou suspeita de alterações cardíacas na ultrassonografia obstétrica, presença de alterações no ritmo cardíaco, presença de factores de risco materno-familiar para cardiopatias, diabetes materno, exposição a agentes teratogénicos, anomalias extracardíacas detectadas na ultrassonografia obstétrica, história de perdas fetais anteriores ou idade materna avançada<sup>31</sup>.

Os adultos com CC apresentam um conjunto de desafios ao ecocardiografista de adultos. Tanto a aquisição de imagens como a sua interpretação podem ser um desafio e consumirem muito tempo, uma vez que a diversidade e a complexidade das malformações cardíacas congénitas tornam difíceis as mais básicas pressuposições quanto a orientações de cavidades e relacionamento entre os grandes vasos. Assim, o adquirir de competências nesta área, junto de uma população pediátrica, pode facilitar a aprendizagem dada a excelente janela acústica desta população<sup>19,32</sup>.

## Descrição das Actividades Desenvolvidas

O Estágio teve a duração de treze semanas, entre 14 de Março e 9 de Junho de 2011 e decorreu no Laboratório de Ecocardiografia do Centro Cardiovascular do Hospital da Luz contemplando exames na área da Ecocardiografia Transtorácica de Adultos, Ecocardiografia Transesofágica, Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica, Ecocardiografia de Exercício, Ecocardiografia de Contraste, Ecocardiografia Transtorácica Pediátrica e Ecocardiografia Fetal.

Na maioria das semanas de estágio foram contempladas todas as áreas ecocardiográficas acima referidas tendo sido efectuados pela mestranda 340 ecocardiogramas transtorácicos em adultos; participação em 36 ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica, sendo que em dois deles houve utilização de contraste; participação em 12 ecocardiogramas de exercício; participação em 50 ecocardiogramas transesofágicos, com utilização de soro salino agitado como contraste em mais de metade destes exames; observação de 58 ecocardiogramas transtorácicos pediátricos; e observação de 49 ecocardiogramas fetais. Esta casuística apresentou a seguinte distribuição (Tabela 1):

**Tabela 1** – Distribuição horária e percentual do estágio por áreas ecocardiográficas sendo que a Ecocardiografia de Adultos se subdivide em duas áreas designadas por ecocardiografia avançada e ecocardiografia transtorácica.

	<b>Horas</b>	<b>Percentagem</b>
<b>Ecocardiografia de Adultos</b>	213	85
Ecocardiografia Avançada	70	28
Ecocardiografia Transtorácica	143	57
<b>Ecocardiografia Pediátrica</b>	21	8
<b>Ecocardiografia Fetal</b>	17	7
<b>Total</b>	251	100

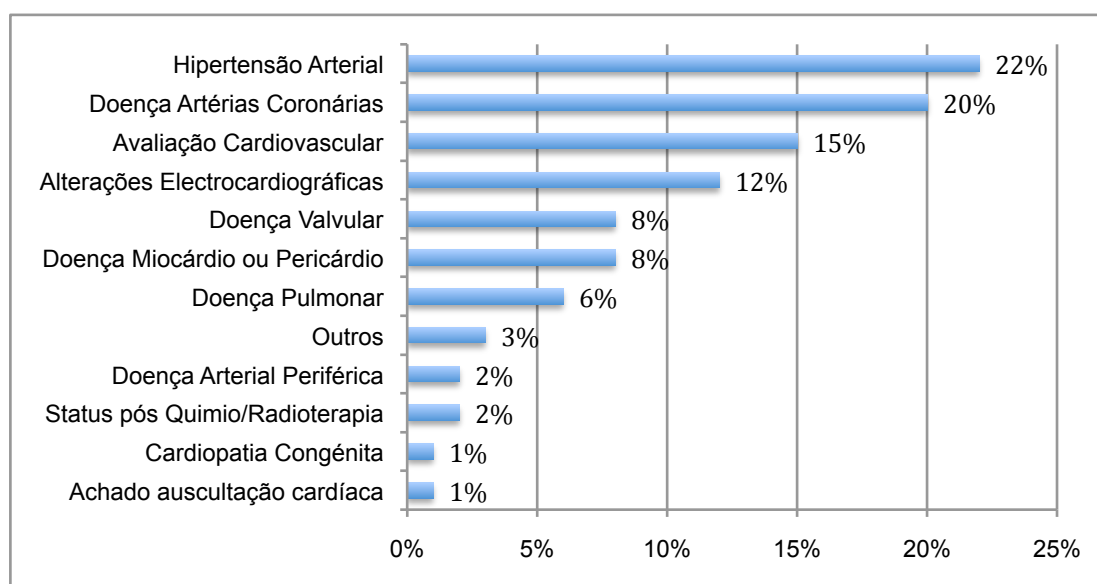
Para a realização do estágio esteve implícito o conhecimento, por parte da mestranda, dos conceitos ecocardiográficos básicos como a física dos ultra-sons e os seus efeitos biológicos, os princípios de formação da imagem ecocardiográfica, medições do fluxo sanguíneo e velocidade tecidual, configuração 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>2</sup>. Para além do referido, esteve implícito, também, que a mestranda possuía conhecimentos acerca das indicações, contra-indicações e critérios de adequação ecocardiográficos, técnicas de diagnóstico alternativas e potenciais complicações, por exemplo, do ecocardiograma transesofágico, do ecocardiograma de sobrecarga ou de contraste<sup>2</sup>.

## Ecocardiografia Transtorácica

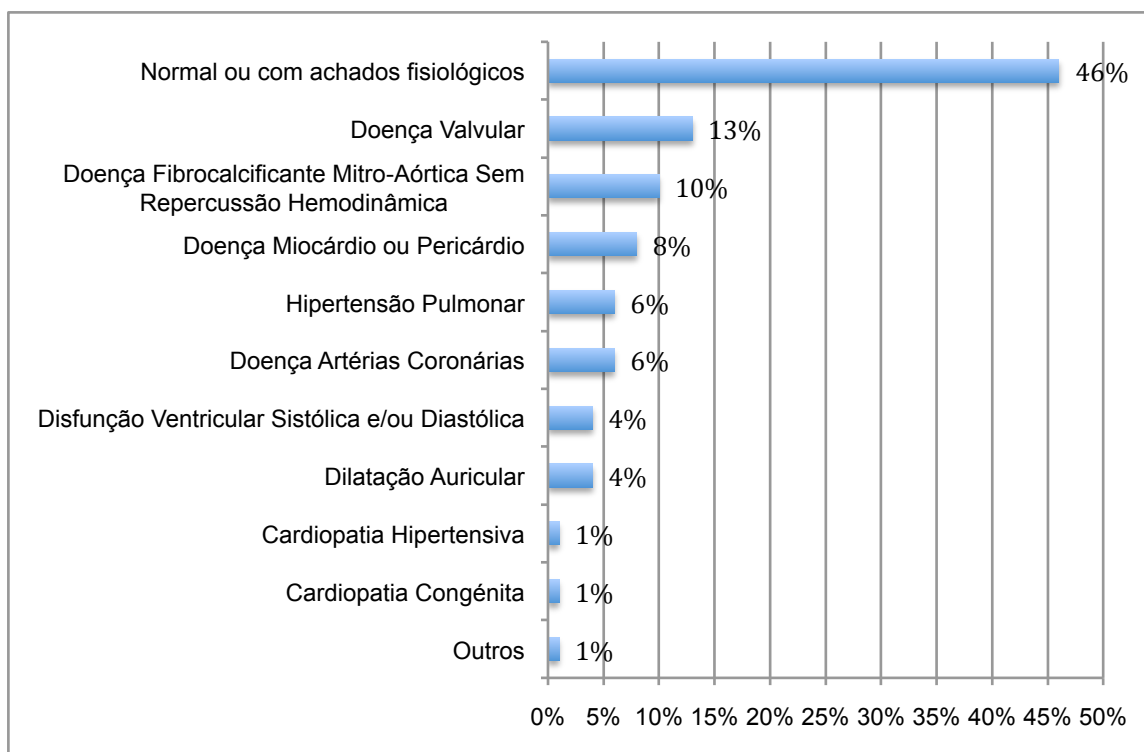
Quanto aos ecocardiogramas transtorácicos realizados pela mestranda em adultos, a média de idades foi de  $59 \pm 17$  anos, sendo que a idade mínima foi de 18 anos e a idade máxima 96 anos, 187 indivíduos (55%) eram do sexo feminino e 153 do sexo masculino (45%).

Na Figura 1 está representada a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas transtorácicos realizados. Destaque para as duas principais indicações: Hipertensão Arterial e Doença das Artérias Coronárias.



**Figura 1** – Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transtorácicos.

A Figura 2 representa a distribuição dos diagnósticos de saída dos Ecocardiogramas Transtorácicos.



**Figura 2** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transtorácicos.

Quanto aos diagnósticos de saída, a maior percentagem de exames foi considerada normal ou com pequenas alterações fisiológicas (regurgitação mitral, tricúspide ou pulmonar) e a segunda maior percentagem representa a doença valvular.

O protocolo de aquisição mínimo para o ecocardiograma transtorácico é, segundo a Associação Europeia de Ecocardiografia<sup>3</sup>, o conjunto de dados mínimo necessário para um ecocardiograma completo que deve ser obtido em todos os doentes mesmo em estudos completamente normais (Anexo I). 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>3</sup>.

Verificaram-se, durante o estágio, raros casos de controlo de derrame pericárdico em que não era realizado o exame completo. 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<sup>3</sup> nomeadamente, e referindo as principais:

- avaliação bidimensional biplanar (quatro e duas câmaras) para cálculo de volumes do Ventrículo Esquerdo (VE) e/ou fracção 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, sendo esta razão ( $E/e'$ ) a recomendada;
- 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 mitrales e tricúspides.

Aquando da realização dos Ecocardiogramas Transtorácicos esteve implícita a capacidade da mestranda em, por exemplo<sup>2</sup>:

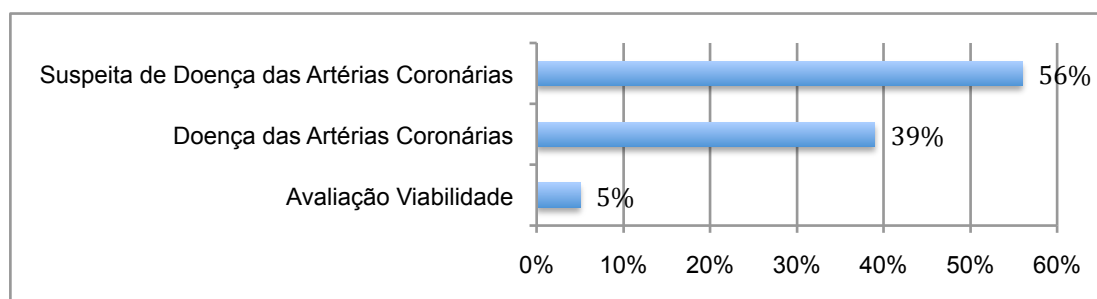
- realizar os planos adequados para a avaliação de patologia valvular, distinguir valvulopatias crônicas e agudas, avaliação das repercussões da patologia valvular nas estruturas cardíacas e a forma de tratamento mais adequado (cirúrgico, percutâneo, etc.);
- avaliação de próteses valvulares biológicas 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, nomeadamente através de técnicas de *Strain* e *Strain Rate*, 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;
- cálculo do índice de massa do VE, espessura relativa da parede e avaliação da geometria do VE;
- 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>2</sup>.

## Ecocardiografia de Sobrecarga Farmacológica

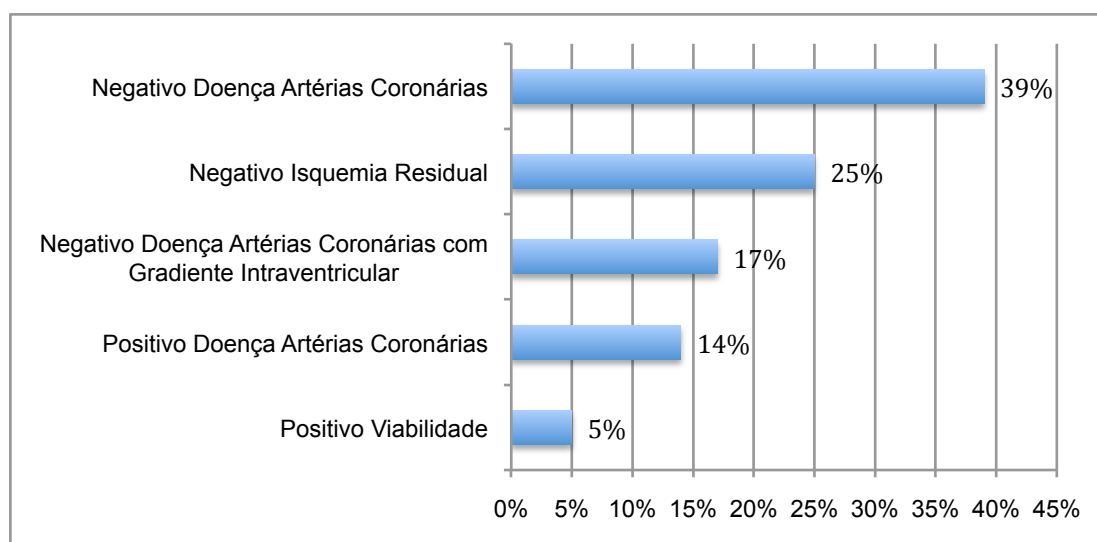
Quanto aos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica em que a mestranda participou, a média de idades foi de  $64 \pm 10$  anos, sendo que a idade mínima foi de 49 anos e a idade máxima 88 anos, 23 indivíduos (64%) eram do sexo masculino e 13 do sexo feminino (36%).

Na Figura 3 está representada a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica em que a mestranda participou destacando-se, como principal indicação, a suspeita de doença das artérias coronárias.



**Figura 3** - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas de Sobrecarga Farmacológica.

A Figura 4 representa a distribuição dos diagnósticos de saída cuja maior percentagem representa os testes negativos para doença das artérias coronárias.



**Figura 4** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas de Sobrecarga Farmacológica.

Aquando da realização destes exames esteve sempre presente uma equipa multidisciplinar composta por um cardiologista, um cardiopneumologista e um enfermeiro.

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 Dipiridamol a opção quando a Dobutamina estava contra-indicada.

Para a colaboração nos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica esteve implícito que a mestranda compreendia os princípios básicos, indicações, aplicações e limitações desta técnica ecocardiográfica<sup>2</sup>.

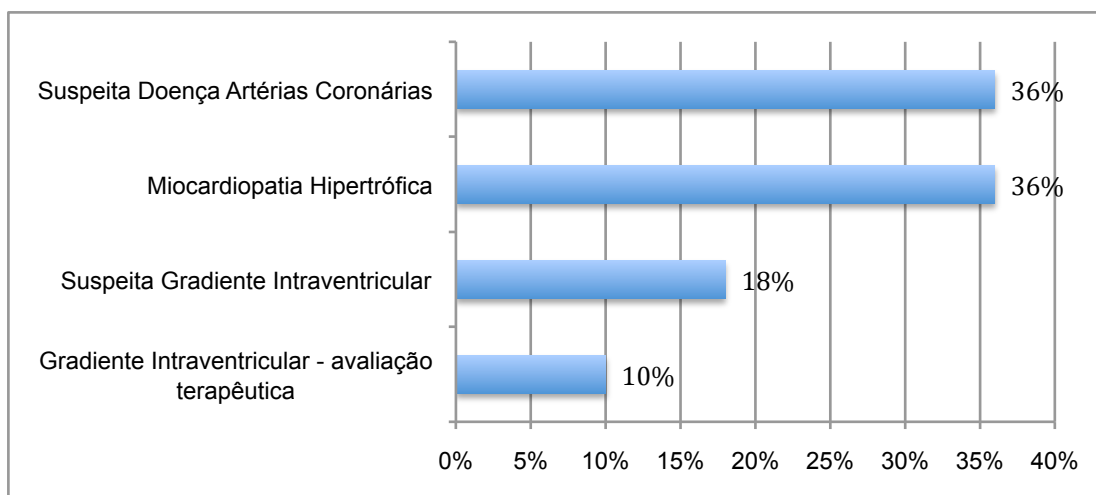
Em dois dos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica foram utilizados agentes de contraste intravenoso (Hexafloro de Enxofre – Sonovue®) de forma a melhorar a visualização dos contornos endocárdicos em doentes com janela acústica de qualidade abaixo do ideal o que, por sua vez, assegurou uma avaliação precisa das imagens ecocardiográficas.

O estudo da função regional ventricular esquerda através do estudo da deformação miocárdica por *Speckle Tracking* foi também aplicado em alguns dos ecocardiogramas de sobrecarga farmacológica como complemento à avaliação convencional do movimento das paredes.

## **Ecocardiografia de Exercício**

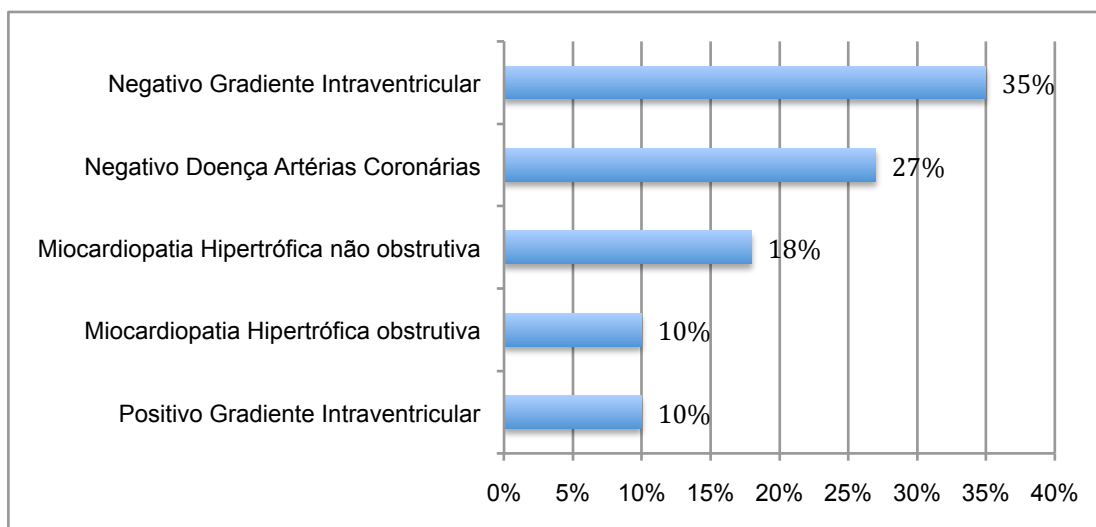
Relativamente aos ecocardiogramas de exercício, a média de idades foi de 49±15 anos, sendo que a idade mínima foi de 18 anos e a idade máxima 69 anos, 7 indivíduos (58%) eram do sexo feminino e 5 do sexo masculino (42%).

A Figura 5 representa a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas de exercício em que a mestranda participou, sendo a maior percentagem de indicações dividida, igualmente, pela suspeita de doença das artérias coronárias e pela avaliação de doentes com miocardiopatia hipertrófica aquando da realização de exercício físico.



**Figura 5** - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas de Exercício.

A Figura 6 representa a distribuição dos diagnósticos de saída sendo a maior percentagem de testes negativos para a presença de gradiente intraventricular, por exemplo em doentes com miocardiopatia hipertrófica, seguido dos testes negativos para doença das artérias coronárias.



**Figura 6** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas de Exercício.

Um dos principais motivos de realização dos ecocardiogramas de exercício, durante o estágio, foi a avaliação no contexto de Miocardiopatia Hipertrófica. Nestes doentes este exame permite a avaliação de vários parâmetros importantes no prognóstico e tratamento da doença como: avaliação de perfil rítmico ao esforço, avaliação do

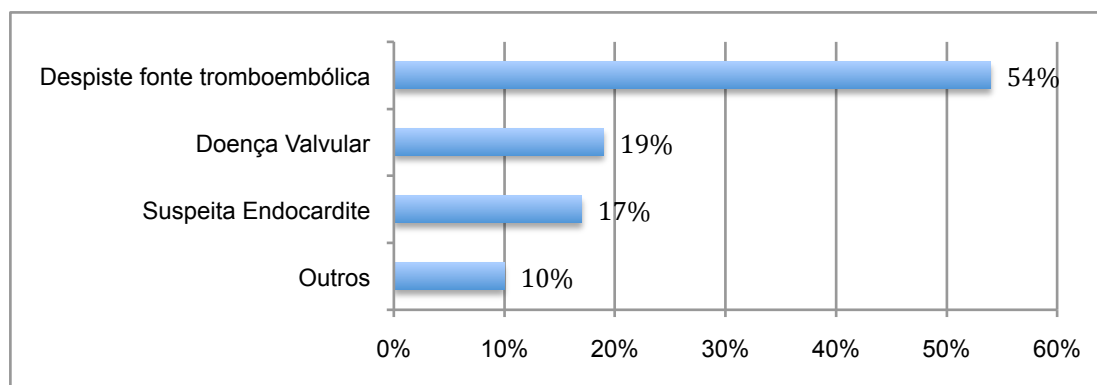
perfil tensional ao esforço, despiste de doença coronária, avaliação de gradiente intraventricular latente e avaliação de capacidade funcional<sup>33</sup>.

Aquando da realização destes exames esteve sempre presente uma equipa multidisciplinar composta por um cardiologista e dois cardiopneumologista, sendo um responsável pela prova de esforço e o outro responsável pela aquisição e avaliação das imagens ecocardiográficas.

## Ecocardiografia Transesofágica

Relativamente aos ecocardiogramas transesofágicos, a média de idades foi de  $64 \pm 12$  anos, sendo que a idade mínima foi de 30 anos e a idade máxima 94 anos, 27 indivíduos (54%) eram do sexo feminino e 23 do sexo masculino (46%).

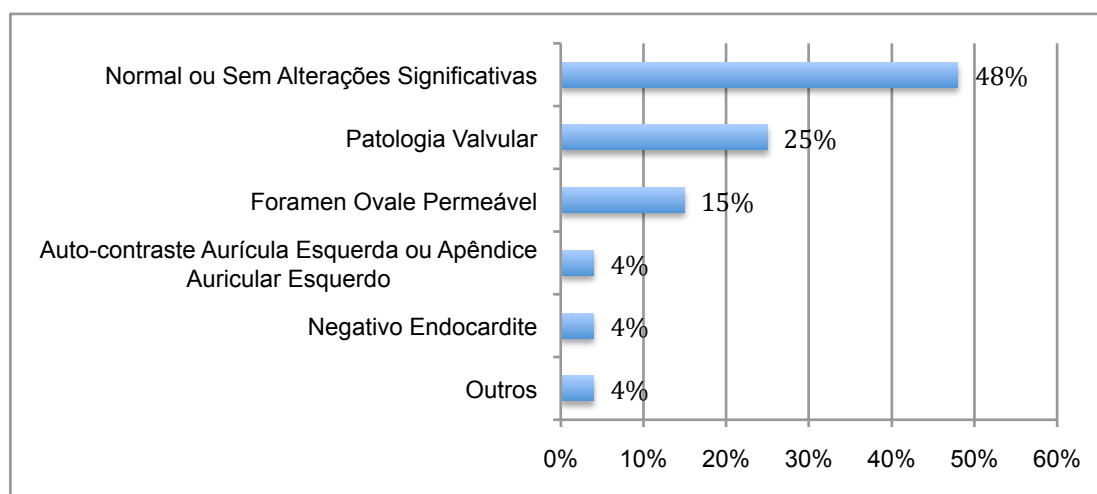
Na Figura 7 está representada a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas transesofágicos em que a mestranda participou, com mais de metade dos exames realizados para despiste de fonte tromboembólica.



**Figura 7** - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transesofágicos.

Em todos os ecocardiogramas transesofágicos realizados com indicação de despiste de fonte tromboembólica (54% das indicações), ou mesmo quando não era essa a indicação mas havia suspeita da presença de comunicação interauricular, foi utilizado soro salino agitado como contraste das cavidades direitas associado a manobras de Valsalva para despiste de solução de continuidade no septo interauricular.

Na Figura 8 está representada a distribuição dos diagnósticos de saída sendo a grande maioria dos exames considerados normais ou sem alterações significativas e a segunda maior percentagem correspondente à patologia valvular.



**Figura 8** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transesofágicos.

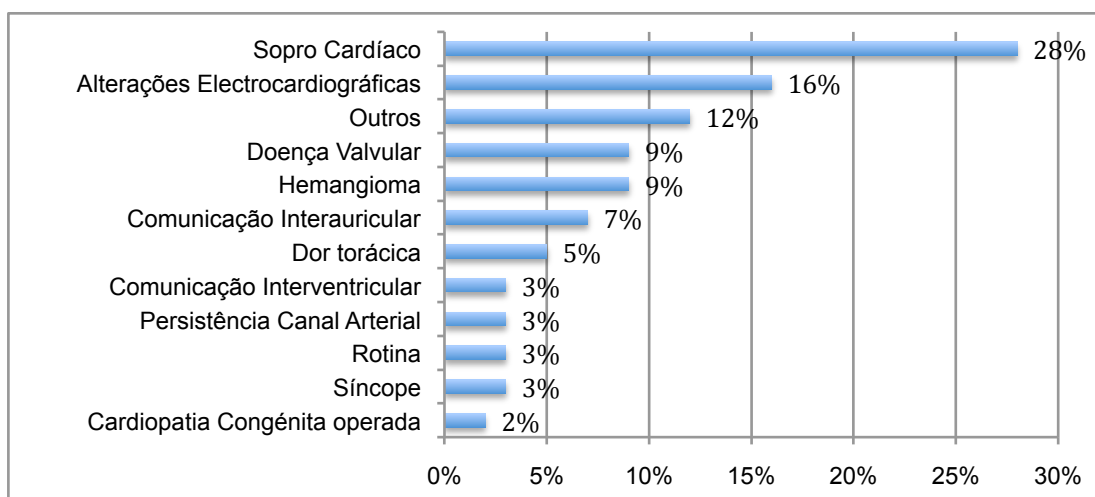
Aquando da colaboração nos Ecocardiogramas Transesofágicos esteve implícito que a mestranda deveria possuir conhecimentos acerca das indicações e limitações desta técnica em comparação com outras técnicas de imagem; indicações, contra-indicações, eventuais riscos e complicações da técnica. Foram adquiridas e consolidadas competências na capacidade de comunicar e interagir junto da equipa multidisciplinar no contexto do exame e seu resultado; na 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; na capacidade de reconhecer anomalias estruturais e da função cardíaca e reconhecer artefactos e ainda na capacidade de produzir um relatório escrito do exame<sup>2</sup>.

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

### **Ecocardiografia Transtorácica Pediátrica**

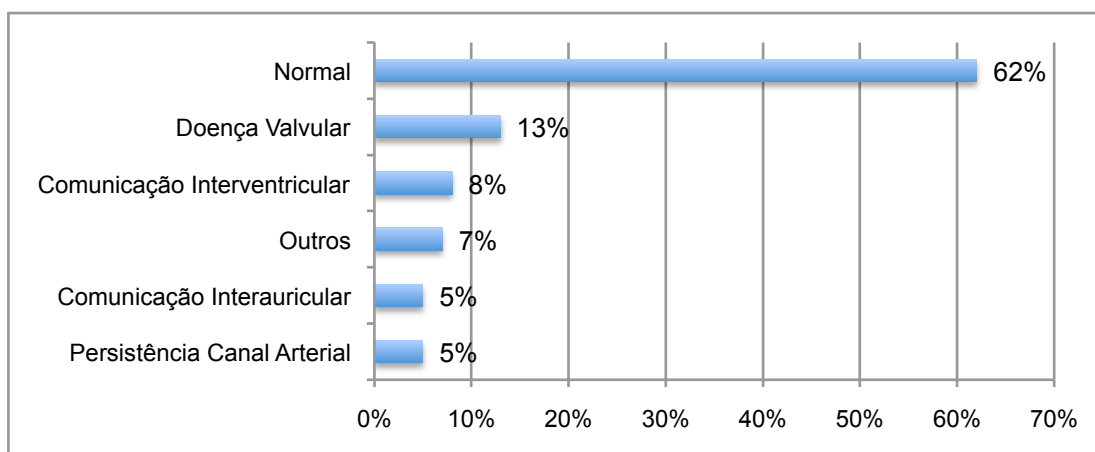
Quanto aos ecocardiogramas transtorácicos pediátricos que a mestranda observou, a média de idades foi de  $6 \pm 6$  anos, sendo que a idade mínima foi de 5 dias e a idade máxima 21 anos, 34 indivíduos (59%) eram do sexo masculino e 24 do sexo feminino (41%).

Na Figura 9 está representada a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas transtorácicos pediátricos observados pela mestranda, com a maior percentagem para o sopro cardíaco e a segunda maior percentagem para as alterações electrocardiográficas. No campo “Outros” está incluído um caso de Drepanocitose, um caso de Hipotireoidismo, um caso de Ventrículo Esquerdo não compactado, um caso de febre, um caso de história familiar de Síndrome de Brugada, um caso de Hipercolesterolemia e um caso de doença de Kawasaki.



**Figura 9** - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Transtorácicos Pediátricos.

A Figura 10 representa a distribuição dos diagnósticos de saída com mais de 60% dos exames considerados normais ou sem alterações significativas. No campo “Outros” está incluído um caso de Válvula de Eustáquio e Rede de Quiari exuberantes, um caso de Estenose do ramo esquerdo da Artéria Pulmonar e um caso de Hipercoagenecidade coronária.



**Figura 10** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Transtorácicos Pediátricos.

Tal como as técnicas ecocardiográficas referidas anteriormente, a ecocardiografia pediátrica é uma técnica dependente do operador e que exige altos níveis técnicos e capacidade de interpretação para maximizar a sua precisão diagnóstica. Apesar do estágio nesta área ecocardiográfica ter sido observacional, depreendeu-se que a mestranda possuía competências em interpretação de ecocardiografia cardíaca transtorácica, incluindo Modo-M, imagens bidimensionais e estudo de Doppler.

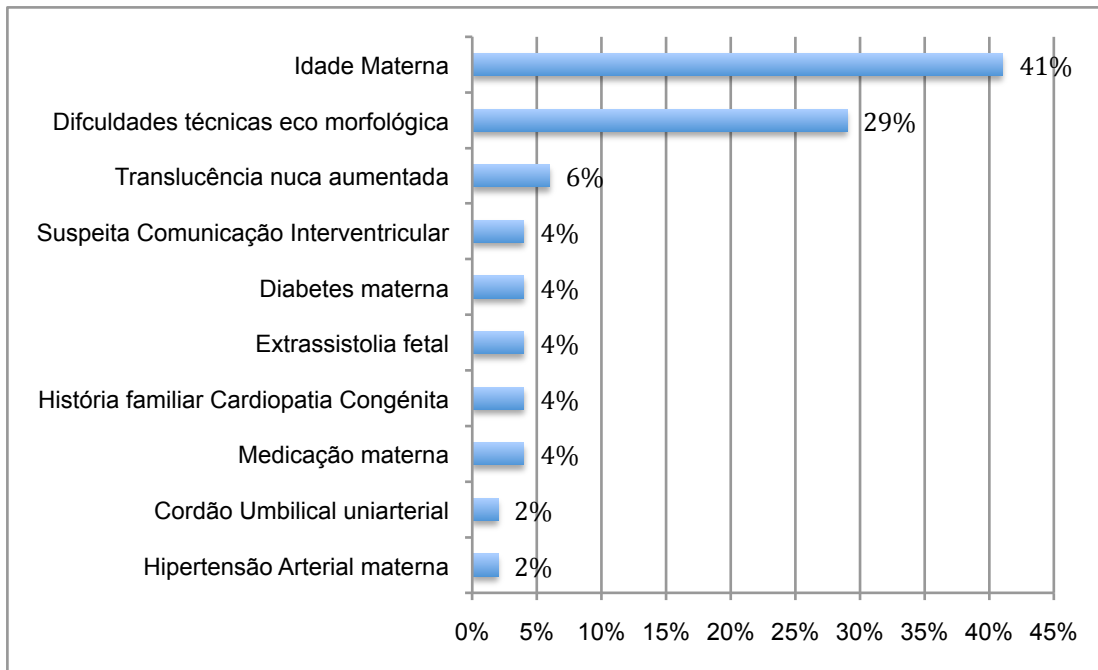
Para além do referido, a mestranda adquiriu competências quanto às indicações para ecocardiografia transtorácica numa população pediátrica, quanto ao reconhecimento das cardiopatias congénitas mais comuns e respectiva correcção cirúrgica ou percutânea, quanto às janelas acústicas padrão e posições do transdutor, quanto à visualização de imagens e orientação no contexto de ecocardiografia pediátrica e quanto à realização de relatórios ecocardiográficos neste contexto.

### **Ecocardiografia Fetal**

Relativamente aos ecocardiogramas fetais que a mestranda observou, a média de idades materna foi de  $34 \pm 5$  anos, sendo que a idade mínima materna foi de 20 anos e a idade máxima materna de 43 anos. Todos os ecocardiogramas fetais observados foram realizados pela via trans-abdominal.

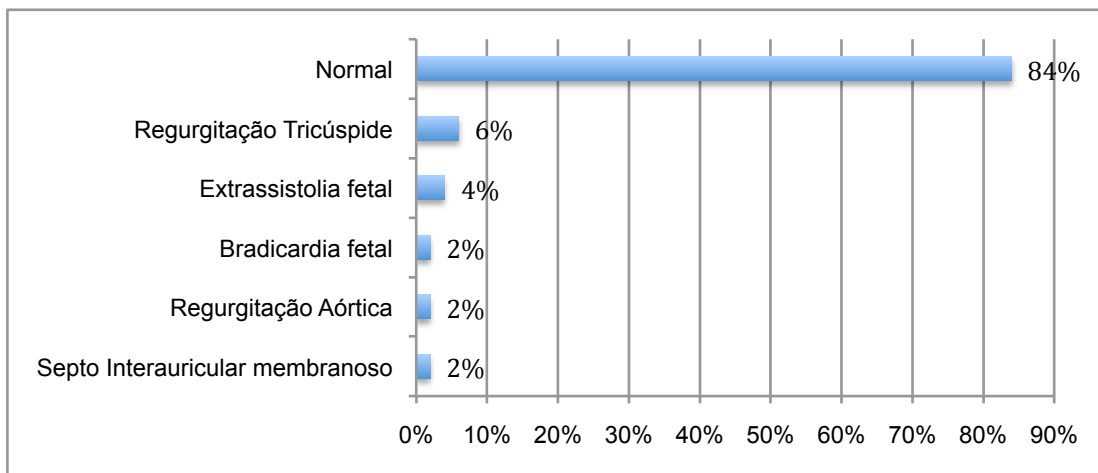
Durante esta componente do estágio, esteve implícito que a mestranda possuía conhecimentos básicos de física dos ultra-sons, do equipamento, da anatomia cardíaca, fisiologia e patologia. Foram adquiridos conhecimentos de fisiologia materno-fetal bem como de doenças maternas que podem afectar o feto em desenvolvimento, conhecimentos em fisiologia fetal além da compreensão das consequências das doenças cardíacas sobre a fisiologia fetal. Para além da aquisição de competências na avaliação anatómica e funcional do coração e circulação fetal, foram também adquiridas competências na observação e análise da frequência e ritmo cardíaco fetal através das técnicas Modo-M e *Doppler*.

Na Figura 11 está representada a distribuição de diagnósticos de entrada dos ecocardiogramas fetais observados pela mestranda sendo que mais de 40% foram realizados devido à idade materna e mais de 25% se deveram a dificuldades técnicas na avaliação pela ecografia morfológica.



**Figura 11** - Distribuição dos Diagnósticos de Entrada dos Ecocardiogramas Fetais.

A Figura 12 representa a distribuição dos diagnósticos de saída com mais de 80% dos exames a ser considerado normal.



**Figura 12** - Distribuição dos Diagnósticos de Saída dos Ecocardiogramas Fetais.

## **Análise e Apreciação Crítica sobre o Estágio**

Apesar da mestranda já desenvolver, durante a sua prática profissional, funções na área da ecocardiografia de adultos, o contacto com esta técnica durante um maior número de horas semanais e sob orientação directa permitiu um desenvolvimento de competências que de outra forma seriam, certamente, mais morosas de alcançar.

Um elemento facilitador do processo de estágio foi o facto do estágio ter decorrido num serviço conhecido da mestranda. Tal facto abreviou a integração na dinâmica do serviço e a adaptação aos vários monitores de estágio tratando-se de uma mais valia uma vez que permitiu a concretização dos objectivos propostos desde o primeiro momento do estágio.

A área da ecocardiografia pediátrica e fetal foi a componente de inovação do estágio na medida em que se trata de uma área de actuação desconhecida pela mestranda até ao curso de mestrado. Para além da componente inovação, o contemplar desta área permitiu adquirir competências extremamente pertinentes mesmo aquando do estudo ecocardiográfico do adulto.

Outra das componentes do estágio foi a recolha de Ecocardiogramas Transtorácicos para a amostra em estudo no trabalho de investigação: Estudo da Função Sistólica do Ventrículo Direito por Ecocardiografia Transtorácica, a realizar pela mestranda no contexto do mesmo Mestrado, tendo sido a mestranda a responsável pela recolha de 57% da amostra de 400 ecocardiogramas em estudo. O facto de serem recolhidos dados para o Trabalho de Investigação no decorrer do estágio tratou-se de mais uma forma de optimização do estágio, ainda para mais tratando-se de um projecto numa área em evolução como é o estudo do ventrículo direito por ecocardiografia.

O local seleccionado para o estágio bem como os orientadores foram outra mais valia do estágio. O Laboratório de Ecocardiografia do Centro Cardiovascular do Hospital da Luz apresenta uma casuística anual significativa, trata-se, até então, do único laboratório do país acreditado pela Associação Europeia de Ecocardiografia em Ecocardiografia Transtorácica, Ecocardiografia Transesofágica e em Ecocardiografia de Sobrecarga e possui idoneidade para formação atribuída pela Ordem dos Médicos. Quanto aos orientadores apresentam, todos eles, uma vasta e reconhecida experiência na área para além das inegáveis qualidades técnicas, científicas, humanas e pedagógicas.

Os requisitos técnicos para os equipamentos de ultra-som usados em ecocardiografia cumpriam os definidos nos padrões laboratoriais da Associação Europeia de Ecocardiografia estando equipados com imagem bidimensional, imagem modo-M, *Doppler* espectral pulsado e contínuo e fluxo a cores (ou outras formas de imagem de fluxo), bem como a capacidade de gravação em CD, DVD ou arquivo digital, com capacidade de armazenamento para análises futuras e comparações de estudos<sup>3</sup>.

Com a excepção dos ecocardiogramas emergentes, os procedimentos ecocardiográficos não eram realizados sem um pedido por escrito ou electrónico apesar de, na maioria das vezes, os médicos prescritores não indicarem as razões para o estudo. Tal facto era ultrapassado, no caso dos doentes do Hospital da Luz, através da análise do processo clínico do doente<sup>3</sup>.

A reprodutibilidade pode variar com diferentes técnicas ecocardiográficas, em laboratórios diferentes e com a população de doentes estudada. 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 adoptar este tipo de recomendações de forma a otimizar o adquirir e consolidar de competências<sup>3</sup>.

Durante o estágio foram consolidadas competências na realização de relatórios ecocardiográficos uma vez que o ecocardiograma é um teste de diagnóstico realizado para responder a questões clínicas e orientar tratamentos. Por esta razão, um relatório de um ecocardiograma deve oferecer os resultados de uma abordagem sistemática, com uma estrutura lógica usando uma linguagem compreensível, de acordo com as actuais 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 que não são sempre ecocardiografistas ou mesmo cardiologistas<sup>3</sup>.

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 e cuidados intensivos e cirurgias cardíacas<sup>2</sup>.

Segundo a Associação Europeia de Ecocardiografia<sup>3</sup>, o tempo dispendido para um estudo transtorácico padrão deve ser de pelo menos 30 minutos. Em média, um estudo ecocardiográfico de rotina, incluindo a interpretação, aquisição e relatório, leva entre 30 e 40 minutos. No entanto, alguns estudos podem ser prolongados até 60 minutos ou mais quando é necessário a quantificação total de doença valvular complexa ou patologia congénita, bem como quando a aplicação de novas modalidades, tais como velocidade e deformação tecidual, ecocardiografia tridimensional ou ecocardiografia com contraste.<sup>3</sup> No decorrer deste estágio, o tempo médio dispendido para um estudo transtorácico padrão com relatório foi de cerca de 20 a 25 minutos tendo sido prolongado sempre que a avaliação ecocardiográfica completa assim o obrigasse.

Durante este 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 do que o inicialmente previsto não contemplando casos de, por exemplo, estenose tricúspide ou estenose pulmonar, miocardiopatias restritivas ou infiltrativas, tumores cardíacos ou massas, etc.<sup>2</sup> Tal facto justifica-se, em parte, por se tratar de um hospital privado com obrigatoriedade de realização de exames em contexto de *check-up* e, como tal, o elevado número de resultados normais ou sem alterações significativas.

No entanto, esta maior percentagem verificou-se, sobretudo, na ecocardiografia fetal e na ecocardiografia transtorácica pediátrica. Tal facto já seria expectável uma vez que, em relação à ecocardiografia fetal, apesar de estarem bem identificados os grupos de risco para o desenvolvimento de cardiopatia no feto pela Direcção Geral de Saúde, a maioria dos fetos com cardiopatia continua a surgir em grávidas sem qualquer factor de risco conhecido o que torna a percentagem de casos patológicos, em relação ao total de ecocardiogramas fetais realizados, muito baixa. Assume-se que a solução poderá passar pela formação de obstetras nesta área já que será por eles que passarão todas as grávidas e sabendo-se que o diagnóstico pré-natal de cardiopatias congénitas permite a admissão para a cirurgia ou intervenção percutânea numa condição mais estável do recém-nascido estando associada a uma menor morbidade e mortalidade a curto e longo prazo<sup>34,35</sup>. Quanto aos ecocardiogramas transtorácicos pediátricos, o Hospital da Luz não é um centro que

realize intervenção percutânea em pediatria ou um centro de referência em cirurgia cardiotorácica pediátrica o que faz com que, provavelmente, as principais alterações cardíacas em pediatria não sejam encaminhadas para este hospital.

Relativamente à ecocardiografia pediátrica, trata-se de um exame que difere, em aspectos importantes, do ecocardiograma convencional no adulto requerendo uma abordagem padronizada, capacidades e conhecimentos específicos para a execução e interpretação do exame de forma apropriada<sup>23</sup>. O referido anteriormente justifica, em parte, o facto do estágio nesta área ter sido somente observacional. Para além do referido, o ecocardiografista pediátrico deve possuir capacidade de avaliar o medo do doente estabelecendo uma relação de confiança com o mesmo mas não deixando de ser persuasivo o suficiente de forma à realização do ecocardiograma com qualidade. Este facto, associado ao elevado número de marcações de exames e à intolerância deste grupo etário para exames morosos, não permitiu que houvesse tempo para uma aprendizagem prática no decorrer deste estágio<sup>36</sup>.

O diagnóstico de doença cardiovascular fetal através de ecocardiografia fetal pode ter um impacto significativo no curso da gravidez. As informações geradas pelo ecocardiografista fetal podem resultar em aconselhamento parental podendo contribuir para as decisões acerca da continuação da gravidez, início do tratamento ou determinação do local de trabalho de parto<sup>36</sup>. Dada a expectativa da informação obtida através deste exame para os pais e a elevada capacidade técnica necessária para a realização do mesmo não foi possível senão um estágio observacional também nesta área da ecocardiografia.

Quanto ao ecocardiograma de sobrecarga, as capacidades necessárias para a avaliação de imagens ecocardiográficas em repouso diferem, substancialmente das exigidas para avaliar o mesmo coração numa situação de *stress*. Tem sido demonstrado que a interpretação dos testes de ecocardiograma de *stress* por um ecocardiografista sem formação específica em eco de *stress* subestima severamente o potencial de diagnóstico da técnica<sup>2</sup>. Assim, para adquirir poder diagnóstico e reduzir a variabilidade inter-operador, a avaliação dos ecocardiogramas de sobrecarga foi realizada conjuntamente com um ecocardiografista especialista, tal como recomendado<sup>2</sup>.

A ecocardiografia de sobrecarga farmacológica apresenta, como potencial, a avaliação da reserva de fluxo coronário esquerdo da artéria coronária descendente anterior, no entanto, este tipo de avaliação não foi realizado no decorrer do presente

estágio por não fazer parte da rotina do laboratório e ser uma área ainda em investigação, bem como a ausência do estudo tridimensional nos ecocardiogramas realizados ou observados<sup>7</sup>.

## Considerações Finais

A ecocardiografia desempenha, actualmente, 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 selecção 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<sup>1,2,19,32,37</sup>.

Há muito poucas situações em cardiologia clínica em que o ecocardiograma não tem um valor significativo e, como tal, é fundamental que os profissionais de saúde que exerçam funções na área da cardiologia estejam familiarizados com esta técnica e com os inúmeros avanços que esta tem sofrido<sup>19,32,37</sup>.

A ecocardiografia, como muitas técnicas de imagem, depende da capacidade do operador em obter imagens e realizar medições correctas. A formação e acreditação são, portanto, factores fundamentais na redução da variabilidade nas medições. A reprodutibilidade é essencialmente afectada pela qualidade da imagem e pela experiência do operador. Por esta razão, ultrassonografistas aplicados são mais propensos a produzir estudos com alta qualidade e alta reprodutibilidade, tendo importantes repercussões na abordagem clínica do doente<sup>3</sup>.

Toda a pertinência deste estágio se baseou no referido anteriormente e, apesar da mestranda já exercer funções em ecocardiografia de adultos antes do estágio, há sempre novas competências a adquirir e a melhorar numa técnica como a ecocardiografia.

Assim, este estágio pode ser considerado como positivo na medida em que foram dadas condições à mestranda para construir o seu percurso, dando-lhe autonomia e responsabilidade na construção do seu manancial e aplicação de conhecimentos na construção de novas aptidões. Este estágio permitiu que a mestranda adquirisse

competências na análise e interpretação de ecocardiogramas pediátricos e fetais, competências no estudo da função miocárdica regional do Ventrículo Esquerdo e competências participando e dialogando de forma activa e autónoma com a equipa multidisciplinar presente nos diferentes exames e optimizando a avaliação feita nos diferentes exames. Tudo isto seguindo as recomendações da Associação Europeia de Ecocardiografia para as diferentes modalidades ecocardiográficas como a ecocardiografia transtorácica, a ecocardiografia de sobrecarga ou a ecocardiografia transesofágica.

O número de horas de estágio e a sua distribuição não permitiu adquirir competências na realização de ecocardiogramas pediátricos e fetais. Para a aquisição de competências mais práticas nestas modalidades ecocardiográficas seria, provavelmente, necessário que toda a carga horária lhes fosse atribuída ao contrário do que foi feito.

No entanto, no geral, os objectivos foram atingidos, permitindo tirar uma série de lições que possibilitarão melhorar a realização desta técnica futuramente e continuar a sua formação visando, nomeadamente, a realização da acreditação europeia em ecocardiografia transtorácica em adultos.

## Referências Bibliográficas

1. Cardim N. Ecocardiografia Transtorácica. Lisboa: Lidel; 2009.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzak J, Lancellotti P, Polderman D, Voigt JU, Zamorano JL. Stress echocardiography expert consensus statement. *European Journal of Echocardiography*. 2008;9(4):415-437.
6. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, Gardin J, Klein A, Manning WJ, Morehead A, Kitzman D, Oh J, Quinones M, Schiller NB, Stein JH, Weissman NJ. American Society of Echocardiography Recommendations for Use of Echocardiography in Clinical Trials - A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and The Task Force on Echocardiography in Clinical Trials. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2004;17:1086-1119.
7. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzak J, Lancellotti P, Poldermans D, Voigt JU, Zamorano JL. Stress echocardiography expert consensus statement. *European Journal of Echocardiography* 2008;9(4):415-437.
8. Geleijnse ML, Floretti PM, Roelandt JRTC. Methodology, Feasibility, Safety and Diagnostic Accuracy of Dobutamine Stress Echocardiography. *Journal of the American College of Cardiology* 1997;30:595-606.
9. Dwivedi G, Sénior R. Contrast dobutamine stress myocardial perfusion echocardiography: current methodology and clinical applications. *European Journal of Echocardiography* 2006;7 Suppl.2:S8-S15.
10. Hanrath P. Transoesophageal Echo-Doppler in cardiology. *Heart*. 2001;86:586-592.
11. Flachskampf FA, Badano L, Daniel WG, Feneck RO, Fox KF, Fraser AG, Pasquet A, Pepi M, Perez de Isla L, Zamorano JL. Recommendations for transoesophageal echocardiography: update 2010. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11:557-576.
12. Manning WJ, Kannam JP. Transesophageal echocardiography: Indications, complications and normal views. *UpToDate* 19,2 2011.

13. Senior R, Becher H, Monaghan M, Agati L, Zamorano J, Vanoverschelde JL, Nihoyannopoulos P. Contrast echocardiography: evidence-based recommendations by European Association of Echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10:194-212.
14. Weissman NJ. Contrast echocardiography: Clinical applications. *UpToDate* 19,2 2011.
15. Stefani L, De Luca A, Maffulli N, Mercuri R, Innocenti G, Suliman I, Toncelli L, Vono MC, Cappelli B, Pedri S, Pedrizzetti G, Galanti G. Speckle tracking for left ventricle performance in young athletes with bicuspid aortic valve and mild aortic regurgitation. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10(4):527-531.
16. Popovic ZB, Thomas JD. Echocardiography and a quest of the promised land of the accurate assessment of cardiac mechanics. *European Journal of Echocardiography* 2009;10(5):583-584.
17. Marwick TH, Yu CM, Sun JP. *Myocardial Imaging: Tissue Doppler and Speckle Tracking*. USA: Blackwell Publishing; 2007.
18. Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Strain and strain rate deformation parameters: from tissue Doppler to 2D speckle tracking. Ó Springer Science+Business Media B. V.; 2007.
19. Feigenbaum H, Armstrong W, Ryan T. *Feigenbaum's Echocardiography*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2005.
20. Marciniak A, Sutherland GR, Marciniak M, Claus P, Bijmens B, Jahangiri M. Myocardial deformation abnormalities in patients with aortic regurgitation: a strain rate imaging study. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10(1):112-119.
21. J.L. Zamorano et al. (3ds.) *The ESC Textbook of Cardiovascular Imaging*. London: Springer- Verlag London; 2010.
22. Alboliras ET, Seward JB, Hagler DJ, Danielson GK, Puga FJ, Tajik AJ. Impact of two-dimensional and Doppler echocardiography on care of children aged two years and younger. *American Journal of Cardiology* 1988;61:166-9.
23. Lai WW, Geva T, Shirali GS, Frommelt PC, Humes RA, Brook MM, Pignatelli RH, Rychik J. Guidelines and Standards for Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2006;19:1413-1430.
24. Achiron R, Glaser J, Gelernter I, Hegesh J, Yagel S. Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *British Medical Journal* 1992;304:671-4.
25. Stumpflen I, Stumpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening in detection of congenital heart disease. *Lancet* 1996;348:854-7.

26. Bromley B, Estroff JA, Sanders S, Parad R, Roberts D, Frigo. Fetal echocardiography: accuracy and limitations at high risk and low risk for heart defects. *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 1992;166:1473-81.
27. Ott WJ. The accuracy of antenatal fetal echocardiography screening in high and low-risk patients. *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 1995;172:1741-8.
28. Smythe JF, Copel JA, Kleiman CS. Outcome of prenatally detected cardiac malformations. *American Journal of Cardiology* 1992;69:1471-4.
29. Zielinsky P. Role of prenatal echocardiography in the study of hypertrophic cardiomyopathy in the fetus. *Echocardiography* 1991;8:661-8.
30. Allan LD. Indications for fetal echocardiography. In: Allan L, Hornberger L, Sharland G. *Textbook of Fetal Cardiology*. London; Greenwich Medical Media, 2000:47-53.
31. Filho OC. *Diretriz para Indicações e Utilização da Ecocardiografia na Prática Clínica*. 2004.
32. Otto CM. *Textbook of Clinical Echocardiography*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.
33. Elliott PM, McKenna WJ. Diagnosis and evaluation of hypertrophic cardiomyopathy. *UpToDate* 19,2 2011.
34. Friedberg MK, Silverman NH, Moon-Grady AJ, Tong E, Nourse J, Sorenson B, Lee J, Hornberger LK. Prenatal Detection of Congenital Heart Disease. *The Journal of Pediatrics* 2009;155:26-31.
35. Fuchs IB, Muller H, Abdul-Khaliq H, Harder T, Dudenhausen JW, Henrich W. Immediate and long-term outcomes in children with prenatal diagnosis of selected congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;29:38-43.
36. Quiñones MA, Douglas PS, Foster E, Gorcsan J, Lewis JF, Pearlman AS, Rychik J, Salcedo EE, Seward JB, Stevenson JG, Thys DM, Weitz HH, Zoghbi WA, Creager MA, Winters WL, Elnicki M, Hirshfeld JW, Lorell BH, Rodgers GP, Tracy CM, Weitz HH. ACC/AHA clinical competence statement on echocardiography - A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association/American College of Physicians–American Society of Internal Medicine Task Force on Clinical Competence Developed in Collaboration with the American Society of Echocardiography, the Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and the Society of Pediatric Echocardiography. *Journal of the American College of Cardiology* 2003;41:687-708.
37. 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(4):438-448.

## Anexo I

**Table 1** Cardiac and vascular structures routinely evaluated as part of a complete adult echocardiographic report

1.	Left ventricle
2.	Mitral valve
3.	Left atrium
4.	Aortic valve
5.	Aorta
6.	Right ventricle
7.	Tricuspid valve
8.	Right atrium
9.	Pulmonary valve
10.	Pulmonary artery
11.	Pericardium
12.	Inferior vena cava
13.	Pulmonary veins

*Adaptado de Evangelista, et al. European Journal of Echocardiography 2008;9:438–448.*